

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tahu merupakan makanan yang sudah tidak asing lagi di masyarakat, makanan yang dihasilkan dari olahan kacang kedelai ini menjadi makanan yang sangat digemari dan dicari-cari oleh masyarakat umum. Menurut pendapat (Sani, 2006) tahu mengandung protein yang tinggi, dimana dalam 100 gram tahu mengandung protein 7,8 gram, lemak 4,6 gram, kalori 68 gram, fosfor 63 mg, hidrat arang 1,6 gram, kalsium 124 gram, vitamin B 0,06 mg, besi 0,8 gram, dan air 84,8 gram. Selain kaya dengan gizi, harga tahu dipasaran relative murah sehingga tahu bisa dikonsumsi oleh semua kalangan masyarakat.

Menurut (Sani, 2006) tahu dapat diperoleh dari proses penggumpalan atau pengendapan protein susu kedelai, $MgSO_4$ dan asam cuka (CH_3COOH). Proses pengolahan tahu meliputi pemilihan kacang kedelai, setelah itu pencucian kacang kedelai dengan air lalu direndam dengan air selama 2-3 jam air rendaman dibuang beserta kotoran yang mengapung, selanjutnya digiling sampai lembut menjadi bubur kedelai, setelah digiling kemudian direbus dengan suhu $100^{\circ}C$ sampai matang yang ditandai dengan bau yang segar, kemudian disaring menggunakan kain sifon atau belacu untuk mendapat air sari kedelai dan ampasnya dijual pada peternak, air sari kedelai tersebut diberi cuka sampai merata, setelah pemberian cuka antara air cuka dan pati kedelai akan terpisah setelah itu didiamkan, selanjutnya bubur kedelai yang sudah digumpalkan dengan cuka dicetak menjadi tahu dengan menggunakan alat pengepresan selama 15 menit, kemudian tahu dipotong dan dimasukkan didalam tong yang berisi air, setelah itu tahu dipasarkan.

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Menurut (Kaswinarni, 2008) limbah cair tahu pada umumnya mempunyai karakteristik kadar BOD5 (6000-8000 mg/l), mengandung bahan organik tinggi, mengandung TSS dan pH yang tinggi serta suhu bisa mencapai $40^{\circ}C$ - $46^{\circ}C$. oleh karena itu jika langsung dibuang ke badan air maka lingkungan menjadi sasaran utama pembuangan air limbah tahu. Pembuangan air limbah tahu yang langsung dibuang ke sungai menimbulkan dampak bau tidak sedap, warna air sungai menjadi hitam sehingga oksigen dalam air

menurun, turunya oksigen tersebut akan mengganggu kehidupan biotik dalam air, mencemari permukaan air, dan mencemari air tanah jika limbah tersebut meresap dalam tanah.

Untuk melindungi lingkungan pemerintah telah mengatur antara lain Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri/Atau Kegiatan Usaha Lainnya yang menyatakan bahwa baku mutu air limbah untuk kegiatan industri tahu adalah BOD5 150 mg/l, COD 300 mg/l, pH 6,0-9,0 dan Volume air limbah maksimum (m^3/ton kedelai) $20 m^3/ton$.

Menurut (Kaswinarni, 2008) limbah cair tahu menimbulkan dampak yang dapat mencemari lingkungan karena limbah cair tahu yang mengandung bahan organik tinggi sehingga dapat menurunkan kualitas air sehingga terganggunya kehidupan biotik dalam air. Jika dalam air mengandung bahan organik rendah, maka oksigen yang hilang akan tergantikan dengan oksigen hasil proses fotosintesis dan dari proses reaerasi oleh udara yang berasal dari luar. Sebaliknya jika didalam air mengandung bahan organik tinggi maka oksigen dalam air akan berkurang sehingga terciptanya kondisi anaerobic yang menghasilkan dekomposisi atau pembusukan yang berupa asam asetat, karbondioksida, amonia, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa tersebut bersifat toksik bahkan bisa menjadi senyawa yang beracun yang akan mengganggu kehidupan hewan dan tumbuhan dalam air, serta mengganggu keindahan yang berupa bau dan rasa tidak nyaman.

Terdapat salah satu jurnal yang berjudul “Efektivitas Pengolahan Lmbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD” (Riang Adeko dan Agus Widada (2016). Didalam jurnal tersebut terdapat saran bahwa penelitian tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu alternative dalam pengolahan limbah tahu dan untuk penelitian tersebut dapat dilanjutkan dengan menambahkan bakteri yang spesifik untuk meningkatkan efektifitasnya atau dengan menggunakan metode lainnya. Melihat saran dari jurnal tersebut maka penulis tertarik untuk menurunkan BOD menggunakan metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi.

Koagulasi merupakan suatu proses dengan penambahan koagulan (bahan kimia) kedalam air dengan pengadukan cepat. Sehingga koagulan (bahan kimia) dengan air dapat tercampur. Tujuan dari proses koagulasi adalah untuk mempermudah proses pengendapanpartikel padatan yang terdapat dalam air yang sulit mengendap menjadi mudah

mengendap dengan adanya koagulan tersebut. Sedangkan untuk proses aerasi merupakan proses penambahan oksigen dalam air untuk mengurangi beban pencemar dalam air (Dan et al., 2019). Jika oksigen dalam air baik maka kehidupan hewan, tumbuhan dalam air tidak terganggu.

Menurut (Ii & Pustaka, 2016) filtrasi merupakan proses pengolahan air limbah dengan cara penyaringan yang bertujuan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dalam air dengan melalui media berpori. Pengertian lainnya, filtrasi merupakan proses pemisahan liquid-liquid dalam air dengan proses melewati media berpori seperti kerikil, pasir, ijuk, dan lain sebagainya untuk menghilangkan sebanyak-banyaknya zat padat tersuspensi dari liquid.

Di Jalan Sanan Patihan Kidul, RT/RW 03/03 Kecamatan Siman, Kabupaten Ponorogo terdapat beberapa home industri tahu yang berjumlah 2. Salah satunya bernama Pabrik Tahu Sri Murtiningsih yang berdiri tahun 2019 sampai sekarang, dengan pengelola bernama Bapak Toriq. Pabrik tahu tersebut memiliki kapasitas kurang lebih 4,5 Kwintal dalam satu hari. Pemasaran Hasil olahan pabrik tahu Sri Murtiningsih dipasarkan ke pasar Balong, Sumoroto dan Pasar Legi. Pabrik tahu Sri Murtiningsih Sudah mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tetapi belum efektif karena IPAL yang dimiliki pabrik tersebut masih baru dibangun dan alat serta media dimasing-masing Bak pengelolaan masih kurang sempurna. Air limbah tersebut dibuang ke sungai yang berada dibelakang pabrik. Tetapi untuk sekarang pabrik tersebut pindah yang beralamat Di Jalan Sanan Patihan Kidul RT/RW 02/03 Kecamatan Siman Kabupaten Ponorogo, untuk pabrik yang baru tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Jadi limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu langsung dibuang ke sungai yang berada di belakang pabrik.

Setelah melakukan pemeriksaan sampel terhadap dua parameter yaitu BOD dan COD yang didapatkan hasil sebagai berikut COD 247 mg/l dengan baku mutu 300 mg/l (sudah memenuhi baku mutu), BOD didapatkan hasil 204 mg/l dengan baku mutu 150 mg/l (melebihi baku mutu). Atas dasar latar belakang tersebut, kami tertarik untuk melakukan penelitian tentang penurunan BOD limbah tahu dengan metode yang kami lakukan Koagulasi, Aerasi dan filtrasi. Penelitian ini diberi judul “Efektifitas Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi Dalam Penurunan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) Limbah Cair Pabrik Tahu Sri Murtiningsih Tahun 2021”.

B. Identifikasi dan Pembatasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

- a. Kadar BOD limbah Cair tahu di pabrik tahu Sri Murtiningsih masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri/Atau Kegiatan Usaha Lainnya
- b. Disekitar pabrik tahu Sri Murtiningsih terdapat cemaran bau yang menyengat, sehingga mengganggu masyarakat sekitar.
- c. Akibat limbah pabrik tahu yang dibuang disungai yang ada dibelakang pabrik Tahu Sri Murtiningsih yang berakibat warna air sungai menjadi kuning kehijauan.

2. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi penurunan BOD pada limbah cair tahu Sri Murtiningsih di daerah Tanjung, Patihan Kidul Kecamatan Siman Kabupaten Ponorogo.

C. Rumusan Masalah

Apakah metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi efektif dalam menurunkan BOD pada limbah cair tahu?

D. Tujuan

1. Tujuan Umum

- a. Untuk mengetahui efektifitas penurunan BOD pada limbah cair tahu dengan menggunakan metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi.

