

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Lumpur Sungai

Sungai merupakan salah satu ekosistem, yaitu suatu sistem ekologi yang terdiri atas komponen-komponen yang saling berintegrasi sehingga membentuk suatu kesatuan, apabila salah satu komponen terganggu, maka hal ini akan mempengaruhi komponen lain yang ada pada sungai tersebut (Asdak, 1995).

Karakteristik lumpur biologis yang perlu ditinjau di dalam proses *conditioning* adalah pH, temperatur, *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Volatile Suspended Solid* (VSS). Matrix VSS sebagian besar disusun oleh *extracellular polymeric substances* (EPS) yang berasal dari berbagai macam proses mikroba (mikroskopik), terutama pertumbuhan biomassa, lisis, dan penggunaan substrat. EPS merupakan komponen utama dari kumpulan (*agregat*) mikroba untuk menjaga agar *agregat* mikroba tersebut tetap berada dalam bentuk (*matrix*) tiga dimensi (Rahardja, dkk, 2013).

2.2 Pengolahan Limbah Secara Fisika dan Kimia

Pengolahan secara fisika seperti *screen*, filtrasi, pengendapan dan flotasi dapat merupakan proses pendahuluan untuk menyisahkan bahan tersuspensi atau melayang dari dalam air buangan, sedangkan proses adsorpsi dan osmosa merupakan proses pengolahan sekunder tersier. Pengolahan secara kimia memerlukan perubahan bahan kimia agar terjadi reaksi kimia untuk menyisahkan bahan polutan. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi yang tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia (Djajadiningrat, 1992).

2.3 Conditioning

Proses ini berguna untuk memudahkan lumpur untuk mengurangi kandungannya sehingga dapat membantu proses selanjutnya (Qasim, 1992). Proses ini dilakukan sebelum proses dewatering secara mekanis. *Conditioning* dapat dilakukan dengan *freezing* dan *thawling*, serta dengan penambahan bahan kimia. Bahan kimia yang umumnya digunakan untuk proses ini adalah kapur, FeCl₃, alum, dan polimer (Pratami, 2011).

2.3.1 Chemical Conditioning

Chemical conditioning merupakan pengkondisian dengan menambahkan senyawa kimia sehingga meningkatkan performa proses dewatering. Proses ini melibatkan penambahan ferric klorida, *fly ash*, kapur, atau polimer. Tipe dan dosis bahan kimia yang digunakan

berbeda tergantung kualitas bahan baku, tipe lumpur, dan konsentrasi padatan yang diinginkan pada proses thickening dan dewatering (Pratami, 2011). Montgomery, 1985 mengungkapkan bahwa polimer umumnya digunakan sebagai bahan kimia dalam proses ini, kapur umumnya digunakan untuk lumpur alum (*alum sludge*). Dosis bahan kimia optimum yang dibutuhkan dalam proses *conditioning* umumnya didapat dari penelitian lapangan.

2.4 Dewatering

Dewatering lumpur adalah proses yang sangat diperlukan dalam pengelolaan lumpur secara mekanis, yang meliputi penyaringan dan sentrifugasi. Pengeringan mekanis penting dalam mengurangi volume lumpur sebelum pembuangan pengeringan lumpur lebih lanjut karena pengaruh yang cukup besar dari lokasi dan iklim terhadap pengeringan alami dan konsumsi energi yang tinggi selama pengeringan buatan (Bennamoun, 2012). Namun, pengeringan mekanis lumpur secara langsung tanpa perlakuan awal tidak dapat mencapai efek pengeringan yang ideal, dan kadar air lumpur setelah pengeringan mekanis hanya dapat mencapai 80% - 98% (Wang, dkk, 2010) karena lumpur adalah sistem yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak padatan kecil dan bermuatan permukaan, yang bisa relatif stabil secara dinamis dalam air tidak hanya karena gravitasi rendah dan efek tolakan elektrostatisnya, tetapi juga karena sebagian air dikombinasikan erat ke permukaan atau ditangkap di dalam jaringan koloid. Terutama, EPS bermuatan tinggi dapat dengan mudah membentuk struktur tersuspensi gel yang stabil yang berikatan dengan molekul air karena kekuatan steriknya (Vaxelaire dan Cézac, 2004).

