

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Artikel ini mengacu pada karya Yusriani Sapta Dewi dan Yanti Buchori, dua peneliti dari Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Satya Negara di Indonesia dengan judul “Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi Dan Zeolit” Limbah cair tahu dari industri rumah tangga di Dusun Cirejag, Desa Blendung, Kecamatan Klai, Kabupaten Karawang kondisinya memprihatinkan dan mengancam kualitas air jika dibuang langsung ke badan air, karena kadar limbahnya melebihi syarat baku mutu yang diamanatkan pemerintah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan konfigurasi media mana yang paling efektif dalam menyisihkan COD dan TSS dari air limbah tahu. Untuk memastikan keefektifan fasilitas pengolahan limbah, penelitian ini menggunakan strategi penelitian deskriptif kuantitatif yang bersifat eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filter yang dibuat dari media campuran sekam padi, karbon aktif, zeolite dan pasir silika berhasil mengurangi kadar zat pencemar dalam limbah industri tahu. Kualitas air hasil penyaringan dipengaruhi oleh perubahan volume karbon aktif dan zeolite. Tipe 3 memiliki hasil penyaringan yang optimal dengan median ketebalan sekam padi 7 cm, zeolit 5 cm, karbon aktif 9 cm, dan pasir kuarsa 7 cm. Ketebalan material ini memberikan penurunan kadar parameter pencemar pada air secara rata-rata.
2. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tri Nurulia Kotimah pada Jurnal Penelitian Aerasi, Program Studi D-III Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya dengan judul “Pengaruh Biofilitasi Menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi

Untuk

Menurunkan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) Dan TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair Tahu Tahun 2019“ Jumlah rata-rata pencemaran yang disebabkan oleh limbah cair tahu adalah 2938 mg/l untuk kebutuhan oksigen biologis dan 1484 mg/l untuk total padatan terlarut. Penelitian ini menggunakan desain pra-eksperimen dengan pra dan pasca pengujian satu kelompok. Prosedur perawatan-persiapan dan penyelesaian. Hasil menunjukkan penurunan konsentrasi BOD dari 3157 mg/l sebelum perlakuan menjadi 2795 mg/l setelahnya. Tingkat TSS adalah 1568 mg/l sebelum terapi, dan 707 mg/l setelah pengobatan, menurut temuan penelitian.

3. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febriana Ikasari dengan judul “ Efektivitas Aerasi-Filtrasi Batu Kali Dan Adsorpsi Media Arang Aktif Batok Kelapa Pada Penurunan Kadar BOD Dan COD Limbah Tahu “ BOD dan COD merupakan parameter utama sebagai indikator pencemar pada limbah cair tahu. Berdasarkan penyelidikan awal peneliti, kadar BOD dan COD industry tahu di Desa Ngampin ialah BOD sebesar 180 mg/L dan COD sebesar 445 mg/L. Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013 menetapkan syarat minimal mutu suatu produk, dan ini lebih tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kemanjuran dari tiga metode yang berbeda untuk menurunkan kebutuhan oksigen biologis (BOD) dan kebutuhan oksigen kimia (COD) pada limbah tahu selama tiga, enam, dan sembilan jam. Metode ini meliputi aerasi-filtrasi dengan batuan sungai dan adsorpsi dengan karbon aktif dari tempurung kelapa. Jenis penelitian yang digunakan ialah purposive sampling, dimana peneliti menjadwalkan pengambilan sampel pada variasi waktu tertentu dan metode pengambilan sampel adalah sampel kelompok. Metode yang digunakan dijelaskan dalam desain studi kasus. Hasil penelitian kandungan BOD limbah industry tahu setelah perlakuan 3 jam menjadi 22,31%, setelah 6 jam 71,74% dan setelah 9 jam menjadi 68,75%. Setelah perlakuan 6 jam kontak terjadi penurunan pada parameter BOD sebesar 71,74%

