

**PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK KERTAS PT.
SURABAYA MEKABOX**

Laporan Studi Ekskursion



Disusun oleh :

Kelompok Kimia XI MIPA 9

SMA Katolik St. Louis 1

Jalan M. Jasin Polisi Istimewa 7

Surabaya

2019

No. INDIK BUKU

**PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK KERTAS
PT. SURABAYA MEKABOX**

Laporan Studi Ekskursi ini disusun untuk memenuhi
Penilaian Kognitif dan Psikomotorik Kimia dan Penilaian
Kognitif Bahasa Indonesia



Disusun oleh :

Kelompok Kimia XI MIPA 9

SMA Katolik St. Louis 1

Jalam M. Jasin Polisi Istimewa 7

Surabaya

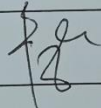
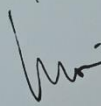
2019

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi berjudul “Pengolahan Limbah Pabrik Kertas” disusun oleh:

1. Aurelia Farren XI MIPA 9 / 02
2. Chatrien Wijaya S XI MIPA 9 / 06
3. Denise Leticia W XI MIPA 9 / 09
4. Francis Alexander XI MIPA 9 / 13
5. Jonathan Wijaya XI MIPA 9 / 18
6. Laurentius Bintang C XI MIPA 9 / 20
7. Maretta Ariefania XI MIPA 9 / 23
8. Nicolas Matthew XI MIPA 9 / 26
9. Shella Angelia XI MIPA 9 / 30

telah disetujui dan disahkan oleh:

Nama	Tanda Tangan	Tanggal	Nilai
A. Raharjo Yuwono .ST., M.Si			
MG. Ika Yuliasuti, S.Pd		11/4 - 2019	.
Monica Maria Widi Setyorini, S.Pd., M.Hum		9/5 2019	17

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia-Nyalah kami dari kelompok studi ekskursi kimia dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “Penerapan Sistem Koloid dalam Pengolahan Limbah Pabrik Kertas” dengan tepat waktu.

Laporan studi ekskursi ini ditulis sebagai salah satu tugas besar di bidang kami dan Bahasa Indonesia. Kami juga menyadari bahwa dalam penulisan proposal, kami mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak A. Raharjo Yuwono .ST., M.Si selaku Guru Pembina bidang Kimia yang telah membantu kami dalam menyempurnakan berbagai teori yang sesuai dengan limbah.
2. Ibu M. G. Ika Yuliasuti S.Pd. selaku guru Bahasa Indonesia yang telah mengarahkan dan membimbing kami dalam penulisan proposal penelitian ini.
3. Pihak dari Pabrik PT. Mekabox Surabaya yang telah bersedia menyediakan tempat bagi kami untuk melakukan penelitian tentang limbah.

Akhir kata, dengan kerendahan hati kami berharap penulisan proposal ini dapat bermanfaat kepada kami dan semua pihak yang membacanya.

Surabaya, 8 Maret 2019

Penyusun

ABSTRAK

Pengamatan ini bermanfaat untuk mengetahui fungsi bahan kimia dan cara kerja sistem koloid dalam proses daur ulang limbah cair perusahaan kertas PT. Surabaya Mekabox. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi bagian dari sistem yang menggunakan reaksi kimia dan penggunaan bahan kimia tersebut. Kegiatan ini telah dilakukan dengan cara mengamati mesin dalam sistem dan mewawancarai staf yang bekerja terutama pada bagian limbah industri. Berdasarkan hasil pengamatan, telah ditunjukkan bahwa aplikasi teori koloid ditemukan dalam DAF (*Dissolve Air Flotation*) dan fase *Biological Pool* dari proses pengolahan limbah. Sistem DAF memisahkan suspensi padat dari air dalam limbah cair. Proses koagulasi, flokulasi, dan jenis busa dari koloid adalah peristiwa koloid yang terjadi dalam proses DAF. Sebagai kesimpulan, penelitian ini menunjukkan pentingnya sistem koloid dalam pemeliharaan limbah cair kertas.

Kata kunci: Koloid, Biological pool, Koagulasi, DAF (*Dissolve Air Flotation*), Flokulasi dan Jenis busa.

ABSTRACT

The objective of this observation is to discover where the chemical is used and how the colloid system in the liquid waste recycle system of the paper company PT. Surabaya Mekabox works. The goal is to identify the part of the system that uses chemical reaction and the chemical uses. This has been done by examining the machines in the system and interviewing the staff that works specifically in the waste part of the industry. Upon examining, it has been shown that the colloidal theory applications are found in the *DAF (Dissolve Air Flotation)* and *Biological Pool* phase of the process. The *DAF system* separates solid suspension from the water in the liquid waste. *Coagulation, flocculation, and foam type of colloids* are *colloidal things* that occur in the *DAF process*. In conclusion, this study highlights the importance of colloid system in paper liquid waste maintenance.