2. Tujuan Khusus

- a. Menghitung kadar BOD limbah cair tahu sebelum menggunakan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi
- b. Menghitung kadar BOD limbah cair tahu sesudah aerasi waktu 60 menit menggunakan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi
- c. Menghitung kadar BOD limbah cair tahu sesudah aerasi waktu 120 menit menggunakan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi
- d. Menghitung kadar BOD limbah cair tahu sesudah aerasi waktu 180 menit menggunakan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi
- e. Menghitung seberapa efektifitas alat dalam penurunan kadar BOD limbah cair tahu menggunakan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi

E. Manfaat

1. Bagi Perusahaan

Memberikan suatu informasi yang bermanfaat bagi perusahaan agar dapat mengetahui dampak dari limbah cair tahu, serta bisa mengelola limbah cair tahu sesuai peraturan yang ada. Sehingga bisa meminimalisir dampak yang terjadi.

2. Bagi Peneliti

Sebagai referensi dan bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

3. Bagi Penulis

Mengembangkan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki untuk diterapkan ke masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian Fauzia Rohmatul Laili, Liliya Dewi Susanawati², dan Bambang Suharto (2014)

Tentang “ Efisiensi Rotating Biological Contactor Disc Datar Dan Baling Baling Dengan Variasi Kecepatan Putaran Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efisiensi dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, Suhu, pH, dan DO antara disk berbentuk baling-baling dan piringan datar berdasarkan variasi kecepatan 30 rpm dan 80 rpm pada pengolahan limbah tahu dengan metode Rotating Biological Contactor. Terdapat 4 variasi perlakuan yaitu disk datar kecepatan 30 rpm (A30), disk datar kecepatan 80 (A80), disk baling-baling kecepatan 30 (A30) dan disk baling-baling kecepatan 80 (B80). Analisa data dilakukan secara deskriptif.

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terjadinya peningkatan DO dan penurunan TSS yang tinggi dengan disk baling-baling dibandingkan dengan disk datar. Namun, penurunan BOD dan COD lebih tinggi pada disk datar dibandingkan dengan disk baling-baling. Kecepatan 30 rpm lebih baik dibandingkan dengan kecepatan 80 rpm. Jadi pengolahan limbah tahu menggunakan RBC dengan media disk datar dan kecepatan 30 rpm selama 6 jam menghasilkan efisiensi sebesar 38,318%.

2. Penelitian Tri Nurulia Kotimah (2019)

Tentang “ Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) Dan TSS (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019”. Penelitian meneliti limbah cair industri dengan tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah menggunakan Biofiltrasi dan aerasi dapat menurunkan kadar Biological Oxygen Demand (BOD) dan (Total Suspended Solid) TSS.

Metode penurunannya menggunakan 2 proses yaitu filtrasi dengan media karbon aktif, bioball dan aerasi dengan ketinggian media 80cm dapat menurunkan kadar BOD sebesar 11% dan Kadar TSS sebesar 31%. Dari hasil peneliti dapat disimpulkan bahwa dari semua perlakuan mengalami penurunan berarti ada perbedaan kadar BOD, TSS sebelum dan sesudah perlakuan. Peneliti menyarankan untuk penelitian lebih lanjut dengan menambahkan aerator pada proses aerasi dan menambah ketebalan media.

3. Penelitian oleh Jihan Pitri Andinita (2020)

Tentang “ Pengaruh Dosis PAC (Poly Aluminium Chlorida) dan Superfloc(PolyDadmac)” Untuk Penjernihan Limbah Cair Pabrik Tahu Untung Ponorogo 2020”. Tujuan penelitian ini yaitu penjernihan limbah cair tahu dengan menggunakan variasi dosis PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Superfloc (Poly Dadmac). Metode Penjernihannya membutuhkan Volume sampel di outlet IPAL adalah 30 liter dengan 3 kali perlakuan. Dengan menggunakan variasi dosis 100mg/l, 200mg/l, 300mg/l, 400mg/l dan 500 mg/l PAC (Poly Aluminium Chloride) dan 1 tetes (0,05cc) Superfloc (Poly Dadmac). Jenis penelitian ini adalah Analitik dengan metode pemeriksaan One Way Anova.

Dari hasil peneliti dapat disimpulkan bahwa penurunan optimal nilai parameter kekeruhan setelah dilakukan koagulasi-flokulasi terjadi pada variasi dosis 200mg/l PAC (Poly Aluminium Chloride) dan 1 tetes (0,05cc) Superfloc (Poly Dadmac) memiliki nilai 7,94 NTU dengan presentase penurunan 24,73 %. Peneliti menyarankan untuk melanjutkan penurunan parameter kekeruhan pada limbah cair tahu dengan media yang berbeda yang lebih efektif dan efisien sebagai perbandingan.

4. Penelitian oleh Riang Adeko dan Agus Widada (2016)

Tentang “ Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD”. Penelitian ini meneliti Penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu dengan tujuan penelitian ini untuk mengetahui penurunan kadar BOD. Cara penurunan dalam penelitian ini menggunakan media pecahan batu bata dengan variasi ketebalan 10cm, 20cm, dan 30cm, selanjutnya dilakukan aerasi dengan variasi waktu yang berbeda yaitu 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Jenis penelitian ini adalah quasi experiment dengan desain penelitian pre-post test dan menggunakan uji Statistik Kruskall Wallis.

Dari hasil peneliti dapat disimpulkan bahwa pecahan batu bata tidak ada pengaruhnya untuk menurunkan BOD. Hasil akhir dapat disimpulkan yang berpengaruh adalah aerasi dengan ketebalan 10cm pada hari ke 6 mampu menurunkan BOD sebanyak 64,27%. Peneliti menyarankan bahwa penelitian ini dapat dijadikan salah satu alternative pengolahan limbah tahu dan untuk penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan bakteri yang spesifik untuk meningkatkan efektifitasnya atau menggunakan metode lain.

Tabel II.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

	Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
Judul	1. Efisiensi Rotating Biological Contactor Disc Datar Dan Baling Baling Dengan Variasi Kecepatan Putaran Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu	Efektifitas Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi Pada Penurunan Kadar BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) Limbah Cair Tahu Pada Pabrik Tahu Sri Murtiningsih Tahun 2021”.
	Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
	2. Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Karbon	

	Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD (Biological Oxygen Demand) Dan TSS (Total Suspended Solid) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019	
	3. Pengaruh Dosis PAC (Poly Aluminium Chlorida) dan Superfloc(PolyDadmac)” Untuk Penjernihan Limbah Cair Pabrik Tahu Untung Ponorogo 2020	
	4. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Metode Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD	

	Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
	1. Tujuan penelitian ini untuk	Tujuan penelitian ini untuk

Tujuan	mengetahui efisiensi dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS, Suhu, pH, dan DO antara disk berbentuk baling-baling dan piringan datar berdasarkan variasi kecepatan 30 rpm dan 80 rpm	mengetahui efektifitas penurunan BOD pada limbah cair tahu dengan menggunakan metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi
	2. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah menggunakan Biofiltrasi dan aerasi dapat menurunkan kadar Biological Oxygen Demand (BOD) dan (Total Suspended Solid) TSS	
	3. Tujuan penelitian ini yaitu penjernihan limbah cair tahu dengan menggunakan variasi dosis PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Superfloc (Poly Dadmac).	

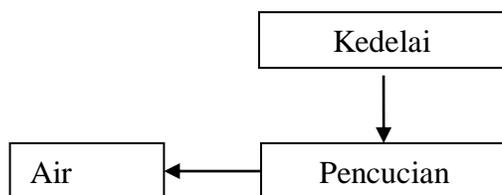
	Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
	4. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penurunan kadar BOD	
Metode	1. Metode menggunakan RBC	Menggunakan metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi
	2. Metode penurunannya menggunakan 2 proses yaitu filtrasi dengan media karbon aktif, bioball dan aerasi dengan ketinggian media 80cm	
	3. Menggunakan PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Superfloc (Poly Dadmac).	
	4. Menggunakan media pecahan batu bata dengan variasi ketebalan 10cm, 20cm, dan 30cm, selanjutnya aerasi dengan variasi waktu yang berbeda yaitu 3 hari, 6 hari, dan 9 hari	

B. Dasar Teori

1. Limbah Cair Tahu

a. Proses Pembuatan Tahu

Menurut (Rahmawati, 2013) untuk menjaga kualitas tahu maka perlu diperhatikan hygiene perseorangan seperti memakai alat pelindung diri serta pembuat tahu harus sehat terhindar dari penyakit. Tidak hanya hygiene perseorangan tetapi juga harus memperhatikan lingkungan kerja dan sarana sanitasi seperti penggunaan air bersih, jika yang digunakan air tidak bersih maka bisa menurunkan kualitas mutu tahu. Dalam pengolahan tahu air bersih digunakan sebagai proses perendaman, pencucian kedelai dan tahu yang sudah jadi. Hal tersebut harus dilakukan dalam proses pembuatan tahu untuk menjaga kualitas dan mutu tahu, mengingat sumber kontaminan berasal dari benda, debu, udara, makanan, air, binatang dan manusia. Dalam proses pembuatan tahu yang pertama dilakukan adalah dengan pemilihan kedelai, kedelai yang dipilih harus kedelai yang memiliki kualitas yang baik tidak berongga ataupun lapuk. Setelah itu kedelai dicuci menggunakan air bersih kemudian kedelai yang telah dicuci direndam dengan air selama 2-3 jam. Selanjutnya kedelai yang telah direndam dilakukan pencucian kembali dari pengupasan kulit kedelai, lalu kedelai dihancurkan menjadi bubur kedelai. Berikutnya penambahan zat pengental, pemadatan, dan pemotongan tahu.