2.4.1 Mechanical Dewatering

Konsentrasi padatan hasil *mechanical* dewatering berbeda-beda tergantung pada karakteristik lumpur serta jenis pengolahan yang digunakan. Pada metode *mechanical* dewatering ini alat yang digunakan untuk menghilangkan kadar air dalam lumpur meliputi belt filter press, centrifugal, pressure filter, dan vacuum filter. Berikut merupakan hasil persentase padatan cake lumpur dari berbagai jenis lumpur serta tipe unit *mechanical* dewatering yang digunakan, disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik *cake* lumpur metode *mechanical dewatering* (Novak, 1989).

Tipe lumpur	<i>Specific Gravity</i> Padatan (Ss)	Konsentrasi padatan pada <i>cake</i> (%)		
		<i>Vacuum Filtration</i>	<i>Centrifuge</i>	<i>Pressure Filtration</i>
<i>Lime sludge</i> (Mg rendah)	1,19	56,1	60,6	69,5
<i>Iron sludge</i>	1,16	50,1	55,6	64,6
<i>Ferric Hidroxide</i>	1,07	22,7	28,2	36,2
<i>Lime sludge</i> (Mg tinggi)	1,05	21	24,8	34,6
Alumunium hidroksida	1,03	17,2	19	23,2

2.5 Koagulasi dan Flokulasi

2.5.1 Koagulasi

Menurut Manurung, 2009, koagulasi adalah peristiwa destabilisasi dari pada partikel-partikel koloid di mana gaya tolak-menolak (repulsi) di antara partikel-partikel tersebut dikurangi ataupun dihilangkan. Partikel-partikel koloid yang terdapat dalam suatu wadah ataupun aliran air pada dasarnya bermuatan negatif pada permukaannya. Muatan ini menyebabkan gaya tolak-menolak di antara partikel-partikel sehingga menghalangi terjadinya agregasi dari pada partikel-partikel menjadi agregat yang lebih besar.

- **Koagulan**

Senyawa koagulan adalah senyawa yang mempunyai kemampuan mendestabilisasi koloid dengan cara menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah mengendap. Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Koagulan dapat berupa garam-garam logam (anorganik) atau polimer (organik). Polimer adalah senyawa-senyawa organik sintetis yang disusun dari rantai panjang molekul-molekul yang lebih kecil. Koagulan polimer ada yang kationik (bermuatan positif), anionik (bermuatan negatif), atau nonionik (bermuatan

netral). Sedangkan koagulan anorganik mencakup bahan-bahan kimia umum berbasis aluminium atau besi. Ketika ditambahkan ke dalam contoh air, koagulan anorganik akan mengurangi alkalinitasnya sehingga pH air akan turun. Koagulan organik pada umumnya tidak mempengaruhi alkalinitas dan pH air. Koagulan anorganik akan meningkatkan konsentrasi padatan terlarut pada air yang diolah (Gebbie, 2005).

2.5.2 Flokulasi

Flokulasi berasal dari bahasa latin *flokulare* yang artinya membentuk suatu flok yang secara visual menyerupai suatu tumpukan dari wol atau struktur pori-pori yang banyak seratnya. Mekanisme flokulasi dengan polielektrolit adalah dengan cara adsorpsi dan jembatan antar partikel. Flokulasi yang bergantung pada keberadaan senyawa yang bertindak sebagai jembatan di antara partikel-partikel koloid yang menyatukan partikel-partikel tersebut dalam suatu massa yang lebih besar yang disebut jaringan flok. Jadi flokulasi adalah suatu proses pembentukan flok di mana terbentuk agregat atau gumpalan besar yang dapat dengan mudah dipindahkan dari larutan. Sedangkan flokulan adalah suatu zat atau senyawa yang dapat ditambahkan untuk terjadinya flokulasi. Flokulan biasanya merupakan polimer dengan berat molekul yang tinggi dan membentuk rantai yang cukup panjang untuk mengurangi gaya tolak-menolak di antara partikel-partikel koloid.