Keyword: *Coagulation, DAF (Dissolve Air Flotation), flocculation, foam type of colloids, Colloids and Biological pool.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAKSI	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Pustaka	4
B. Landasan Teori	7
BAB III METODOLOGI	
A. Metode Penelitian	15
B. Populasi dan Sampel.....	15
C. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
D. Variabel Penelitian.....	15

E. Metode Pengumpulan Data	16
F. Metode Pengolahan Data	16
G. Metode Analisis Data	17
H. Keterbatasan Penelitian	17

BAB IV PEMBAHASAN

A. Aplikasi sistem koloid dalam pengolahan limbah industri kertas...	18
B. Cara kerja proses DAF	25
C. Kesimpulan	26

BAB IV PENUTUP

A. Kesimpulan.....	28
B. Saran.....	28

Daftar Pustaka	x
----------------------	---

Daftar Tabel

Tabel 1. Fase Pendispersi dan Terdispersi Suatu Koloid7

Gambar 2 Contoh Sub Dispersi13

Gambar 3 Contoh Sub Dispersi13

Gambar 4 Contoh Dispersi13

Gambar 5 Contoh Dispersi13

Gambar 6 Contoh Dispersi13

Gambar 7 Contoh Dispersi13

Gambar 8 Contoh Dispersi13

Daftar Gambar

Gambar 1 Contoh Sol: Cat.....	19
Gambar 2 Contoh Sol: Tinta.....	19
Gambar 3 Contoh buih: Ombak.....	19
Gambar 4 Efek Tyndall.....	21
Gambar 5 Gerak Brown.....	22
Gambar 6 Ilustrasi adsorpsi 1.....	22
Gambar 7 Ilustrasi adsorpsi 2.....	23
Gambar 8 Penerapan koloid pelindung.....	24

BAB I

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Koloid adalah campuran heterogen dari dua zat atau lebih dengan partikel-partikel zat berukuran antara 1 hingga 1000nm terdispersi (tersebat) merata dalam medium zat lain. Zat yang terdispersi sebagai partikel disebut fase terdispersi, sedangkan zat yang menjadi medium mendispersikan partikel disebut medium pendispersi. Suatu zat dapat dikatakan koloid jika zat tersebut memiliki panjang, lebar dan ketebalan (volume). Dari definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa koloid merupakan campuran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam pengolahan limbah industry. Salah satu cara mengolah limbah tersebut adalah dengan menggunakan metode DAF (dissolved air flotation). Metode DAF adalah metode pemisahan suspensi padat dari air dengan bantuan gelembung-gelembung udara.

Dalam pabrik kertas, metode DAF dan sistem koloid sangat penting dalam mengolah limbah pabrik. Pada limbah kertas terdapat senyawa-senyawa penting yang dapat digunakan kembali, contohnya hemiselulosa dan lignin. Kedua zat tersebut merupakan zat yang penting dalam pembuatan kertas. Selain zat-zat yang masih dapat digunakan lagi, limbah pabrik juga mengandung zat yang berbahaya bagi lingkungan dan bersifat karsinogenik bagi manusia seperti asbes, kromium heksavalen, formaldehid, dan hydrazine yang sangat berpotensi menimbulkan penyakit

kanker bagi manusia. Oleh karena itu, metode DAF dan sistem koloid digunakan untuk memisahkan senyawa-senyawa berbahaya tersebut dari air.

Berdasarkan prinsip tersebut, penelitian pengolahan limbah pabrik kertas perlu dilakukan untuk mempelajari cara kerja Sistem Koloid dalam metode DAF. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui manfaat dan peranan sistem koloid dalam kehidupan sehari – hari. Penelitian ini membuat pembaca mengerti manfaat belajar kimia khususnya sistem koloid secara kecil. Oleh karena itu, diadakan penelitian ke PT. Surabaya Mekabox untuk melihat secara langsung pentingnya sistem koloid dalam proses pengolahan dan pembuangan limbah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. bagaimana aplikasi sistem koloid dalam pengolahan limbah industri kertas?
2. bagaimana cara kerja proses DAF?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian tersebut bertujuan untuk:

1. mendeskripsikan aplikasi sistem koloid dalam proses pengolahan limbah industri kertas.
2. mendeskripsikan cara kerja proses DAF.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian tersebut bermanfaat agar:

1. peserta mengerti aplikasi sistem koloid dalam proses pengolahan limbah industri kertas.
2. peserta memahami cara kerja proses elektroforesis.
3. peserta memiliki pengalaman baru dalam mengunjungi PT Surabaya Mekabox.

BAB II

Kajian Pustaka

A. Kajian Pustaka

Dalam penulisan laporan ini, peneliti mendapatkan informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga mendapatkan informasi dari buku-buku maupun skripsi dalam rangka mendapatkan informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh kajian pustaka.

Thomas Graham banyak mempelajari tentang kecepatan difusi (gerak) partikel materi sehingga ia dapat merumuskan hukum tentang difusi. Dari pengamatannya, ternyata gerakan partikel zat dalam larutan ada yang cepat dan lambat. Umumnya yang berdifusi cepat adalah zat yang berupa kristal sehingga disebut kristaloid, contohnya NaCl dalam air. Akan tetapi istilah ini tidak populer karena ada zat yang bukan kristal berdifusi cepat contohnya NaCl dalam H_2SO_4 yang lambat berdifusi disebabkan oleh partikelnya mempunyai daya tarik (perekat) satu sama lain, contohnya putih telur dalam air. Zat seperti ini disebut koloid (Respati, 1992:67).