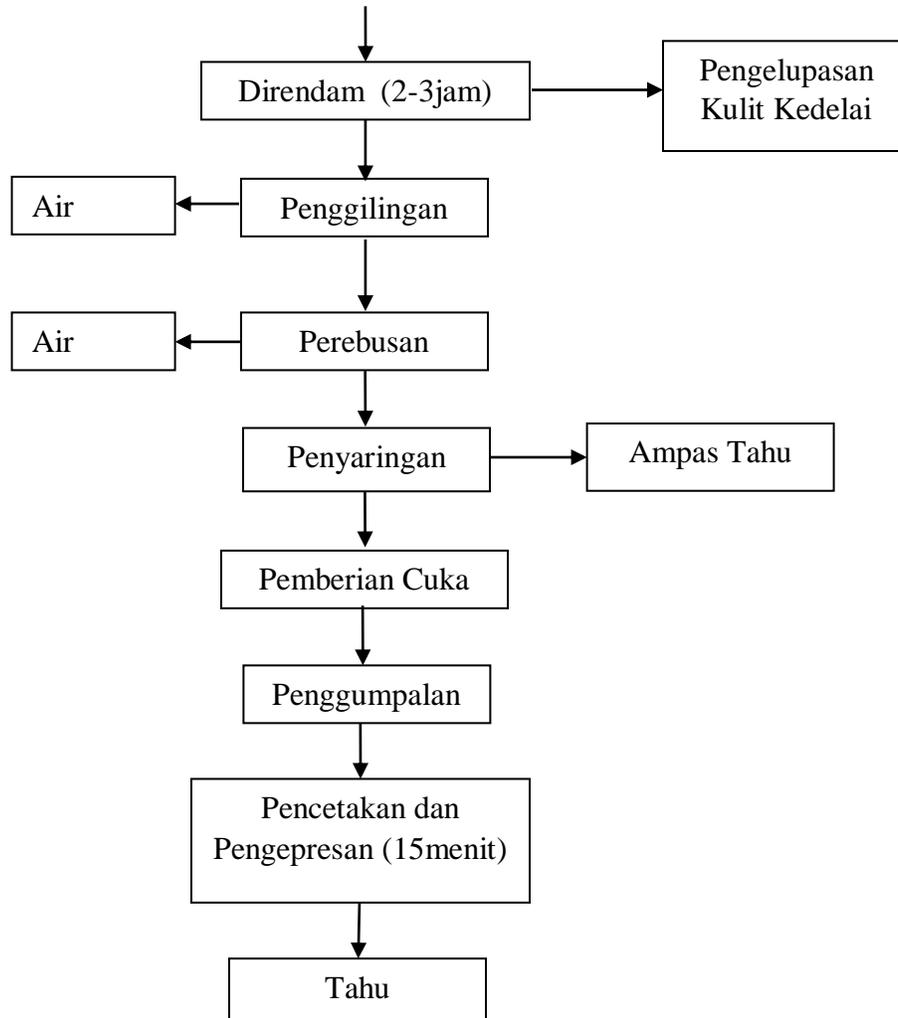


Diagram II.1 Proses Pembuatan Tahu

Dalam proses kegiatan pembuatan tahu menghasilkan dua hal diantaranya produk dan buangan. Produk yang dihasilkan berupa tahu dan buangan berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat diolah salah satunya sebagai pakan ternak sedangkan untuk limbah cair sering menjadi masalah karena limbah cair sementara belum bisa dimanfaatkan secara optimal. Untuk itu perlu kami bahas lebih lanjut tentang limbah cair.

b. Pengertian Limbah Cair Tahu

Limbah tahu merupakan hasil sisa dari proses pengolahan industri tahu yang berbentuk limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berasal dari proses penyaringan dan penggumpalan, sedangkan limbah cair berasal dari proses pencucian, perebusan,

pengepresan dan pencetakan. Menurut buku yang berjudul Pengolahan Limbah Cair (Didik Sugeng Purwanto, 2006 halaman 1) pengertian limbah cair adalah hasil buangan dalam bentuk cair yang berasal dari aktivitas manusia dan alam. Limbah cair berasal dari aktifitas manusia saja seperti aktifitas rumah tangga, aktifitas perkantoran, dan industri.

Pada umumnya limbah cair tahu memiliki kandungan organik yang tinggi, jika limbah cair tersebut dibuang langsung ke badan air maka bisa mencemari lingkungan dan menurunkan kualitas lingkungan. Agar limbah cair tidak mencemari lingkungan maka perlu adanya Instalansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) agar air limbah yang dibuang ke badan air bisa memenuhi baku mutu yang telah ditentukan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri/Atau Kegiatan Usaha Lainnya

Tabel II.2 Baku Mutu Industri Tahu

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU DAN TEMPE			
Parameter	Kecap	Tahu	Tempe
	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD5	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6,0-9,0		
Volume Air Limbah Maksimum (M ³ /ton kedelai)	10	20	10

Menurut (Ratnani, 2011) ciri-ciri limbah cair tahu pada umumnya memiliki temperatur yang tinggi, hal tersebut terjadi karena pada saat proses pembuatan tahu harus dengan keadaan panas, yaitu pada proses penyaringan dan penggumpalan dengan suhu 60-80⁰C. Pada saat proses pencucian berlangsung menggunakan air dingin tidak berpengaruh terhadap suhu limbah cair.

c. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Menurut buku berjudul Penanganan Air Limbah Pabrik Tahu (Nurhasan, Bb. Pramudyanto 1991) pada halaman 13 menjelaskan bahwa karakteristik air limbah sebagai berikut :

1) Temperatur

Temperatur pada limbah cair tahu sangat tinggi dibandingkan dengan temperatur normal badan air. Karena pada saat proses penggumpalan dan proses penyaringan dengan suhu 60-80°C

2) Warna

Warna air limbah pada industri tahu berwarna kuning muda/Kehijauan. Warna tersebut bisa berubah menjadi hitam jika oksigen yang dibutuhkan dalam air semakin berkurang sehingga juga dapat menimbulkan bau.

3) Bau

Pada umumnya hasil dari proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair, yang dimana jika limbah cair tersebut dialirkan atau dibuang ke badan air secara langsung tanpa proses pengolahan terlebih dahulu bisa menimbulkan dampak yang berupa bau tidak sedap. Bau tersebut terjadi karena terpecahnya penyusun dari protein dan karbohidrat sehingga menimbulkan bau busuk dari gas H₂S.

4) Kekeruhan

Dalam air limbah memiliki kekeruhan yang tinggi, kekeruhan tersebut terjadi karena adanya zat organik terlarut dalam air yang sudah pecah, sehingga air menjadi keruh. Selain itu terjadinya kekeruhan disebabkan oleh padatan terlarut dalam air pabrik tahu sehingga air berkeruh.

5) Kebutuhan Oksigen Bio Kimia (KOB) atau Bio Chemical Oxygen Demand (BOD)

Didalam air buangan terdapat padatan yang terdiri dari zat organik dan anorganik. Didalam zat organik terdapat lemak, minyak, protein dan karbohidrat. Untuk lemak jika terlalu tinggi didalam air maka bisa mengganggu kehidupan dalam

air, karena minyak akan menutupi permukaan air yang nantinya oksigen akan sulit masuk dalam air. Selain itu pada protein dan karbohidrat memiliki sifat yang mudah terpecah secara hayati yang menghasilkan sulfide, amoniak dan lainnya. Untuk mengetahui jumlah zat organik yang terlarut didalam air limbah, dapat diketahui dengan mengetahui besarnya angka BOD (*Biological Oxygen Demand*).

6) Kebutuhan Oksigen Kimia atau (Chemical Oxygen Demand)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan salah satu parameter didalam air limbah buangan yang menunjukkan adanya zat organik, terutama zat organik non biodegradasi atau tidak dapat terurai. Zat tersebut juga dapat di oksidasi oleh bahan kimia $K_2Cr_2O_7$ dalam asam, misalnya SO_3 , NO_2 kadar tinggi dan zat-zat reduktor lainnya. Untuk besarnya angka COD biasanya lebih besar dari angka BOD.

7) pH

Hasil kegiatan didalam air limbah buangan oleh mikroba untuk proses pemecahan bahan organik sangat mempengaruhi hasil pH yang ada didalam air limbah tersebut. Pada umumnya air limbah cenderung bersifat asam, sehingga hal tersebut melepaskan zat-zat yang mudah menjadi gas.