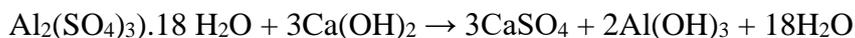
Bila molekul polimer bersentuhan dengan partikel koloid maka beberapa gugusnya akan teradsorpsi pada permukaan partikel dan sisanya tetap berada dalam partikel. Bila partikel kedua ini terikat pula pada bagian lain dari rantai polimer tersebut maka terjadi kompleks partikel dengan polimernya yang berfungsi sebagai jembatan. Proses flokulasi terdiri dari tiga langkah yaitu :

- 1) Pelarutan reagen melalui pengadukan cepat (1 menit : 100 rpm)
- 2) Pengadukan lambat untuk membentuk flok-flok (15 menit : 20 rpm)
- 3) Penghapusan flok-flok dengan koloid yang terkurung dari larutan melalui sedimentasi (15 – 20 menit : 0 rpm) (Manurung, 2009).

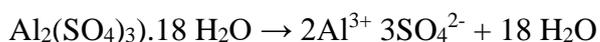
2.6 Aluminium Sulfat atau Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai secara efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas. Namun ada juga kerugiannya, yaitu umumnya dipasok dalam bentuk padatan

sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutannya (Budiyono, 2013). Jika aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ditambahkan ke dalam air dalam suasana basa (adanya alkalinitas) maka reaksi yang terjadi adalah :



Reaksi-reaksi antara aluminium sulfat dalam air dipengaruhi oleh banyak factor. Oleh karena itu sukar memperkirakan dengan akurat jumlah aluminium sulfat yang akan bereaksi dengan jumlah alkalinitas yang diberikan oleh kapur. Larutan aluminium sulfat dalam air menghasilkan (Jenita, 2016) :



Menurut Risdianto, 2007 dosis penambahan PAC dalam lumpur limbah yang optimum digunakan yaitu 75-250 mg/L.

2.7 Poly Aluminium Chloride (PAC)

Polialuminium klorida adalah salah satu produk polimer aluminium yang digunakan untuk menetralkan muatan koloid serta membentuk jembatan penghubung di antara koloid-koloid tersebut, sehingga proses koagulasi-flokulasi dapat berlangsung dengan efisien. polialuminium klorida mempunyai rumus molekul $\text{Al}_m(\text{OH})_n(\text{Cl})_p(\text{SO}_4)_q$. Produk ini dikarakterisasi dengan rasio molekuler OH/Al di antara 0,4 dan 0,6 serta stabilitasnya dipertahankan oleh adanya ion sulfat yang dapat menghambat polimerisasi spontan dari pada produk. Pada umumnya polialuminium klorida mempunyai daya koagulasi-flokulasi yang lebih besar dibandingkan dengan garam aluminium yang biasa seperti misalnya tawas. Dosis penambahan PAC dalam lumpur limbah yang optimum digunakan yaitu < 100 mg/L (Wei dkk, 2018).

Keuntungan yang dapat di catat dari penggunaan polialuminium klorida sebagai koagulan-flokulan yaitu efektif pada pH 5 – 10 dan jumlah lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan garam aluminium yang biasa selain itu efek korosi yang ditimbulkan jauh lebih kecil dibandingkan dengan garam aluminium yang biasa (Manurung, 2009).