Menurut Graham, kecepatan difusi bergantung pada massa partikel, makin besar massa makin kecil kecepatannya. Massa ada hubungannya dengan ukuran partikel yang massanya besar akan besar pula ukuran partikelnya. Berdasarkan ukuran partikel, campuran dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu larutan sejati, koloid, dan suspensi kasar. Sebenarnya cukup sulit membedakan ketiga jenis campuran itu, kecuali dilihat dari ukuran (jari-jari) partikelnya.

Partikel larutan: $0,1 - 1\text{ m}\mu$

Partikel koloid: $1 - 100\text{ m}\mu$

Partikel suspensi kasar: $100\text{ m}\mu$

Karena ukuran partikel sangat kecil, koloid tidak dapat disaring dengan kertas saring biasa dan poselin, tetapi dapat dengan filter ultra atau koloid karena pori-porinya lebih kecil (Respati, 1992:45).

Ada dua cara terbentuknya partikel koloid. Pertama, dari senyawa bermolekul besar, yaitu satu molekul menjadi satu partikel koloid, contohnya protein dan plastik. Kedua, satu partikel koloid terbentuk dari gabungan (agregat) banyak partikel. Partikel yang bergabung ini mungkin dalam bentuk molekul, ion atau atom (Syukri, 1999:50).

Dari segi bentuknya, partikel koloid dapat berupa lembaran (laminar), serat (fabliar), dan butiran (korpuskular). Bentuk ini ditentukan oleh jenis dan cara terbentuknya koloid. Untuk materi dalam bentuk butiran diameter menunjukkan ukuran partikel. Untuk partikel laminar (lembaran) dan serat (febliar), panjang dan lebar maupun tebalnya. Semuanya diperlukan untuk menyatakan ukuran partikel (Keenan, 1984:99).

Koloid juga dapat berubah menjadi tidak koloid dan sebaliknya. Berdasarkan perubahan ini, ada koloid reversibel dan koloid ireversibel. Koloid reversibel adalah suatu koloid yang dapat berubah jadi tidak koloid, dan kemudian menjadi koloid kembali. Contohnya air susu. Sedangkan koloid ireversibel yaitu koloid yang setelah berubah menjadi tak koloid dan tidak dapat menjadi koloid kembali. Contohnya sol emas (Syukri, 1999:54-55).

Suatu koloid selalu mengandung dua fase yang berbeda, mungkin berupa gas, cair atau padat. Pengertian fase ini tidak sama dengan wujud, karena ada wujud sama seperti fasenya yang berbeda. Oleh sebab itu, suatu koloid selalu mempunyai fase terdispersi dan fase pendispersi. Fase terdispersi mirip dengan zat terlarut, dan fase pendispersi mirip dengan pelarut pada suatu larutan. Berdasarkan fase terdispersi dan fase

pendispersinya koloid disebut juga dispersi koloid yang dapat dibagi atas delapan jenis. (Syukri, 1999:57).

Penerapan sistem koloid dalam pengolahan limbah pabrik kertas dapat dilihat dalam konsep elektroforesis. Peristiwa elektroforesis adalah peristiwa mengalirnya partikel-partikel koloid menuju elektroda, Bergeraknya partikel koloid ke dalam satu elektroda menunjukkan bahwa partikel-partikel koloid bermuatan listrik. Gejala ini dapat diamati dengan menggunakan alat sel elektroforesis.

Dispersi koloid dimasukkan ke dalam tabung U kemudian dicelupkan elektroda pada mulut tabung. Apabila kawat dihubungkan dengan sumber arus listrik searah dan arus listrik mengalir lewat elektroda positif dan negative, partikel koloid akan bergerak ke salah satu elektroda. Partikel dispersi koloid yang bermuatan negatif akan bergerak menuju elektroda bermuatan negatif. (Brady, James E. 1999:135)

B. Landasan Teori

1. Pengertian

Koloid berasal dari kata "*kolia*" yang dalam bahasa Yunani berarti "lem". Koloid adalah suatu campuran zat heterogen antara dua zat atau lebih di partikel-partikel zat yang berukuran koloid tersebar merata dalam zat lain. Ukuran koloid berkisar antara 1-100 nm (10,5 – 10,7 cm). Sistem koloid adalah suatu bentuk campuran yang keadaannya terletak antara larutan dan suspensi (campuran kasar). Sistem koloid ini mempunyai sifat-sifat khas yang berbeda dari sifat larutan atau suspensi. Koloid adalah suatu sistem campuran "metastabil" (seolah-olah stabil, tapi akan memisah setelah waktu tertentu). Koloid berbeda dengan larutan, karena larutan bersifat stabil.

Dalam larutan koloid secara umum, ada dua zat, yaitu:

- a. Zat terdispersi, yakni zat yang terlarut di dalam larutan koloid.
- b. Zat pendispersi, yakni zat pelarut di dalam larutan koloid.