Hasil studi tentang karakteristik air buangan pada Pabrik Tahu Sri Murtiningsih limbah cair tahu setelah melakukan pemeriksaan di laboratorium memiliki nilai kadar BOD 204 mg/l dan COD 247 mg/l dimana untuk kadar BOD telah melewati baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

d. Sumber Limbah

Dalam proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair dan padat. Limbah cair berasal dari proses pencucian, perendaman, dan pengepresan. Proses Pencucian dengan air mengalir sebanyak dilakukan berkali-kali sampai kotoran atau benda asing seperti kerikil bisa terapung dan dibuang, untuk proses perendaman dilakukan pergantian air secara bertahap sekitar 2-3jam sampai kulit kedelai mengalami pengelupasan. Sedangkan untuk proses pengepresan tahu dilakukan dengan alat pengepres agar air yang terkandung didalam adonan tahu dapat terperas habis tidak tersisa. Dari proses

tersebut menghasilkan air buangan yang berbentuk cair. Untuk limbah padat berasal dari penyaringan yang menghasilkan ampas tahu.

e. Penyebab Terjadinya Pencemaran Limbah Cair Tahu

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran limbah cair tahu adalah dengan tingginya angka BOD (*Biological Oxygen Demand*) didalam air limbah cair tersebut. BOD yang tinggi didalam limbah cair tahu disebabkan karena pada limbah cair tahu mengandung bahan-bahan organik kompleks seperti lemak yang tinggi, protein, karbohidrat, protein, dan asam-asam amino yang berbentuk padatan tersuspensi maupun terlarut. Dari senyawa-senyawa tersebut mengandung BOD (*Biological Oxygen Demand*) 4583 mg/liter, COD (*Chemycal Oxygen Demand*), 7050 mg/liter dan TSS (*Total Solid Suspension*) 4743 mg/liter dan minyak atau lemak 26 mg/liter yang tinggi. Oleh karena itu, jika limbah cair tahu dibuang secara langsung tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran pada badan air. (Limbah et al., n.d.).

Dalam buku berjudul Pengolahan Limbah Cair (Didik Sugeng Purwanto, ST, MT 2004) halaman 28 menjelaskan bahwa senyawa organik yang berada didalam limbah cair buangan dibagi menjadi 3 kelompok utama yaitu :

- 1) Kelompok senyawa *hydrocarbon* (karbohidrat 25-50%)
- 2) Kelompok protein yang terdiri dari kombinasi beberapa asam amino 40-60 %
- 3) Kelompok lemak dan minyak kurang lebih 10%.

f. Dampak Limbah Cair Tahu

Menurut (Ningsih, 2020) Tahu merupakan makanan yang sangat digemari oleh masyarakat umum, oleh sebab itu banyak orang yang mendirikan industri tahu dengan skala rumah tangga (home industri). Permasalahan yang sering terjadi pada home industri tahu ialah pengolahan limbah cairnya, dimana untuk membuat sistem pengolahan limbah cair membutuhkan dana yang tidak sedikit, sehingga untuk industri yang berskala rumah tangga sangat berat untuk membuat sistem pengolahan limbah cair. Permasalahan lain ialah masih terbatasnya sistem pengolahan limbah cair yang murah dan efisien untuk home industri tahu, sehingga menjadi kendala dalam mengolah

limbah cair yang dihasilkan. Selain itu, masih minimnya pengetahuan serta pemahaman pihak industri tahu terkait dengan penggunaan kembali limbah dari pengolahan tahu untuk kegiatan lainnya yang dapat meminimalkan terjadinya pencemaran.

Jika industri tersebut tidak memiliki sistem pengolahan air limbah maka limbah cair yang dihasilkan dibuang langsung ke badan air, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan sekitar. Seperti air sungai menjadi tercemar dan berubah warna menjadi kuning muda kehijauan sampai hitam yang mengakibatkan biota didalam air tersebut akan kekurangan oksigen akibat dari limbah cair tersebut. Selain itu, apabila ada sumur maka sumur tersebut akan tercemar oleh rembesan limbah cair tahu, dan jika air tersebut tetap digunakan dalam kehidupan sehari-hari maka dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti diare, kolera, gatal-gatal pada kulit, dan penyakit lainnya, yang berkaitan dengan air yang kotor atau sudah tercemar dan sanitasi lingkungan yang tidak baik.

2. Parameter Kimia Air Limbah BOD (Biological Oxygen Demand)

a. Pengertian BOD (Biological Oxygen Demand)

Menurut (Rahina Esti Nirwana, 2019) Biological Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan.

Menurut (Pamungkas, 2016) proses penguraian zat organik didalam air merupakan peristiwa ilmiah, oleh karena itu jika badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri tersebut dapat mengganggu proses oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi, sehingga mengganggu kehidupan biota dalam air yang menyebabkan ikan-ikan yang ada didalam air mati karena kekurangan oksigen. Kekurangan oksigen dalam air dapat mengakibatkan keadaan berubah menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan sekitar seperti bau busuk yang menyengat pada air tersebut. Tingkat pencemaran dalam air dapat dinilai dari tingginya nilai BOD₅, jika semakin tinggi nilai BOD₅ maka tingkat pencemaran pada air tersebut semakin tinggi. Untuk mengetahui nilai BOD₅ dapat dilakukan dengan pemeriksaan dan menentukan sistem pengolahan secara biologis yang tepat untuk air yang tercemar tersebut.

b. Arti Penting BOD (Biological Oxygen Demand)

Menurut (Rahina Esti Nirwana, 2019) jika nilai BOD tinggi maka konsentrasi oksigen terlarut dalam limbah cair tersebut kecil, sehingga mikroorganisme dalam air tersebut akan mati. Oleh sebab itu, perlu diketahui konsumsi oksigen dalam air yaitu dengan mengoksidasi air pada suhu 20⁰C selama 5 hari. Selain itu untuk mengetahui nilai BOD yang menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi dapat diketahui dengan cara menghitung selisih konsentrasi oksigen terlarut sebelum dan sesudah dilakukan inkubasi. Nilai BOD tersebut dapat digunakan untuk memonitoring kualitas air dan biodegradasi senyawa zat organik dalam air limbah.

c. Dampak Negatif BOD (Biological Oxygen Demand)

Tercemarnya suatu perairan akibat tercemar oleh suatu limbah yang dibuang secara langsung tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu, mengakibatkan kualitas perairan atau air sungai menjadi turun dikarenakan kemampuan bakteri untuk memecah bahan buangan organik menurun dan kandungan oksigen dalam air juga ikut menurun. Jika oksigen dalam air menurun dan habis maka bakteri aerobik akan mati, sehingga hal tersebut menjadikan bakteri anaerobik akan mengambil alih tugas untuk memecahkan bahan buangan yang ada didalam air. Pada umumnya hasil dari proses pemecahan bahan buangan secara anaerobik menghasilkan bau busuk, contohnya H₂S dan komponen fosfor akan berbau busuk (Dan et al., 2019). Oleh karena itu limbah cair sebelum dibuang harus diolah terlebih dahulu agar lingkungan tidak menjadi sasaran utama pembuangan air limbah tahu.

3. Metode Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand)

a. Metode Aerasi

Metode aerasi merupakan salah satu cara pengolahan limbah cair dengan menambahkan oksigen ke dalam limbah cair. Penambahan oksigen tersebut dilakukan

dengan cara mengambil zat pencemar, sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau hilang. Zat yang dapat diambil diantaranya adalah gas, cairan, ion dan koloid atau bahan tercampur lainnya.

Udara dibutuhkan bakteri sebagai bahan konsumsi bakteri agar dapat aktif memakan kandungan bahan organik dalam limbah. Sehingga bakteri pengurai dapat menguraikan bahan-bahan sederhana seperti CO₂, CO dan H₂O. Hal ini menjadikan CO₂ menyatu dengan udara dan H₂O terikat dengan air. (Dan et al., 2019). Menurut (Luluk & Suprihatin, 2009) terdapat 2 cara penambahan oksigen ke dalam air limbah yaitu :

1) Memasukkan udara ke dalam air limbah

Yaitu dengan memasukkan oksigen murni ke dalam air limbah menggunakan benda porous atau nozzle yang diletakkan ditengah-tengah pada dasar bak aerasi, sehingga kecepatan gelembung udara dengan air limbah tersebut dapat meningkat dan penambahan oksigen akan lebih cepat. Udara yang dimasukkan berasal dari udara luar yang dimasukkan kedalam air limbah melalui pompa tekan.

2) Memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Yaitu dengan menggunakan baling-baling yang diputar dan diletakkan pada permukaan air limbah, sehingga air limbah akan terangkat keatas kemudian akan terjadi kontak langsung dengan udara disekitarnya.

b. Metode Filtrasi

1) Pengertian Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan dengan menggunakan media berpori untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dalam air. Proses ini juga dapat dikatakan sebagai proses memisahkan liquid-liquid dengan menggunakan media berpori atau bahan berpori untuk menghilangkan butiran halus zat padat tersuspensi yang terkandung dalam liquid (Ii & Pustaka, 2016).

Media filtrasi merupakan suatu lapisan berpori yang terbentuk dari bahan-bahan terpadatkan atau lepas yang berfungsi untuk menahan partikel-partikel yang mempunyai ukuran lebih besar daripada lubang atau pori-porinya. Media filtrasi misalnya; pasir, kertas, kerak, anyaman, kerikil, ijuk, dan lain-lainnya.(Dan et al., 2019).