dan nilai COD setelah perlakuan 3 jam sebesar 10,42%, setelah 6 jam 9,19% dan setelah 9 jam sebesar 7,13%. Artinya tidak terjadi penurunan kadar COD karena adanya TSS dan PH yang rendah pada limbah cair tahu. Pemeriksaan parameter BOD dan COD perlu dipertimbangkan secara terpisah.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	
			Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
1	2	3	4	5
1	Yusriani Sapta Dewi dan Yanti Buchori	Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi Dan Zeolit	Ketebalan media filter Tipe 3 untuk desain pengolahan air limbah adalah pola sekam padi sebanyak 7 cm, 9 cm karbon aktif, 5 cm batu zeolite dan 7 cm pasir kuarsa	Menggunakan metode Aerasi selama 10 jam, 11 jam dan 12 jam dan filtrasi dengan beberapa media dengan ketebalan ijuk 5 cm, pasir kuarsa 10 cm, arang aktif batok kelaoa 10 cm dan kerikil 10 cm
2	Tri Nurulia Kotimah	Pengaruh Biofiltasi Menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar	Pengolahan air limbah tahu meliputi biofiltrasi dan aerasi untuk menurunkan kebutuhan oksigen biokimia dan total padatan tersuspensi.	Menggunakan metode aerasi selama 10 jam, 11 jam dan 12 jam dan filtrasi dengan beberapa media dengan ketebalan ijuk 5 cm, pasir kuarsa 10 cm, arang aktif batok kelaoa 10 cm dan kerikil 10 cm

1	2	3	4	5
		BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) Dan TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) Pada Limbah Cair Tahun 2019		
3	Febriana Ikasari	Efektivitas Aerasi-Filtrasi Batu Kali Dan Adsorpsi Media Arang Aktif Batok Kelapa Pada Penurunan Kadar BOD Dan COD Limbah Tahu	Filtrasi aerasi batu sungai dan adsorpsi arang tempurung kelapa aktif selama 3, 6, dan 9 jam	Menggunakan metode aerasi selama 10 jam, 11 jam dan 12 jam dan filtrasi dengan beberapa media dengan ketebalan ijuk 5 cm, pasir kuarsa 10 cm, arang aktif batok kelaoa 10 cm dan kerikil 10 cm

B. Telaah Pustaka Yang Sesuai

1. Industri Tahu

a. Definisi

Industri tahu adalah salah satu yang berfokus pada penggalian nilai dari bahan pangan seperti kedelai. Ekonomi industri tahu telah tumbuh terutama di sektor perumahan, menjadikannya moniker Industri Tempat Tinggal Pribadi (IRT). Peralatan yang digunakan dalam produksi dapat sepenuhnya atau sebagian terotomatisasi Industri pembuatan tahu merupakan salah satu industri kecil yang menghasilkan produk pangan pokok dengan menggunakan bahan kedelai. Industri pembuatan tahu biasanya terletak di kawasan pemukiman yang dikelola secara pribadi oleh keluarga. (Pagoray et al., 2021)

Sebagai contoh dari sektor ekonomi dengan modal rendah dan tenaga kerja rendah, sektor industri pembuatan tahu juga menggunakan peralatan produksi yang relatif sederhana. Semua keuntungan dan kerugian dalam industri ini ditanggung oleh pemiliknya sendiri, karena sektor ini dijalankan murni berdasarkan pasar oleh sekelompok pengusaha. Tenaga kerja pada sector industry ini berasal dari keluarga pemilik usaha bukan dari lingkungan. Sudah menjadi rahasia umum bahwa usaha pengolahan kedelai menjadi tahu adalah usaha rumahan yang biasanya dilakukan oleh pencari nafkah dan keluarganya. Ukuran tenaga kerja rata-rata adalah 1-5 orang; dengan demikian, sektor ini terkadang disebut sebagai skala bisnis kecil atau "rumah tangga". Itu karena didasarkan pada jenis industri tergantung berapa banyak orang yang bekerja di sana. (Setyaningsih, 2022)

b. Proses Pembuatan Tahu

Ada banyak langkah wajib dalam proses pembuatan tahu yang tidak bisa dilewati. Menurut proses industry pembuatan tahu, ada langkah-langkah tetap yang tidak dapat diubah atau dihilangkan. Sektor *homebuilding* menggunakan total delapan proses penciptaan pengetahuan, yang diuraikan di bawah ini. (Tyasningrum, 2021)

1) Proses Perendaman dan Pencucian

Air bersih digunakan untuk mencuci bahan kedelai baku yang telah melalui proses sortasi (pemilahan) untuk menghilangkan sisa noda dan bau. Untuk memastikan kebersihan bahan baku, proses pembersihan diulang dua atau tiga kali. Selanjutnya kedelai bam diendapkan pada bara penampung yang telah disemprot air bersih. Waktu yang diperlukan untuk prosedur ini kira-kira empat sampai lima jam. Perkiraan waktu perendaman tidak boleh melebihi batas yang ditentukan, karena hal itu dapat memengaruhi kualitas tahu.