Tabel 1. Fase Pendispersi dan Terdispersi Suatu Koloid

No.	Fase Terdispersi	Fase Pendispersi	Nama Koloid	Contoh
1.	Padat	Padat	Sol Padat	Mutiara
2.	Cair		Emulsi Padat	Mentega
3.	Gas		Buih Padat	Batu Apung

4.	Padat	Cair	Sol	Cat
5.	Cair		Emulsi	Susu
6.	Gas		Buih	Sabun
7.	Padat	Gas	Aerosol	Debu
8.	Cair			Baygon

2. Jenis-Jenis Koloid

a. Aerosol

Aerosol adalah sistem koloid saat partikel padat atau cair terdispersi dalam gas. Contohnya aerosol padat (debu dan asap), aerosol cair (kabut, awan, bahan pendingin dan pendorong yang sering digunakan adalah *Chlorofluorocarbon* (CFC)).

b. Emulsi

Emulsi adalah sistem koloid saat zat terdispersi dan pendispersi adalah zat cair yang tidak dapat bercampur. Contohnya emulsi minyak dalam air (santan, lateks, minyak ikan) dan emulsi air dalam minyak (mentega, minyak rambut, minyak bumi). Untuk membentuk emulsi digunakan zat pengemulsi atau emulgator. Emulgator adalah zat untuk membantu menjaga kestabilan emulsi minyak dan air. Contohnya sabun untuk mengemulsikan minyak dan air dan kasein sebagai emulgator pada susu.

c. Sol

Sol adalah suatu sistem koloid di partikel padat terdispersi dalam zat cair.

d. Gel

Gel adalah koloid liofil setengah kaku. Contoh: agar-agar, lem kanji, selai dan *wax/pomade* untuk menata rambut.

e. Buih

Buih adalah sistem koloid dari gas yang terdispersi dalam zat cair. Contohnya sabun, detergen dan protein. Zat-zat yang dapat memecah/mencegah buih yaitu eter, isoamil alkohol.

3. Sifat-sifat Koloid

Sistem koloid mempunyai sifat khas, yang berbeda dengan sifat pada sistem dispersi lainnya. Berikut penjelasan mengenai sifat-sifat koloid,

a. Efek Tyndall

Gejala penghamburan berkas sinar (cahaya) oleh partikel-partikel koloid.

b. Gerak Brown

Gerakan partikel dengan lintasan lurus.

c. Absorpsi

Peristiwa penyerapan muatan oleh permukaan-permukaan partikel koloid.

d. Koagulasi

Peristiwa menggumpalnya koloid dan membentuk endapan.

e. Kestabilan Koloid

Salah satu sifat koloid adalah kurang stabil. Oleh karena itu, ada beberapa cara untuk menjaga kestabilan suatu koloid yaitu elektroforesis, dialisis, dan koloid pelindung. Elektroforesis adalah peristiwa pemisahan partikel koloid yang bermuatan dengan menggunakan arus listrik. Dialisis adalah pemisahan koloid dari ion-ion pengganggu. Koloid pelindung adalah koloid yang bersifat dapat melindungi koloid lain dari proses koagulasi.

f. Koloid Liofil dan Koloid Liofob

Berdasarkan interaksi antara partikel terdispersi dengan medium pendispersinya, sistem adalah koloid yang fase terdispersinya suka menarik medium pendispersinya. Contohnya adalah dispersi sabun, kanji, dan detergen. Sedangkan koloid liofob adalah sistem koloid yang fase terdispersinya tidak suka menarik medium terdispersinya.

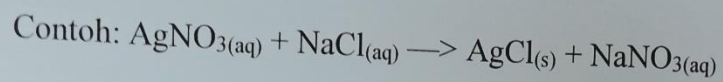
4. Pembuatan Sistem Koloid

a. Cara Kondensasi

Pembuatan sistem koloid dengan cara kondensasi dilakukan dengan cara penggumpalan partikel yang sangat kecil. Penggumpalan partikel ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1) Reaksi Pengendapan

Pembuatan sistem koloid dengan cara ini dilakukan dengan mencampurkan larutan elektrolit sehingga menghasilkan endapan.



2) Reaksi Hidrolisis

Reaksi hidrolisis adalah reaksi suatu zat dengan air. Sistem koloid dapat dibuat dengan mereaksikan suatu zat dengan air.



3) Reaksi Redoks

Pembuatan koloid dapat terbentuk dari hasil reaksi redoks.

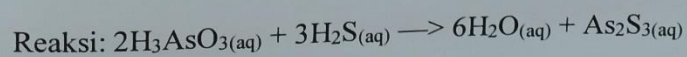
Contohnya pada larutan emas:



Emas formaldehid

4) Reaksi Pergeseran

Contohnya pembuatan sol As_2S_3 dengan cara mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan H_3AsO_3 encer pada suhu tertentu.