2) Prinsip Kerja Filtrasi

Filtrasi dengan aliran vertikal memiliki prinsip kerja dengan cara membagi air limbah kedalam filter-bed (2 atau 3 unit) secara bergantian. Pembagian tersebut dilakukan dengan pengaturan klep (dosing) yang dilakukan oleh operator. Pengoperasian pada sistem aliran vertical ini merupakan sitem yang rumit dan tidak praktis, karena pada sistem ini dilakukan pembagian air limbah secara bergantian.

Filtrasi dengan aliran horizontal merupakan cara yang sederhana dan praktis yang tidak membutuhkan perawatan. Pada filtrasi ini dilakukan dengan mengalirkan air limbah melewati media filter secara horizontal. Filtrasi dengan aliran horizontal secara permanen terendam di dalam air limbah dan proses yang terjadi aerobic dan sebagian anaerobic. Sedangkan pada filtrasi dengan aliran vertical proses yang terjadi cenderung pada anaerobic (Ii & Pustaka, 2016).

3) Faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk menjaga efisiensi filtrasi :

- a) Menghilangkan partikulat dan koloidal yang tidak mengendap setelah flokulasi biologis atau kimia.
- b) Menaikkan kehilangan suspensi solid, phosphor, COD, BOD, kekeruhan, bakteri dan lain-lain.
- c) Mengurangi biaya desinfektan.

4) Dalam proses filtrasi terdapat kombinasi antara beberapa proses yang berbeda.

Proses-proses tersebut meliputi :

a) Mechanical straining

Merupakan salah satu proses dari filtrasi untuk menyaring partikel tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media.

b) Sedimentasi

Untuk mengendapkan partikel tersuspensi yang memiliki ukuran kecil dari lubang pori-pori pada permukaan butiran.

c) Adsorpsi

Proses ini memiliki prinsip yaitu adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel tersuspensi yang ada disekitarnya sehingga terjadi gaya tarik menarik.

d) Aktifis kimia

Merupakan proses dimana partikel yang terlarut diuraikan menjadi substansi sederhana dan tidak berbahaya atau diubah menjadi partikel tidak terlarut, sehingga hal tersebut dapat dihilangkan dengan proses penyaringan, sedimentasi dan adsorpsi.

e) Aktifis biologi

Merupakan proses yang disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme yang hidup didalam filter..

5) Faktor-faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Proses filtrasi Menurut (Luluk & Suprihatin, 2009):

a) Debit filtrasi

Debit filtrasi merupakan faktor yang mempengaruhi efisiensi dalam proses filtrasi, semakin cepat debit maka akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Agar dapat menghasilkan hasil yang efisien maka perlu keseimbangan antara debit filtrasi dan kondisi media yang ada.

b) Kedalaman, ukuran dan jenis media

Ketebalan media dapat mempengaruhi lama waktu dalam proses pengaliran dan besar daya saring. Selain itu, pada ukuran(diameter) butiran media berpengaruh pada porositas, rate filtrasi dan daya saringnya. Partikel yang terdapat pada influent akan tertahan pada permukaan filter karena adanya mekanisme filtrasi. Oleh karena itu, efisiensi pada filter merupakan fungsi

karakteristik dari filter bed, yang adanya porositas dari ratio kedalaman media terhadap ukuran media.

c) Kualitas air limbah

Merupakan faktor yang mempengaruhi efisiensi filtrasi, khususnya pada tingkat kekeruhan air limbah tersebut. Semakin tinggi tingkat kekeruhan maka akan menyebabkan cepat tersumbatnya ruang pori antara butiran media. Oleh sebab itu, dalam melakukan proses filtrasi perlu diperhatikan dan dibatasi kandungan kekeruhan dalam air limbah yang akan diolah.

6) Berdasarkan kecepatan penyaringan, filtrasi dibagi menjadi dua yaitu :

a) Slow Sand Filter (Saringan Pasir Lambat)

Filtrasi dengan menggunakan slow sand filter (saringan pasir lambat) merupakan penyaringan partikel yang menyerupai penyaringan secara alami. Sehingga dalam metode ini tidak didahului proses kimia (koagulasi). Kecepatan aliran dalam media pasir ini kecil karena ukuran pada pasir kecil.

Filter saringan pasir lambat ini mempunyai kecepatan filtrasi pada filter lambat sekitar 20-50 kali lebih lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. lambatnya kecepatan tersebut disebabkan karena ukuran media pasir lebih kecil (effective size = 0,15 – 0,35 mm) (Ii, 2014).

b) Rapid Sand Filter (Saringan Pasir Cepat)

Filtrasi dengan menggunakan Rapid sand filter (saringan pasir cepat) tidak jauh berbeda dengan saringan pasir lambat yaitu terdiri dari lapisan pasir pada bagian atas dan kerikil pada bagian bawah. Pada saringan pasir cepat ini sistem arah penyaringannya dari bawah ke atas (up flow) berbeda dengan saringan pasir lambat (Eng et al., 1990).

Teknik pencucian dalam filter ini menggunakan back washing yaitu dengan kecepatan tertentu agar media filter terfluidisasi dan terjadi tumbukan antara media, agar kotoran yang menempel akan lepas dan terbawa bersama aliran air (Ii, 2014)

3) Media Filtrasi

a) Kerikil

Kerikil merupakan salah satu media filtrasi yang bersifat inert dan memiliki kekuatan mekanikal yang baik, selain itu kerikil memiliki sifat kebasahan yang baik. Pertumbuhan bakteri terjadi pada bagian luar pada permukaan kerikil, sehingga hal tersebut mampu menahan nutrient dan menghambat proses difusi oksigen kedalam bagian dalam pori media (Ii, 2005).

b) Ijuk

Ijuk adalah serabut berwarna hitam dan keras pelindung pangkal pelepah daun aren yang terdiri dari bawah sampai atas batang aren. Ijuk merupakan media filtrasi yang memiliki serat alam yang istimewa dibandingkan dengan serat lainnya.

Ijuk memiliki fungsi sebagai proses dalam filtrasi air yang berguna untuk menyaring kotoran-kotoran halus. Dalam proses filtrasi membuat lapisan media seperti pasir, ijuk, arang aktif dan batu atau kerikil. Selain itu, ijuk juga sebagai media dalam menahan pasir halus agar tidak lolos ke lapisan bawahnya. (Permana, 2015)

4. Koagulasi

a. Pengertian Koagulasi

Menurut (Andriansyah, 2020) Koagulasi adalah suatu proses pengolahan air dimana zat padat dapat terapung di atas permukaan air dengan ukuran yang sangat kecil dan koloid digabungkan sehingga membentuk flok-flok dengan cara penambahan zat kimia (PAC dan tawas). Koagulan dalam proses koagulasi seperti PAC dan tawas sangat dibutuhkan pada air baku untuk mengendapkan zat-zat yang tidak mudah mengendap menjadi mudah mengendap secara gravimetri. Dari proses tersebut diharapkan flok-flok yang dihasilkan dapat disaring. Koagulasi juga merupakan proses pencampuran koagulan (bahan kimia PAC dan tawas) atau proses pengendapan ke dalam air bau dengan kecepatan perputaran yang tinggi dalam waktu yang singkat. Proses koagulasi dilakukan dengan tahap pengadukan antara koagulan dengan air baku dan netralisasi muatan.

Prinsip dari proses koagulasi yaitu adanya partikel padatan yang bermuatan negative didalam air baku, yang cenderung saling tolak-menolak sehingga tetap stabil

dalam bentuk tersuspensi didalam air. Untuk menetralsasi partikel padatan tersebut dapat dilakukan dengan pembubuhan koagulan atau bahan kimia yang bermuatan positif kedalam air diikuti dengan pengadukan secara cepat.

b. Tujuan Koagulasi

Menurut (Andriansyah, 2020) tujuan dalam proses koagulasi adalah untuk memudahkan pengendapan partikel padatan yang sulit mengendap menjadi mudah mengendap dengan pencampuran koagulan (bahan kimia PAC dan Tawas) kedalam air baku. Koagulan tersebut menyebabkan partikel padatan yang memiliki padatan yang ringan dan ukuran kecil menjadi lebih berat dan ukuran menjadi besar (flok-flok) yang mudah mengendap

5. Koagulan Polimer Superfloc

a. Pengertian polimer Superfloc

Menurut (Anggarani et al., 2015) polyDADMAC merupakan polimer yang banyak memiliki masa jenis bermuatan positif. Karena mempunyai masa jenis atau densitas muatan yang tinggi, maka polyDADMAC dapat menggabungkan partikel tersuspensi menjadi efektif dalam proses flokulasi, selain itu dapat menghilangkan organi seperti humus, menghilangkan bau dan membunuh alga. PolyDADMAC memiliki rumus kimia $(C_8 H_{16} NCl)_n$.

b. Penggunaan Polimer Superfloc

Poly DADMAC digunakan dalam [pengolahan air limbah](#) sebagai [koagulan organik primer](#) yang menetralkan bahan [koloid yang bermuatan negatif](#) dan mengurangi volume [lumpur](#) dibandingkan dengan koagulan [anorganik](#).