Tujuan dari merendam kedelai biji adalah untuk membuat lingkungan setempat menjadi lebih asam. Keuntungan penggunaan bahan baku antara lain membantu proses sintesis protein dan perendaman kacang kedelai sebelum memulai tahap fermentasi dan pengeringan. Jumlah minimum air yang dibutuhkan untuk proses merendam kedelai adalah dua kali jumlah kedelai baku yang disiapkan. Sebagai langkah terakhir dalam proses perendaman, Kedelai dibersihkan dengan air bersih sampai tidak ada bekas kontaminan yang tersisa di bahan baku. Pencucian dilakukan minimal dua kali hingga air menjadi jernih dan kekeruhan hilang.

2) Proses Penggilingan

Kedelai bersih kemudian dikeringkan dan dihaluskan menggunakan Disc Mill bertenaga solar. Untuk mempercepat proses penggilingan dan mendapatkan konsistensi bubur kedelai yang halus dan halus, keran air bersih dinyalakan kembali. Penggunaan air panas akan mempercepat rusaknya tekstur. Peningkatan suhu air memiliki efek menghambat aktivitas enzim lipoksigenase secara dramatis, yang dapat mengubah fisiologi dan, yang paling terasa, rasa tanaman.

3) Proses Pemasakan

Pembuatan bubur dari kacang kedelai dilakukan dengan menggunakan bis sumur stasioner yang beri tambahan uap panas. Air panas dihasilkan dengan memanaskan air dalam reaktor besar. Prosedur masak dilanjutkan selama 30 menit hingga gelembung mulai terbentuk pada permukaan bubur dari kedelai.

Adapun dilakukan proses pemasakan bertujuan untuk mengaktifkan zat anti nutrisi kedelai sehingga nilai cerna meningkat. Sementara itu, pengadukan dilakukan secara berkala, setiap 15 menit sekali dengan menggunakan sebatang kayu, untuk menjaga homogenitas adonan bubur dari kedelai.

4) Proses Penyaringan

Setelah tahu matang, dikeluarkan dari tempat pemasakan kemudian dibawa ketempat untuk menggumpalkan sari. Untuk mencegah masuknya ampas kedelai ke sumur, tikar anyaman sivon diletakkan di sekeliling bibir sumur. Proses penggumpalan sari ini dilanjutkan hingga air sari kedelai memenuhi sumur penggumpal. Pihak industry tahu secara pribadi mengelola ampas kedelai yang dihasilkan dari operasi mereka. Ampas tersebut digunakan sebagai campuran bahan makanan maupun sebagai pakan ternak. Sedangkan produk utama sari kedelai diproses lebih lanjut dengan penambahan janthu (biang tahu). Sari yang digumpalkan akan membentuk gumpalan putih lembek. Proses mengubah gumpalan menjadi tahu memakan waktu sekitar 15 menit. Tahu yang sudah menggumpal dan siap dicetak akan tenggelam ke dasar.

5) Proses Pencetakan

Alat tradisional balok kayu digunakan untuk proses pencetakan. Saat tahu siap dicetak, kain sivon diletakkan di atas balok kayu untuk mencegah kebocoran dan mempercepat proses pepadatan. Gumpalan tahu yang terkandung di dasar dipindahkan ke media pencetakan melalui gayung logam. Batu ditorehkan di atas kayu untuk membantu proses pengepresan. Hal ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa gumpalan tahu tersebut berada pada tingkat kepadatan yang tinggi. Satu hingga empat setengah jam kira-kira tepat untuk menekan tahu bunga menjadi balok padat.