5) Reaksi Pergantian Pelarut

Contoh: pembuatan gel kalsium asetat dengan cara menambahkan alkohol 96% ke dalam larutan kalsium asetat jenuh.

b. Cara Dispersi

Pembuatan sistem koloid dengan cara dispersi dilakukan dengan memperkecil partikel suspensi yang terlalu besar menjadi partikel koloid, pemecahan partikel-partikel kasar menjadi koloid.

1) Cara Mekanik

Ukuran partikel suspensi diperkecil dengan cara penggilingan zat padat, dengan menghaluskan butiran besar kemudian diaduk dalam medium pendispersi.

Contoh:

- a) Gumpalan tawas digiling, dicampurkan ke dalam air akan membentuk koloid dengan kotoran air.
- b) Membuat tinta dengan menghaluskan karbon pada penggiling koloid kemudian didispersikan dalam air.
- c) Membuat sol belerang dengan menghaluskan belerang bersama gula (1:1) pada penggiling koloid, kemudian dilarutkan dalam air, gula akan larut dan belerang menjadi sol.

2) Cara Peptisasi

Pembuatan koloid dengan cara peptisasi adalah pembuatan koloid dengan menambahkan ion sejenis, sehingga partikel endapan akan dipecah.

Contoh:

- a) Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dengan menambahkan FeCl_3 .
- b) Sol NiS dengan menambahkan H_2S .
- c) Karet dipeptisasi oleh bensin.
- d) Agar-agar dipeptisasi oleh air.
- e) Endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dipeptisasi oleh AlCl_3 .

3) Cara Busur Bredia/Bredig

Pembuatan koloid dengan cara busur Bredia/Bredig dilakukan dengan mencelupkan dua kawat logam (elektroda) yang dialiri listrik ke dalam air, sehingga kawat logam akan membentuk partikel koloid berupa debu di dalam air.

4) Cara Ultrasonik

Cara ultrasonik adalah penghancuran butiran besar dengan ultrasonik (frekuensi > 20.000 Hz).

5) Campuran heterogen

Campuran homogen disebut larutan, contoh: larutan gula dalam air. Campuran heterogen dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu: Sistem koloid termasuk dalam bentuk campuran. Campuran terbagi menjadi dua, yaitu suspensi (pasir dalam air) dan koloid (susu dengan air).

Bab III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Dalam penelitian ini, objek yang digunakan adalah pengolahan limbah kertas di PT. Surabaya Mekabox.

B. Populasi dan Sampel

Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair, partikulat, gas, dan limbah padat. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah gas.

C. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 13-14 Maret 2019 di PT. Surabaya Mekabox.

D. Variabel Penelitian

1. Limbah cair, yang terdiri dari:
 - a. Padatan tersuspensi yang mengandung partikel kayu, serat dan pigmen.
 - b. Senyawa organik koloid terlarut seperti hemiselulosa, gula, alkohol, lignin, terpening, zat pengurai serat, perekat pati dan zat sintetis yang menghasilkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) tinggi.
 - c. Limbah cair berwarna pekat yang berasal dari lignin dan pewarna kertas

2. Partikulat, yang terdiri dari:

- a. Abu dari pembakaran kayu bakar dan sumber energi lain.
- b. Partikulat zat kimia terutama yang mengandung natrium dan kalsium.
- c. Logam berat jenis Hg dan Cu.

3. Limbah padat, yang terdiri dari sludge dari pengolahan limbah primer dan sekunder.

E. Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua macam data yang dikumpulkan untuk penelitian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya, sedangkan data sekunder tidak diperoleh langsung dari sumbernya.

1. Data Primer

Teknik pengumpulan data primer pada penelitian ini berupa hasil catatan lapangan dari kunjungan ke pabrik kertas PT. Surabaya Mekabox.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapat berdasarkan penelitian buku – buku rujukan yang mendukung penelitian ini.

F. Metode Pengolahan Data

1. Penyusunan Data

Data primer yang telah didapat dari kunjungan ke pabrik PT. Surabaya Mekabox maupun data sekunder dari penelitian buku – buku rujukan disusun secara sistematis sehingga memudahkan dalam tahap pengklasifikasian

2. Klasifikasi data

Data yang sudah tersusun secara sistematis akan diklasifikasikan agar lebih mudah dianalisis.

3. Penyajian data

Data pengolahan limbah yang sudah diperoleh disajikan dalam bentuk grafik.

G. Metode Analisis Data

1. Reduksi Data

Merangkum data-data penting yang diperoleh dari hasil catatan lapangan untuk menghasilkan catatan-catatan inti dari data yang diperoleh.

2. Penyajian data

Menyusun sekumpulan informasi tentang pengolahan limbah yang telah diperoleh agar dapat menarik kesimpulan.

3. Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari data-data pengolahan limbah yang telah diperoleh dan mencari makna data yang dikumpulkan dengan mencari hubungan, persamaan, dan perbedaan.

H. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah diusahakan dan dilaksanakan sesuai dengan prosedur ilmiah, demikian masih memiliki keterbatasan yaitu cakupan pengamatan yang terbatas karena tata tertib yang berlaku di pabrik.

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Aplikasi sistem koloid dalam pengolahan limbah industri kertas.