Poly DADMAC digunakan sebagai koagulan dalam [pemurnian air](#). Ini efektif dalam mengkoagulasi dan flokulasi partikel anorganik dan organik seperti lumpur, tanah liat, ganggang, bakteri dan virus. Pada konsentrasi tinggi, polimer organik dapat menghilangkan bahan organik alami seperti [asam humat dan fulvat yang](#) menghasilkan lebih sedikit [desinfeksi prekursor produk sampingan](#) dan lebih sedikit warna.

c. Keuntungan penggunaan Superfloc (Poly DADMAC)

Menurut (Anggarani et al., 2015) keuntungan dalam penggunaan polimer polyDADMAC adalah mempunyai sifat yang mudah larut dalam air dan biodegradable atau mudah terurai dalam air. Selain itu polyDADMAC mempunyai densitas muatan positif yang besar dan pH insensitive.

6. Koagulan PAC (Poly Alumunium Chloride)

a. Pengertian PAC (Poly Alumunium Chloride)

Menurut pendapat (Rahimah et al., 2016) pengertian dari PAC (Poly Alumunium Chloride) adalah suatu senyawa anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion alumunium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polynuclear yang berumuskan $AL_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. PAC juga sebagai koagulan untuk menghilangkan zat tersuspensi mikroskopik dengan cepat.

b. Keunggulan PAC (Poly Alumunium Chloride)

- 1) PAC dapat bekerja pada tingkat pH yang luas, sehingga tidak perlu pengoreksian terhadap pH, kecuali pada air tertentu.
- 2) Pemakaian PAC jika berlebihan tidak menjadi keruh, sedangkan pada koagulan lain bila pemakaian dosis secara berlebihan maka air menjadi keruh, yang awalnya kekeruhan rendah menjadi tinggi.
- 3) PAC (Poly Alumunium Chloride) mengandung polimer khusus yang memiliki struktur polielektrilite yang dapat mengurangi atau tidak membutuhkan bahan lainnya, hal tersebut dapat penghematan untuk penjernihan air.
- 4) Memiliki kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim sehingga dapat hemat untuk penggunaan bahan sebagai netralisasi.

7. Parameter Limbah Tahu Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya

Air limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan yang berwujud cair yang jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu dapat menurunkan kualitas lingkungan dan menimbulkan pencemaran. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsure pencemar atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadannya dalam air limbah yang akan dibuang ke dalam sumber air dari suatu kegiatan tersebut. Untuk memenuhi baku mutu sesuai peraturan perundang-undangan maka setiap pengelola industri harus menyediakan pengelolaan Air Limbah sebelum dibuang ke badan air. Berikut ini tabel Baku Mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 :

Tabel II.3 Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

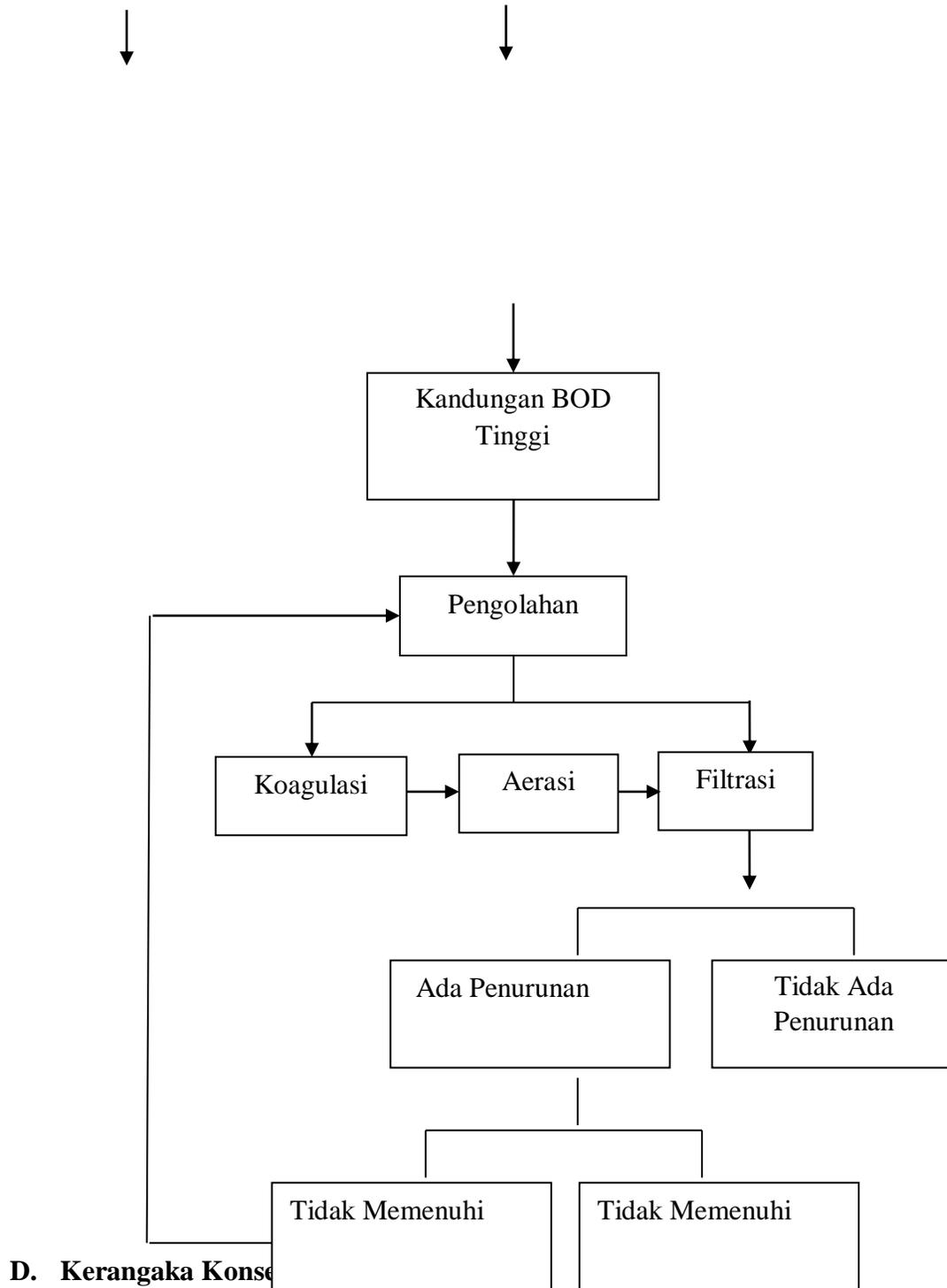
BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU DAN TEMPE			
	Kecap	Tahu	Tempe
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD5	150	150	150
COD	300	300	300
TSS	100	100	100
pH	6,0-9,0		
Volume Air Limbah Maksimum (M ³ /ton kedelai)	10	20	10

C. Kerangka Teori

Diagram II.2 Kerangka Teori

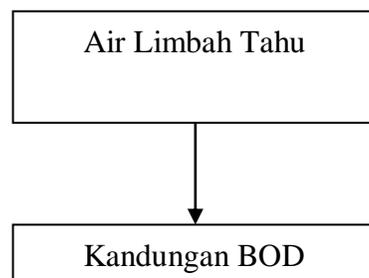


□ = dilanjut



D. Kerangka Konsep

Diagram II.3 Kerangka Konsep



BAB III
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian dan Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Tujuan dilakukan penelitian deskriptif untuk mengetahui penurunan kadar BOD dengan metode koagulasi, aerasi dan filtrasi. Kemudian dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

2. Desain Penelitian

Menggunakan desain penelitian deskriptif studi kasus karena industri tahu di Pabrik Tahu Sri Murtiningsih Ponorogo belum mempunyai Instalansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga jika dibuang ke badan air akan mencemari lingkungan dan berakibat tingginya kadar BOD.