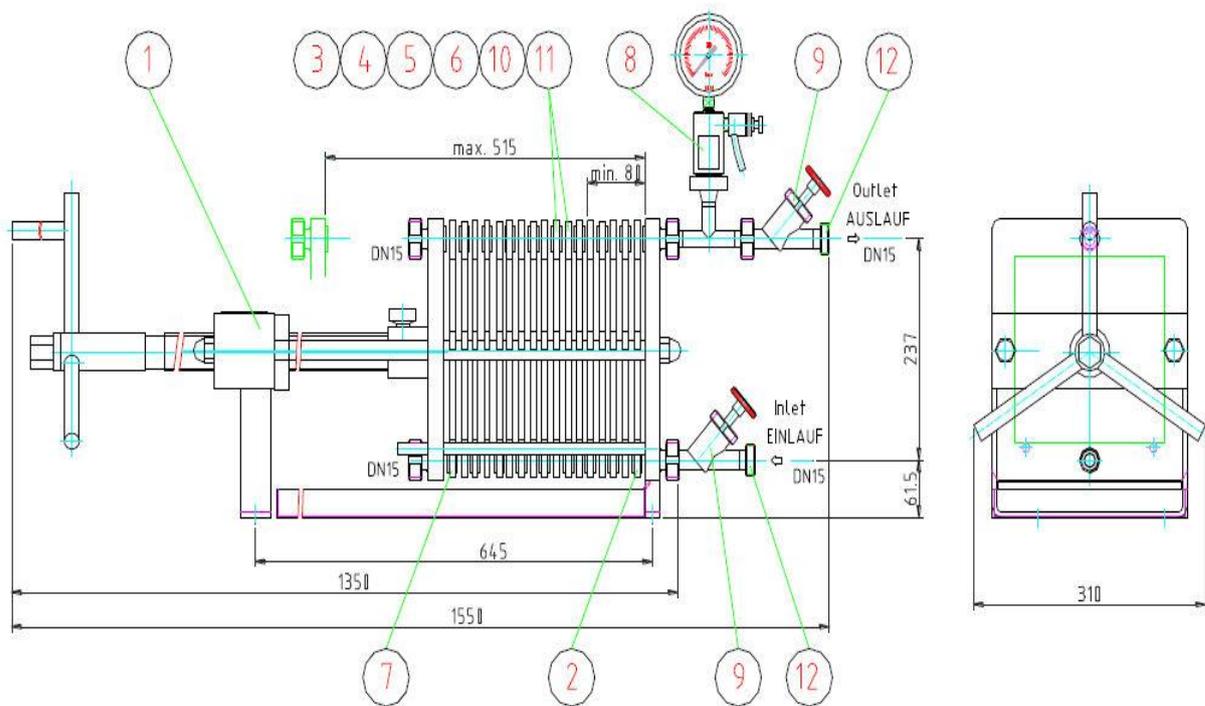
2.8 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses dimana campuran yang heterogen antara *fluida* dan partikel - partikel padatan dipisahkan pada media filter atau medium penyaring yang meloloskan *fluida* tetapi menahan partikel - partikel padatan. *Fluida* yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas, aliran yang lolos dari saringan mungkin saja cairan, padatan, atau keduanya. *Fluida* mengalir

melalui media penyaring karena perbedaan tekanan yang melalui media tersebut. Penyaring dapat beroperasi pada tekanan di atas atmosfer pada bagian atas media penyaring, tekanan operasi pada bagian atas media penyaring dan vakum pada bagian bawah.

Tekanan di atas atmosfer dapat dilakukan dengan gaya gravitasi pada cairan dalam suatu kolom, dengan menggunakan pompa atau blower, atau dengan gaya sentrifugal. Dalam suatu penyaring gravitasi media penyaring bisa jadi tidak lebih baik daripada saringan (*screen*) kasar atau dengan partikel kasar seperti pasir. Penyaring gravitasi dibatasi penggunaannya dalam industri untuk suatu aliran cairan kristal kasar, penjernihan air minum, dan pengolahan limbah cair (Mc, Cabe. 1993).