1. Pengertian

Koloid berasal dari kata "*kolia*" yang dalam Bahasa Yunani berarti "lem". Koloid merupakan suatu bentuk campuran (sistem dispersi) dua atau lebih zat yang bersifat homogen namun memiliki ukuran partikel terdispersi yang cukup besar (1 - 1000 nm) sehingga mengalami efek *Tyndall*. Bersifat homogen berarti partikel terdispersi tidak terpengaruh oleh gaya gravitasi atau gaya lain yang dikenakan kepadanya sehingga tidak terjadi pengendapan. Misalnya, sifat homogen ini juga dimiliki oleh larutan namun tidak dimiliki oleh campuran biasa (suspensi). Koloid dapat dijumpai pada kehidupan sehari-hari seperti susu, agar-agar, tinta, sampo, serta awan. Sitoplasma dalam sel juga merupakan sistem koloid. Kimia koloid menjadi kajian tersendiri dalam kimia industri karena kepentingannya.

1. Macam-Macam Koloid

a. Sol



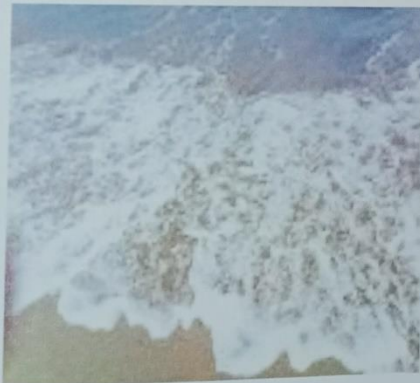
Gambar 1 Contoh Sol: Cat



Gambar 2 Contoh Sol: Tinta

Sistem koloid dari partikel padat yang terdispersi dalam zat cair disebut sol. Koloid jenis sol banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari contohnya: sol sabun, sol detergen, sol kanji, tinta tulis, air sungai berlumpur dan cat.

b. Buih



Gambar 3 Contoh buih: Ombak

Sistem koloid dari gas yang terdispersi dalam zat cair disebut buih. Seperti halnya dengan emulsi, untuk menstabilkan buih diperlukan zat pembuih, misalnya sabun, deterjen, dan protein. Buih dapat dibuat dengan mengalirkan suatu

gas ke dalam zat cair yang mengandung pembuih. Buih digunakan pada berbagai proses, misalnya buih sabun pada pengolahan bijih logam, pada alat pemadam kebakaran, dan lain-lain. Ada kalanya buih tidak dikehendaki. Zat-zat yang dapat memecah atau mencegah buih, antara lain eter, isoamil alkohol, dan lain-lain.

Buih mempunyai fase terdispersi gas. Buih terdiri atas:

- 1) Buih padat dengan medium pendispersi padat, contoh batu apung, karet busa, dan styrofoam;
- 2) Buih cair atau buih dengan medium pendispersi cair, contoh buih sabun dan putih telur.

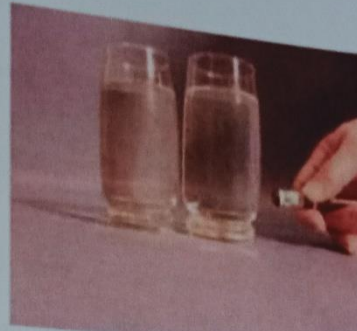
2. Sifat-Sifat Koloid

a. Efek *Tyndall*

Jika seberkas cahaya dilewatkan pada suatu sistem koloid, maka cahaya tersebut akan dihamburkannya sehingga berkas cahaya tersebut akan kelihatan. Sedangkan jika cahaya dilewatkan pada larutan sejati maka cahaya tersebut akan diteruskannya. Sifat koloid yang seperti inilah yang dikenal dengan efek *Tyndall* dan sifat ini dapat digunakan untuk membedakan koloid dengan larutan sejati. Gejala ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday kemudian yang diselidiki lebih lanjut oleh John Tyndall (1820 – 1893), seorang ahli Fisika Bangsa Inggris.



Tampak atas



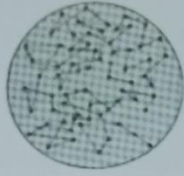
Tampak samping

Gambar 4 Efek Tyndall

Efek Tyndall juga dapat menjelaskan mengapa langit pada siang hari berwarna biru sedangkan pada saat matahari terbenam, langit di ufuk barat berwarna jingga atau merah. Hal itu disebabkan oleh penghamburan cahaya matahari oleh partikel koloid di angkasa dan tidak semua frekuensi dari sinar matahari dihamburkan dengan intensitas sama.