B. Lokasi, Biaya dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

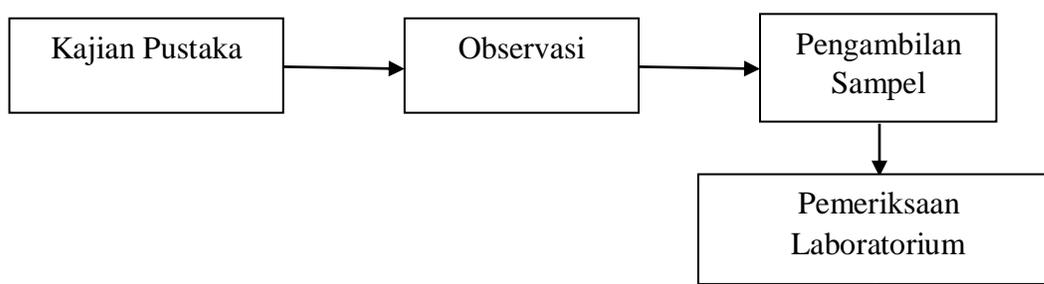
Penelitian ini dilaksanakan di Workshop Prodi D3 Sanitasi Kampus Magetan

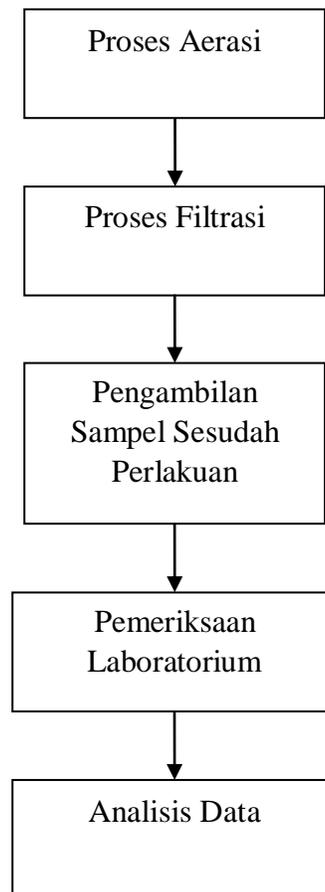
2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-April2021

C. Alur Penelitian

Diagram III.1 Alur Penelitian





D. Populasi dan Sampel

1. Populasi Penelitian

Menurut buku berjudul Statistika untuk Penelitian oleh (prof. DR. Sugiyono, 2012 halaman 61) Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang memiliki kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari

dan kemudian ditarik kesimpulannya. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair di Pabrik Tahu Sri Murtiningsih Ponorogo.

2. Sampel

Menurut buku berjudul Statistika untuk Penelitian oleh (prof. DR. Sugiyono, 2012 halaman 62) Sampel adalah suatu bagian dari keseluruhan serta karakteristik yang dimiliki oleh sebuah Populasi. Sampel pada penelitian ini adalah sebagian Limbah Cair dari populasi Industri Tahu di di Pabrik Tahu Sri Murtiningsih Ponorogo. Dengan Sampel limbah cair tahu yang diambil adalah effluent. Volume sampel yang dibutuhkan adalah 30 liter karena dalam penelitian ini terdapat 3 kali perlakuan dengan replikasi 5 kali.

Tabel III.1 Variasi Waktu Aerasi

Nama Sampel	Lama Waktu Aerasi	Jumlah Sampel
Sebelum	-	5
Sesudah (Sampel 1)	60 menit	5
Sesudah (Sampel 2)	120 menit	5
Sesudah (Sampel 3)	180 menit	5
Jumlah Sampel		20

E. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Penelitian

- Kadar BOD limbah cair industri tahu sebelum Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi dengan replikasi 5 kali
- Kadar BOD limbah cair industri tahu sesudah aerasi waktu 60 menit dengan Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi dengan replikasi 5 kali
- Kadar BOD limbah cair industri tahu sesudah aerasi waktu 120 menit dengan Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi dengan replikasi 5 kali

- d. Kadar BOD limbah cair industri tahu sesudah aerasi waktu 180 menit dengan Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi dengan replikasi 5 kali

2. Definisi Operasional Variabel

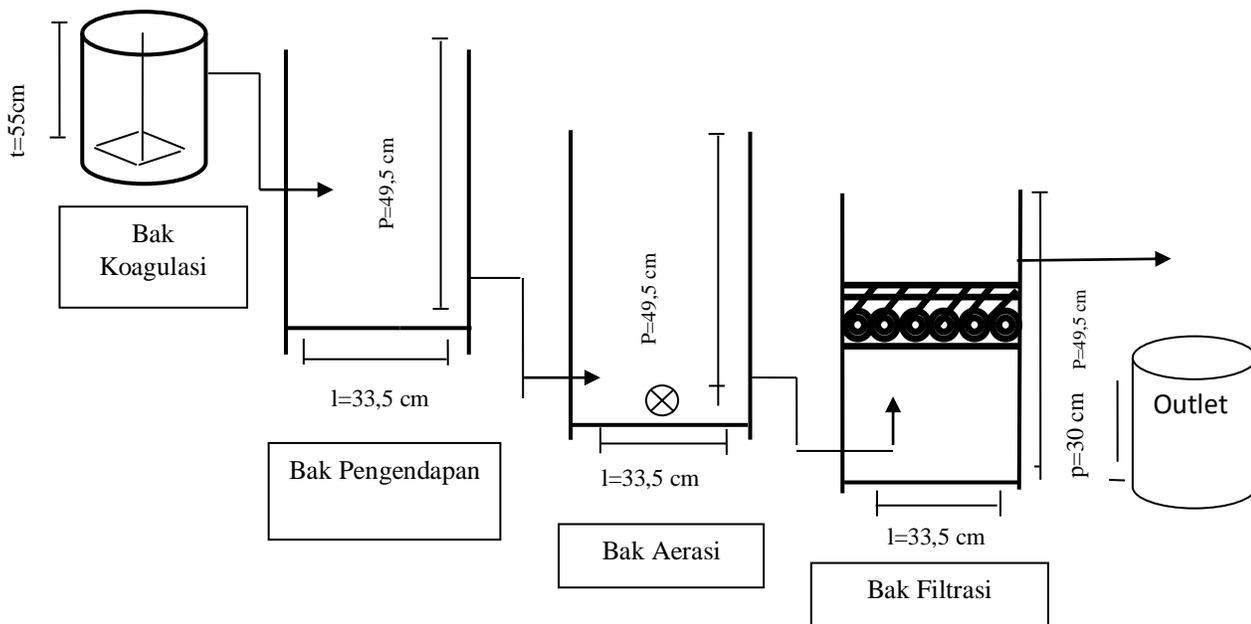
Tabel III.2 Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Skala
1	Kadar BOD	<p>a) Kadar BOD sebelum pengolahan Koagulasi-Aerasi-Filtrasi</p> <p>b) Kadar BOD sesudah pengolahan Koagulasi-Aerasi-Filtrasi</p>	<p>Berdasarkan Peraturan Gubernur Nomor 72 Tahun 2013 untuk baku mutu BOD adalah 150 mg/l. maka dari itu dapat dikategorikan sebagai berikut :</p> <p><150mg/l memenuhi syarat</p> <p>>150 mg/l tidak memenuhi syarat</p>	Interval
No	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Skala
2	Efektifitas Alat	Kefektifitas alat pada proses koagulasi, aerasi dan filtrasi dalam penurunan kadar BOD limbah cair	Alat dikatakan efektif jika alat dapat menurunkan parameter BOD hingga dibawah atau sama dengan	Interval

		tahu	baku mutu	
--	--	------	-----------	--

F. Desain Alat Percobaan

Gambar III.1 Desain Alat Percobaan



Keterangan :

● = Titik pengambilan sampel

G. Sumber dan Jenis Data

1. Sumber Data

Sumber data dari pemeriksaan laboratorium dan jurnal terdahulu.

2. Jenis Data

a. Data Primer

Data primer dapat diperoleh secara langsung yang berasal dari uji pendahuluan yaitu hasil pemeriksaan kadar BOD pada air limbah tahu di Laboratorium Kimia Prodi D3 Sanitasi Kampus Magetan.

b. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara untuk memperoleh informasi tentang proses serta volume limbah cair tahu, dan hasil penelitian terdahulu terhadap penurunan kadar BOD.

H. Jalan Penelitian

1. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan terhadap kondisi air limbah dilapangan.

2. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik dalam pengambilan sampel menggunakan teknik *grab sample* (sampel sesaat) yaitu pengambilan sampel secara langsung dari outlet pembuangan air limbah tahu. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan. Pengambilan sampel dengan teknik ini dilakukan satu kali dan langsung diperiksa.

Untuk mengetahui hasil parameter kimia BOD limbah cair tahu maka dilakukan pengambilan sampel dengan cara sebagai berikut :

a. Cara Pengambilan Sampel Sebelum Perlakuan

1) Alat

- a) Kertas label
- b) Jurigen

2) Bahan

- a) Sampel air limbah tahu

3) Prosedur Kerja

- a) Siapkan jurigen untuk pengambilan sampel di saluran pembuangan limbah cair/pada outlet

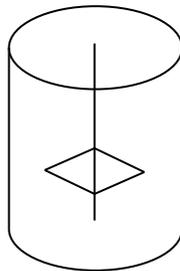
- b) Bilas jurigen sebanyak 3(kali) dengan air limbah
- c) Masukkan air limbah kedalam jurigen sampai penuh dan tidak terjadi aerasi.
- d) Tutup jurigen dan beri label (nama pengambil, jam, hari/tanggal, lokasi, titik pengambilan sampel).

b. Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi

1) Metode Koagulasi Dengan Superflox

a) Gambar Alat

Gambar III.2 Koagulasi



b) Cara Kerja

- (1) Masukkan air limbah kedalam bak koagulasi
- (2) Masukkan koagulan superflox
- (3) Pengadukan air limbah dengan koagulan superflox

2) Metode Aerasi Dengan Aerator

a) Gambar Alat

Gambar III.3 Aerator



b) Deskripsi Alat

- (1) Merk : AQURA

- (2) Type : ASP-288A
- (3) Daya : 2.5 W
- (4) Tegangan : AC 220-240 V
- (5) F Max (Output) : 3L/min

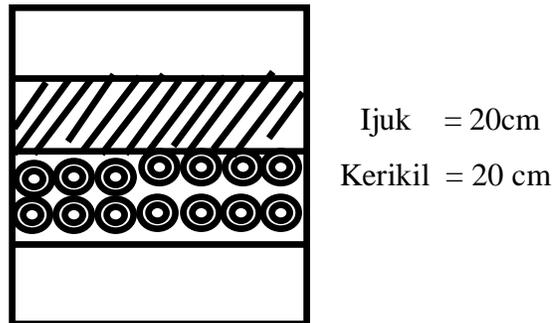
c) Cara Kerja Alat

- (1) Pasang Pompa kedalam bak aerator
- (2) Masukkan Air Limbah Tahu kedalam bak aerator
- (3) Nyalakan pompa sampai udara masuk yang ditandai dengan adanya gelembung-gelembung
- (4) Air limbah tahu diaerasikan, setelah diaerasikan dialirkan ke bak filtrasi.