2.9 Plate and Frame Filter Press



Gambar 2.1 Plate and Frame Filter Press

Plate dan frame filter press terdiri dari plate dan frame yang tergabung menjadi satu dengan kain saring pada tiap sisi plate. Plate memiliki saluran sehingga filtrat jernih dapat melewati tiap plate. Slurry dipompa menuju plate dan frame dan mengalir melalui saluran pada frame sehingga slurry memenuhi frame. Filtrat mengalir melalui kain saring dan padatan menumpuk dalam bentuk cake pada kain filtrat mengalir antara kain saring dan plate melalui saluran keluar. Filtrasi terus dilakukan hingga frame dipenuhi padatan. Kebanyakan filter

memiliki saluran pengeluaran yang terpisah untuk tiap frame sehingga dapat dilihat apakah filtrat jernih atau tidak. Bila filtrat tidak jernih, mungkin disebabkan kain saring rusak atau sebab lainnya. Ketika frame sudah benar – benar terpisah plate dan frame dipisahkan dan cake dihilangkan, lalu filter dipasang lagi dan digunakan (Geankoplis, 1993).

Teknik ini mulanya digunakan untuk residu hasil industri, namun kini digunakan juga untuk *dewatering* lumpur dari WTP. Residu dari WTP akan dipompa diantara dua piringan dengan tekanan yang tinggi (350- 1575 kN/m²). Filtrat air tersebut akan memiliki kandungan padatan tersuspensi kurang dari 10 mg/L Teknik ini memerlukan biaya operasi dan perawatan yang tinggi bila dibandingkan dengan sistem mekanikal *dewatering* lainnya (Montgomery, 1985).

2.10 Pengoperasian *Plate and Frame Filter Press*

Pada filtrasi dengan pres filter horizontal, suspensi masuk pada bagian kepala melalui saluran yang terbentuk oleh lubang - lubang di bagian atas plat. Pada press filter bingkai, suspensi mengalir melalui bingkai - bingkai, sedangkan pada press filter kamar, suspensi mengalir di antara plat - plat yang masuk ke dalam ruang filtrasi yang sesungguhnya. Filtrat menerobos kedua sisi kain filter, kemudian mengalir ke belakang kain filter sepanjang alur - alur plat turun ke dalam saluran. Saluran ini terbentuk dari lubang - lubang pada plat. Pada sistem tertutup filtrat keluar di bagian kepala, sedangkan pada sistem terbuka filtrat mengalir dari masing - masing plat melalui sebuah kran atau selang ke dalam saluran terbuka yang terletak di luar alat pres. (Nicholas, P. Cheremisinoff, 1998).

2.11 *Pressure Drop*

Menurut McCabe, 1993, Filtrasi adalah contoh khusus dari aliran melalui media berpori, untuk kasus-kasus di mana hambatan untuk mengalir adalah konstan. Dalam penyaringan, resistensi aliran meningkat dengan waktu sebagai media filter menjadi tersumbat atau cake filter menumpuk. Jumlah utama yang menarik adalah laju aliran melalui filter dan penurunan tekanan (*pressure drop*) di seluruh unit. Seiring berjalannya waktu selama penyaringan, laju aliran berkurang atau penurunan tekanan (*pressure drop*) meningkat. dalam apa yang disebut filtrasi tekanan konstan (*constant-pressure filtration*), penurunan tekanan dipertahankan konstan dan laju aliran memungkinkan untuk turun seiring waktu; lebih jarang, penurunan tekanan semakin meningkat untuk memberikan apa yang disebut filtrasi laju konstan (*constant-rate filtration*).