Jika intensitas cahaya yang dihamburkan berbanding lurus dengan frekuensi, maka pada waktu siang hari ketika matahari melintas di atas kita frekuensi paling tinggi (warna biru) yang banyak dihamburkan, sehingga kita melihat langit berwarna biru. Sedangkan ketika matahari terbenam, hamburan frekuensi rendah (warna merah) lebih banyak dihamburkan, sehingga kita melihat langit berwarna jingga atau merah.

b. Gerak Brown

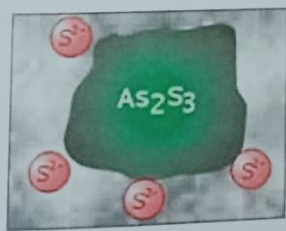


Gambar 5 Gerak Brown

Gerak brown merupakan gerak patah-patah (zig-zag) partikel koloid yang terus menerus dan hanya dapat diamati dengan mikroskop ultra. Gerak brown terjadi sebagai akibat tumbukan yang tidak seimbang dari molekul-molekul medium terhadap partikel koloid. Dalam suspensi tidak terjadi gerak Brown karena ukuran partikel cukup besar, sehingga tumbukan yang dialaminya setimbang. Partikel zat terlarut juga mengalami gerak Brown, tetapi tidak dapat diamati. Semakin tinggi suhu, maka gerak brown yang terjadi juga semakin cepat, karena energi molekul medium meningkat sehingga menghasilkan tumbukan yang lebih kuat.

Gerak Brown merupakan faktor penyebab stabilnya partikel koloid dalam medium dispersinya. Gerak brown yang terus menerus dapat mengimbangi gaya gravitasi sehingga partikel koloid tidak mengalami sedimentasi (pengendapan).

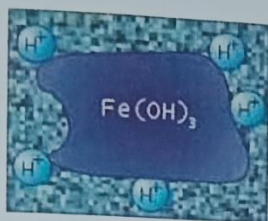
c. Adsorpsi



Gambar 6 Ilustrasi adsorpsi 1

Adsorpsi adalah peristiwa di mana suatu zat menempel pada permukaan zat lain, seperti ion H^+ dan OH^- dari medium pendispersi. Untuk berlangsungnya adsorpsi, minimum harus ada

dua macam zat, yaitu zat yang tertarik disebut adsorbat, dan zat yang menarik disebut adsorban. Apabila terjadi penyerapan ion ada permukaan partikel koloid maka partikel koloid dapat bermuatan listrik yang muatannya ditentukan oleh muatan ion-ion yang mengelilinginya.



Gambar 7 Ilustrasi adsorpsi 2

Partikel koloid mempunyai kemampuan menyerap ion atau muatan listrik pada permukaannya. Oleh karena itu partikel koloid bermuatan listrik. Penyerapan pada permukaan ini disebut dengan adsorpsi. Contohnya sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dalam air mengadsorpsi ion positif sehingga bermuatan positif dan sol As_2S_3 mengadsorpsi ion negatif sehingga bermuatan negatif. Pemanfaatan sifat adsorpsi koloid dalam kehidupan antara lain dalam proses pemutihan gula tebu, dalam pembuatan norit (tablet yang terbuat dari karbon aktif) dan dalam proses penjernihan air dengan penambahan tawas.

d. Koagulasi

Koagulasi adalah peristiwa pengendapan atau penggumpalan koloid. Koloid distabilkan oleh muatannya. Jika muatan koloid dilucuti atau dihilangkan, maka kestabilannya akan berkurang sehingga dapat menyebabkan koagulasi atau penggumpalan. Pelucutan muatan koloid dapat terjadi pada sel

elektroforesis atau jika elektrolit ditambahkan ke dalam system koloid. Apabila arus listrik dialirkan cukup lama kedalam sel elektroforesis, maka partikel koloid akan digumpalkan ketika mencapai electrode. Koagulasi koloid karena penambahan elektrolit terjadi karena koloid bermuatan positif menarik ion negative dan koloid bermuatan negative menarik ion positif. Ion-ion tersebut akan membentuk selubung lapisan kedua. Jika selubung itu terlalu dekat, maka selubung itu akan menetralkan koloid sehingga terjadi koagulasi.

e. Koloid Pelindung



Gambar 8 Penerapan koloid pelindung

Ada koloid yang bersifat melindungi koloid lain supaya tidak mengalami koagulasi. Koloid semacam ini disebut koloid pelindung. Koloid pelindung ini membentuk lapisan di sekeliling partikel koloid yang lain sehingga melindungi muatan koloid tersebut. Koloid pelindung ini akan membungkus partikel zat terdispersi, sehingga tidak dapat lagi mengelompok.

Contoh pemanfaatan koloid pelindung adalah sebagai berikut:

- a. Pada pembuatan es krim digunakan gelatin untuk mencegah pembentukan Kristal besar atau gula
- b. Cat dan tinta dapat bertahan lama karena menggunakan suatu koloid pelindung.
- c. Zat-zat pengemulsi seperti sabun dan detergen juga tergolong koloid pelindung.