3) Metode Filtrasi

a) Gambar Alat

Gambar III.4 Filtrasi



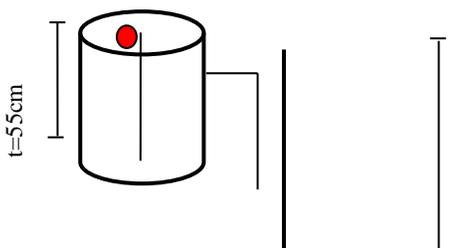
b) Cara Kerja

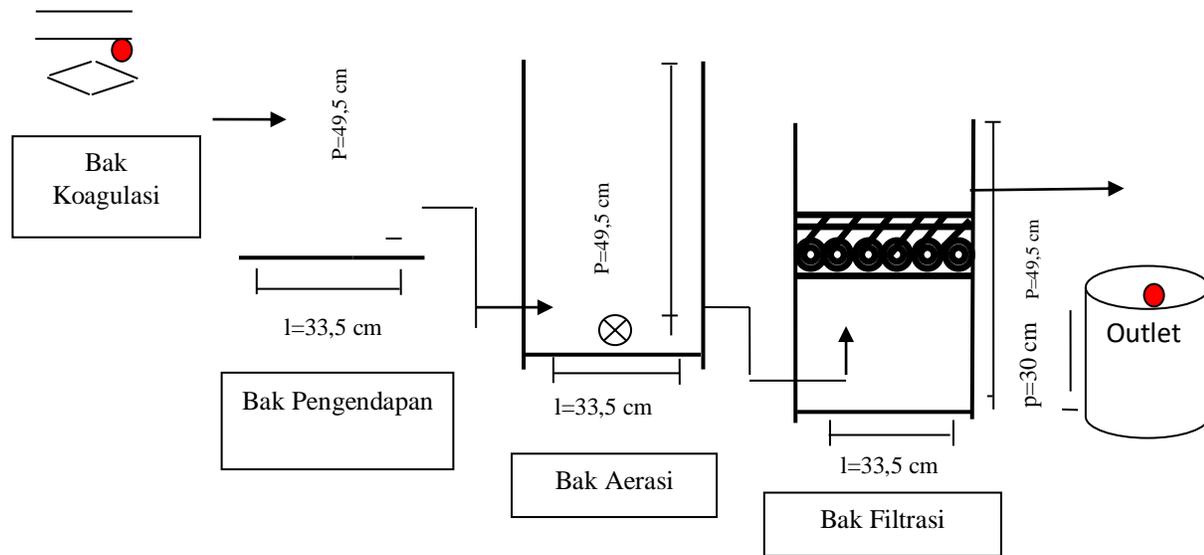
- (1) Masukkan media filtrasi kerikil dan ijuk kedalam bak filtrasi
- (2) Air Limbah yang sudah diaerasikan dialirkan ke bak filtrasi melalui saluran pipa
- (3) Setelah air limbah di filtrasi dialirkan ke outlet

4) Proses Metode Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi

a) Rancangan Alat Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi

Gambar III.5 Rancangan Alat Koagulasi, Aerasi dan Filtrasi





Keterangan :

● = Titik pengambilan sampel

b) Cara Kerja Alat

- (1) Air Limbah Tahu masuk (inlet) ke dalam bak koagulasi
- (2) Setelah dari bak koagulasi yang telah tercampur dengan koagulan superflox lalu dialirkan ke bak pengendapan
- (3) Endapan air limbah tahu dikuras, Lalu air limbah yang sudah terpisah dari endapan dialirkan ke bak aerasi
- (4) Air limbah diaerasi, setelah itu dialirkan ke bak filtrasi melalui saluran pipa
- (5) Air limbah akan melewati media filtrasi
- (6) Setelah itu air limbah dialirkan ke outlet dan diperiksa di laboratorium untuk mengetahui apakah sudah memenuhi persyaratan atau belum untuk dibuang ke badan air.

c) Cara Pengambilan Sampel Air Lmbah Tahu Setelah Perlakuan

(1) Alat

- (a) Kertas label
- (b) Jurigen

(2) Bahan

- (a) Sampel air limbah tahu

(3) Prosedur Kerja

- (a) Siapkan jurigen untuk pengambilan sampel di saluran pembuangan limbah cair/pada outlet
- (b) Bilas jurigen sebanyak 3(kali) dengan air limbah
- (c) Masukkan air limbah kedalam jurigen sampai penuh dan tidak terjadi aerasi.
- (d) Tutup jurigen dan beri label (nama pengambil, jam, hari/tanggal, lokasi, titik pengambilan sampel).

d) Pemeriksaan BOD

(1) Alat

- (a) Botol winkler
- (b) Pipet 2ml dan 10ml
- (c) Pipet tetes
- (d) Wadah penampung sampel
- (e) Incubator
- (f) Gelas ukur
- (g) Erlemenyer

(2) Bahan

- (a) Sampel air limbah tahu
- (b) Larutan $MnSO_4$
- (c) Larutan H_2SO_4 pekat
- (d) $KMnO_4$ 0,1 N
- (e) Pereaksi Oksigen
- (f) Na Thio Sulfat 0,025 N
- (g) Amylum 0,2%

(3) Cara Kerja

- (a) Siapkan sampel air dalam beaker glass sebanyak 700 ml
- (b) Tuang sampel tersebut ke dalam 2 botol oksigen sampai tumpah, lalu tutup
- (c) Sisihkan salah satu botol oksigen untuk pemeriksaan DO inkubasi

- (d) Ditambah 2 ml MnSO_4 dan 3 ml pereaksi Oksigen
- (e) Diamkan sebentar bila endapan berwarna putih maka oksigen terlarut tidak ada (tidak perlu dilanjutkan) dan apabila endapan berwarna kuning coklat berarti DO ada dan pemeriksaan dilanjutkan.
- (f) Ditambah 2 ml H_2SO_4 pekat, homogenkan hingga endapan larut.
- (g) Tuangkan sampel tersebut ke dalam erlemeyer sebanyak 200 ml dengan gelas ukur
- (h) Dititrasi dengan Na Thiosulfat 0,2 ml sampai warna sampel berubah menjadi kuning muda, kemudian ditambah dengan 2 ml amylum dan titrasi dilanjutkan dengan penambahan 0,8 Na Thiosulfat hingga warna biru tepat hilang.
- (i) Mencatat hasil.

e) Titik Pengambilan Sampel

Titik dalam pengambilan sampel limbah cair tahu yaitu pada bagian outlet.

f) Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dengan metode *grab sample* (sampel sesaat) yaitu sampel diambil secara langsung dari outlet.

3. Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Poltekkes Kemenkes Surabaya Prodi D3 Sanitasi Kampus Magetan, untuk mengetahui kadar BOD limbah cair tahu sebelum dan setelah melakukan perlakuan.

I. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

a. Editing

Menurut (Oliver, 2019) editing adalah melakukan perubahan dan pengecekan suatu data yang telah terkumpul menjadi satu untuk mengetahui data tersebut sudah sesuai atau tidak untuk dilakukan proses lebih lanjut. Dalam proses editing harus memperhatikan kelengkapan data, kesesuaian data, dan relevansi jawaban.

b. Rekapitulasi

Rekapitulasi merupakan pengumpulan data dari berbagai sumber untuk dijadikan satu atau direkap, seperti hasil pemeriksaan laboratorium.

c. Coding

Coding merupakan proses pengolahan data dengan mengklasifikasikan data sesuai dengan kategori masing-masing. Setiap kategori yang berbeda diberi kode berbeda.

d. Tabulating

Tabulating merupakan suatu data yang sudah didapatkan dimasukkan dalam bentuk tabel agar mudah dalam menganalisis data.

2. Metode Analisis Data

a) Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan dengan menganalisis perbedaan hasil antara pengukuran kualitas kimia pada kadar BOD limbah cair tahu dengan baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

b) Menghitung Efektifitas

Untuk menghitung berapa % efektifitas penurunan kadar BOD dengan cara sebagai berikut :

$$\% \text{ Efektifitas} = \frac{\text{Sebelum Perlakuan} - \text{Sesudah Perlakuan}}{\text{Sebelum Perlakuan}} \times 100\%$$