Untuk penurunan tekanan (*pressure drop*) secara keseluruhan setiap saat adalah jumlah dari tekanan turun di atas media dan cake. Jika P_a adalah tekanan inlet, P_b adalah tekanan outlet, dan P' adalah tekanan pada batas antara cake dan medium, maka:

$$\Delta P = P_a - P_b = (P_a - P') + (P' - P_b) = \Delta P_c + \Delta P_m$$

Dimana : ΔP = Penurunan tekanan keseluruhan

ΔP_c = Penurunan tekanan cake

ΔP_m = Penurunan tekanan di atas media

2.12 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Pengarang dan Judul	Bahan Baku	Metode	Hasil
1.	Yustinawati, Nirwana, Irdono HS <i>Efektifitas Poly Alumunium Chloride (PAC) Pada Pengolahan Limbah Lumpur Pemboran Sumur Minyak</i>	Lumpur Pemboran Sumur dan PAC	Jar Tes	Kinerja penambahan koagulan PAC lebih efektif dibandingkan tanpa koagulan dan berpengaruh pada nilai TSS, TDS, COD dan Ph
2.	Mark S. Klima ,Ian Dehart, Ryan Coffman <i>Beseline Testing Of a Filter Press and Solid Bowl Centrifuge For Dewatering Coal Thickener Underflow Slurry</i>	Slurry (lumpur)	Bahan baku dimasukkan kedalam tangki berpengaduk dan dilakukan pencampuran yang dibantu dengan kompressor, percobaan dilakukan dengan waktu selama 240 detik, filtrat akan ditampung di tangki filtrat dan hasil cake diambil pada sela	Nilai abu keseluruhan 40,3% dan konsentrasi padatan dari bahan rata-rata yaitu 24,5% dari berat

			sela filter cloth.	
3.	Arief Pangestu, Devi Abriyani, 2016. “Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Nilai Efisiensi Proses Filtrasi CaCO ₃ dengan menggunakan <i>Plate and Frame Filter Press</i> .”	Air dan Kapur (CaCO ₃)	Membuat suspensi CaCO ₃ dalam air dengan komposisi 200 gr CaCO ₃ dan 20 L air pada mixing tank. Kemudian filtrasi sampel dengan menggunakan alat plate and frame filter press. Mencatat waktu dan volume filtrat keluar. Menjaga tekanan dalam tangki dengan mengatur bukaan kerangan udara masuk selama tumpuhan penyaringan. Mengambil 30 ml filtrat kemudian melakukan analisa tahanan cake (α), tahanan medium filter (Rm), yield dan kadar air.	Hasil penelitian menjelaskan bahwa semakin tingginya tekanan yang diberikan maka semakin besarnya harga α dan Rm. Hal tersebut dapat dilihat pada nilai α dan Rm pada masing-masing percobaan berturut-turut adalah, $\alpha_1 = 1,2 \times 10^9$ m/kg & $Rm_1 = 1,82 \times 10^{10}$ m ⁻¹ ; $\alpha_2 = 2,2 \times 10^9$ m/kg & $Rm_2 = 3,67 \times 10^{10}$ m ⁻¹ ; $\alpha_3 = 2,52 \times 10^9$ m/kg & $Rm_3 = 5,22 \times 10^{10}$ m ⁻¹ ; $\alpha_4 = 3,95 \times 10^9$ m/kg & $Rm_4 = 5,67 \times 10^{10}$ m ⁻¹ .
4.	Suci Yuliati, 2006. “Proses Koagulasi Flokulasi pada Pengolahan Tersier Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia.”	Efluen yang berasal dari bak sedimentasi PT. Capsugel Indonesia, Cibinong, Jawa Barat. Koagulan yang digunakan adalah alum padat, PAC padat, FeCl ₃ padat, dan kaporit padat.	Perlakuan dosis kaporit yang diberikan pada tahap ini adalah 5, 10, 15 mg/L. Penggunaan dosis untuk alum sebanyak 15-80 mg/L, dan untuk PAC sebanyak 10-60 mg/L. Penggunaan FeCl ₃ sebanyak 50-300 mg/L.	koagulan yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kekeruhan dan warna pada proses koagulasi – flokulasi dengan menggunakan alum, PAC, dan FeCl ₃ . Perbedaan pH memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kekeruhan dan warna pada proses koagulasi – flokulasi dengan menggunakan alum,