B. Cara kerja proses DAF

Sistem DAF merupakan hal yang sangat vital dalam pengolahan limbah di pabrik ini. Sistem DAF dipilih karena sangat efisien dan mudah diterapkan dalam mengolah limbah di pabrik ini. Sistem DAF (Dissolved Air Flotation) atau flotasi udara terlarut adalah proses pemisahan padatan tersuspensi dan limbah - limbah lainnya dari cairan. Suspensi padat adalah Proses pemisahan terjadi karena adanya gelembung - gelembung halus yang terdapat pada fase cairan dan menempel pada padatan yang tersuspensi yaitu limbahnya. Semakin banyak gelembung - gelembung yang menempel pada limbah, gaya angkat yang dihasilkan gelembung akan lebih besar daripada gaya gravitasi sehingga limbah akan naik ke permukaan. Berikut adalah pemaparan lebih rinci dan jelas dari proses pemisahan limbah dengan proses DAF :

1. Penambahan flokulan dan koagulan

Limbah air dialirkan ke dalam tanki flotasi dan dicampurkan dengan flokulan yaitu polimer. Flokulan berperan membentuk ikatan antar partikel. Setelah itu, ditambahkan lagi ke dalam larutan koagulan yaitu aluminium sulfat. Ikatan antar partikel yang telah terbentuk oleh flokulan masih terlalu

kecil untuk dipisahkan dari air. Oleh karena itu koagulan ditambahkan untuk membentuk gumpalan yang lebih besar dari ikatan – ikatan.

2. Penambahan air dengan saturasi udara tinggi

Dari setiap siklus pengolahan limbah air, sebagian dari hasil air ditampung di dalam suatu bejana kecil. Di dalam bejana tersebut, air akan diberi tekanan tinggi dan udara terkompres. Air akan melalui sebuah katup pereduksi tekanan sebelum mengalir ke dalam tanki flotasi. Di dalam tanki flotasi, udara yang terdapat dalam air dilepaskan dalam bentuk gelembung yang terbentuk pada permukaan bubur kertas. Gelembung akan terbentuk terus-menerus hingga gaya angkat dari gelembung melebihi gaya gravitasi. Oleh karena itu, bubur kertas akan terangkat ke permukaan.

3. Pemisahan bubur kertas dari air

Bubur kertas yang naik ke permukaan air membentuk suatu lapisan. Skimmer yaitu sebuah alat berputar akan menyapu lapisan bubur kertas masuk ke dalam suatu celah di antara tanki flotasi dan suatu bak penampung air hasil proses. Di dalam celah tersebut terdapat suatu penahan yang menahan bubur kertas agar tidak lolos ke dalam bak air.

C. Kesimpulan

Data yang kami dapatkan saat berkunjung ke PT. Surabaya Mekabox cocok dengan landasan teori yang kami gunakan. Di PT. Surabaya Mekabox, koloid sangat penting dalam pengolahan limbah. Koloid berfungsi untuk memisahkan air dengan bubur kertas yang masih bisa dipakai. Pemisahan bubur kertas tersebut menggunakan sistem DAF (Dissolved Air

Flotation). Limbah tersebut yang mengandung bubur kertas dikumpulkan ke kolam tertentu, kemudian ditambah dengan senyawa $Al_2(SO_4)_3$ agar bubur kertas dapat menggumpal. Setelah menggumpal, kolam akan diberi udara dari dasar kolam sehingga membentuk gelembung udara. Gelembung udara akan naik keatas, mengangkat gumpalan kertas tersebut sehingga mudah dipisahkan. Bubur kertas yang telah dipisahkan akan dibawa kembali ke pabrik untuk bahan produksi, sedangkan sisa air yang sudah terpisah akan diproses lagi sebelum bisa dibuang ke sungai.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah di pabrik memerlukan perhatian yang lebih. Pengolahan limbah pabrik kertas menggunakan proses DAF, *primary clarifier*, *biology pool*, serta *secondary clarifier*. Proses ini menerapkan sistem koloid dalam penerapannya.

Dalam proses DAF, sistem koloid digunakan untuk memisahkan limbah air hasil produksi dengan bubur kertas yang masih terpakai. Sedangkan dalam *biology pool*, sistem koloid digunakan untuk menguraikan limbah – limbah organik yang terkandung dalam air.

B. Saran

Dalam pembelajaran sistem koloid dengan kunjungan ke PT. Mekabox Surabaya ditemukan berbagai kendala yang memperlambat pembelajaran. Bagi siswa, seharusnya semua siswa terlebih dahulu memahami materi koloid. Bagi pabrik, seharusnya pabrik menyediakan transportasi yang lebih besar sehingga dapat menghemat waktu.

Sekian dan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Alberty, Robert A and Robert J.Silbey. 1996. *Physical Chemistry 2nd edition*. USA:
John Wiley and sons inc.

Atkins, PW. 1999. *Kimia Fisika Jilid II*. Jakarta: Erlangga.

Brady, J.E. 1992. *Kimia Universitas Jilid 1*. Jakarta: Bina Rupa Aksara.

Dogra, S.K. 1984. *Kimia Fisika dan Soal – Soal*. Jakarta : UI – Press.

Kleinfelter, Keenan. 1996. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.

Oxtoby, David W, dkk. *Kimia Modern*. Jakarta: Erlangga.

Petrucci, R.H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 2*.
Jakarta: Erlangga.

Sukardjo, Pr. 1997. *Kimia Fisika*. Yogyakarta : Rineka Cipta.

Sumardjo, Damin. 2008. *Pengantar Kimia*. Jakarta: EGC.

Syukri. 1999. *Kimia Dasar*. Bandung: ITB.

Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar 2*. Bandung : ITB.