				PAC, dan FeCl ₃ . Interaksi antara perlakuan dosis dan pH memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kekeruhan pada proses koagulasi – flokulasi dengan menggunakan alum, PAC, dan FeCl ₃ .
5.	Citra Kusuma Parahita, 2018 “ Pengaruh Waktu Pengadukan dan Pengambilan Sampel Larutan CaCO ₃ 4%, terhadap Jumlah Endapan pada Alat Filter Press	Air, Kapur (CaCO ₃)	Metode : Filtrasi dengan alat plate and frame Kondisi Proses : Tahap awal yaitu pembuatan larutan CaCO ₃ 4 % pada 20 liter H ₂ O. Tahap kedua adalah proses filtrasi CaCO ₃ menggunakan filter press untuk mendapatkan cake. Tahap terakhir yaitu Uji fisis cake dengan menghitung berat endapan dan kadar air yang hilang	Hasil percobaan dapat diketahui bahwa semakin lama waktu sampling dan waktu pengadukan maka semakin besar pula endapan yang tersaring pada filter press. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu dan waktu pengadukan maka larutan CaCO ₃ akan semakin homogen sehingga proses filtrasi berjalan lebih baik
6.	Muhammad Rizki Romadhon, 2016 Efektivitas Jenis Koagulan dan Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar	Pengolahan limbah dengan metode koagulasi. Yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis koagulan, pH dan dosis koagulan. Jenis koagulan	Pembuatan larutan standar kromium 1000 ppm; 100 ppm; 1,25 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm; 7,5 ppm; 10 ppm. Selanjutnya pembuatan kurva kalibrasi.	Koagulan yang dapat mengkoagulasi logam kromium paling efektif ialah besi(II) sulfat dengan memberikan efektivitas koagulasi 99,4%. pH optimum pada besi(II) sulfat

	Kromium Limbah Penyamakan Kulit	yang digunakan yaitu aluminium sulfat, PAC dan besi(II) sulfat. Sedangkan dosis koagulan ialah 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, 400 ppm, 450 ppm, dan 500 ppm. Variabel terikat adalah kadar ion logam kromium.	Pengukuran kadar awal sampel kromium (Cr). Penentuan jenis koagulan terefektif. Penentuan pH terfektif pada masing – masing jenis koagulan.	yang dapat mengkoagulasi logam kromium paling efektif ialah 9 dengan memberikan efektivitas koagulasi 97,46%. Dosis koagulan besi(II) sulfat yang dapat mengkoagulasi logam kromium paling efektif ialah 450 ppm dengan efektivitas koagulasi 100%.
7.	Risdianto, 2007. “Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)”	Koagulan yang digunakan adalah aluminium sulfat, ferro sulfat dan poly aluminium chloride (PAC) dengan dosis 75 mg/L sampai 250 mg/L. Flokulan yang digunakan adalah flokulan anionik Polyacrylic Acid dengan dosis 0.25 mg/L sampai 1 mg/L dan flokulan kationik Polyethylene-Imine dengan dosis 2 mg/L sampai 5 mg/L.	. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jartes sebagai tahap proses dan turbidity meter untuk mengukur turbidity sebagai parameternya. untuk satu kali tahapan proses diperlukan sekitar 40 liter air limbah. Selanjutnya, aktifkan pengadukan dengan kecepatan 140 rpm selama 1 menit untuk pengadukan cepat kemudian turunkan kecepatan pengadukan menjadi 45 rpm pada kondisi ini tambahkan flokulan dengan dosis tertentu, pengadukan lambat dilakukan selama 15 menit lalu biarkan air limbah selama 15 menit	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabel proses koagulan ferro sulfat dosis 200 mg/l, flokulan kationik Polyethylene-Imine dosis 5 mg/l dan kondisi pH = 7 merupakan kondisi yang paling optimal, hal ini dilihat dari % penurunan nilai turbidity yang dihasilkan oleh variabel proses tersebut yang mencapai 92.7% dengan nilai turbidity 14.0 FTU. Pada kondisi optimum ini dosis koagulan ferro sulfat dan flokulan kationik Polyethylene-Imine mampu menetralkan muatan listrik negatif pada permukaan partikel-partikel koloid air limbah sehingga membuat gaya tolak menolak antar partikel koloid

			setelah itu sampel diambil untuk diukur nilai turbiditas dan absorbansinya.	air limbah akan melemah sehingga partikel akan berdekatan bergabung membentuk flok.
8.	Muhammad Sahrurondan dan Irene Septiriana, 2018 “ Filtrasi CaCO ₃ menggunakan Filter Piring & Bingkai dengan Variasi Konsentrasi dan variasi Jumlah Plate and Frame”	Air, CaCO ₃	Metode : Filtrasi dengan plate and frame filter press Kondisi Proses : Pada percobaan ini dilakukan terlebih dahulu pencampuran udara dengan CaCO ₃ . Kemudian mengaduk nya dan dibuka kerangan udara. Menyaring dan dengan dibuka karangan lalu udara masuk. Kemudian catat waktu dan filter ditampung. Selanjutnya membongkar alat dan mengambil cake pada bingkai	Hasil percobaan ini tahanan cake terbaik pada konsentrasi 1,5% dan efisiensi CaCO ₃ dan H ₂ HAI terbesar pada konsentrasi 1% $\alpha = 4,0165 \times 10^{14}$
9.	Yudith Raka Aditya, Vira Hanafi, dan Tisua Ardiana Pratiwi, 2017 “ Filtrasi CaCO ₃ Menggunakan Filter Plate and Frame dengan Variasi Laju	CaCO ₃	Metode : Filtrasi Kondisi Proses : Tahap awal yaitu mecampurkan air dengan CaCO ₃ . Kemudian	Hasil pada percobaan yaitu tahanan media dan tahanan cake terbaik terletak pada variasi pertama dengan nilai $R_m = 28,46 \text{ m}^{-1}$ dan $\alpha = 16,86 \text{ m/kg}$

	Alir”		<p>mengaduknya, setelah homogeny memasukan suspense kedalam tangki filtrasi. Membuka valve tekanan dan dijaga tekanannya. Mengalirkan suspense pada plate and frame. Mencatat waktu dan volume filtrate yang ditampung. Membongkar rangkaian alat plate and frame. Mengumpulkan padatan yang tertinggal dalam frame. Tahap terakhir menentukan kadar CaCO_3</p>	
10.	<p>Syahru Ramadhani, Alexander Tunggul Sutanahaji, Bambang Rahadi Widiatmono, 2013.</p> <p>“Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (<i>Moringa oleifera Lamk</i>), Poly Aluminium Chloride (PAC), dan Tawas sebagai Koagulan untuk Air Jernih.”</p>	<p>Air Sungai Brantas, Oro-oro Dowo, Malang; tepung biji kelor; tepung PAC; serbuk tawas.</p>	<p>Tahap awal yaitu air baku dianalisa turbiditas, warna dan TSS. Kemudian air baku ditambahkan tepung biji kelor 500 mg, PAC 250 mg dan tawas 20 mg/L lalu dilakukan pengadukan menggunakan jar test dengan kecepatan 150 rpm selama 5 menit dan 30 rpm selama 30</p>	<p>Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa koagulan yang paling efektif dalam menjernihkan air adalah PAC, dimana PAC mampu menurunkan turbiditas sebesar 99,95%; kadar warna sebesar 91,73% dan TSS sebesar 55,53%. Tepung biji kelor mampu menurunkan turbiditas sebesar 95,39%; kadar warna</p>

			menit. Kemudian dilakukan pengendapan dan dilakukan analisa turbiditas, warna, TSS.	sebesar 75,07% dan meningkatkan TSS sebesar 170,27%. Tawas mampu menurunkan turbiditas sebesar 93,44%; kadar warna sebesar 87,55% dan TSS sebesar 93,37%.
--	--	--	---	---