6) Proses Pengukuran dan Pemotongan

Tahu yang diperoleh melalui proses pepadatan kemudian dilakukan proses pemotongan untuk menyederhanakan proses penjualan. Ukuran pada pencetakan tahu disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan setiap hari dan pada

waktu. Biasanya, pemilik bisnis telah menyediakan alat penggaris dari kayu, memastikan bahwa dimensi setiap pisau yang digunakan untuk memotong tahu adalah tetap konsisten.

7) Proses Pewadahan dan Penyimpanan

Untuk mencegah kontaminasi merembes ke dalam produk, Mengikuti langkah ini, ember plastik lain dengan ukuran yang sama digunakan untuk merendam produk tahu sepenuhnya di dalam air.

2. Limbah Industri Tahu

Tahu adalah jenis makanan yang bergizi tinggi, memiliki kandungan protein yang terbuat dari kacang kedelai. Kebutuhan kedelai sampai 2,3 juta ton per tahun yang terdiri dari 10% minyak kedelai, 50% tempe, dan 40% adalah tahu. Industry tahu menyadari bahwa meskipun mereka dapat meningkatkan ekonomi di masyarakat, Mereka mungkin berbahaya karena produk sampingan dari pembuatan tahu mungkin berbahaya bagi lingkungan. (Aris et al., 2021)

Produksi tahu menghasilkan limbah yang dapat berupa padat atau cair setelah diproses. Limbah tersebut dapat mencemari lingkungan dan mengganggu aktivitas manusia jika tidak ditangani dengan baik. Ampas tahu merupakan ampas yang dibuang tanpa diolah menjadi tahu pada saat pengolahan kedelai. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu ada dua jenis, Cuci kedelai dan ampas tahu adalah dua contoh limbah non-biodegradable. Limbah cair inilah yang tertinggal setelah tahu dicuci. Pembuatan tahu menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar, yang jika dibuang ke sumber air dapat menyebabkan pencemaran. Pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman kedelai, dan pencetakan semua menghasilkan limbah cair selama pembuatan tahu. Membuang sampah langsung ke badan air melepaskan bau busuk. Limbah cair dari tahu yang tidak diolah akan berbau tidak sedap dan berwarna gelap. (Tyasningrum, 2022)

Proses produksi tahu yang menghasilkan dari limbah, seperti produk sampingan dari budidaya kedelai, dibuang karena tidak dikembangkan dengan baik sehingga tidak dapat digunakan. Ada dua jenis utama limbah tahu: yang cair dan yang padat. Air

limbah tahu merupakan bagian yang mempunyai kuantitas terbesar dan paling berpotensi merusak. Hal ini disebabkan adanya genangan air yang tidak menguap, makanan busuk yang tidak dimasak dengan benar, dan sampah yang membusuk yang dapat mengeluarkan bau tidak sedap jika dibiarkan begitu saja. (Sayow et al., 2020)

Limbah dari industry tahu tradisional dibagi menjadi dua kategori yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dari pabrik pengolahan tahu terdiri dari pengotor (bau, tanah, padatan yang menempel pada kedelai seperti sekam kedelai) yang dihasilkan saat kedelai dicuci, dan sisa dalam saringan lumpur kedelai yang disebut ampas tahu. Limbah padat dari pengolahan awal bahan kedelai (pencucian) biasanya tidak signifikan (hanya 0,3% bahan kedelai). Sebaliknya, proses memeras isian bubur menyebabkan zat lengket yang disebut ampas tahu terlepas ke udara. Proporsi ampas tahu yang terbentuk terhadap total keluaran tahu diperkirakan antara 25 dan 35 persen. (Setyaningsih, 2021)

Proses perendaman, pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, pengayakan, pengepresan, dan pemerasan, serta pembuatan tahu, semuanya berkontribusi pada limbah cair tahu pada proses tersebut. Proses air dadih, di mana cairan kental diekstraksi dari massa tahu, menyumbang sebagian besar limbah industri tahu. Dadih ini memiliki kandungan protein yang tinggi dan dapat dicerna tanpa pretreatment apapun. Jenis limbah ini biasanya dibuang ke lingkungan sekitar, tanpa dilakukan *treatment* sebelumnya, sehingga menimbulkan bau yang menyengat dan kerusakan lingkungan. (Herawati et al., 2019)

Limbah dari sektor industry tahu memiliki kadar senyawa organik yang tinggi, termasuk asam amino dan protein. Senyawa organik ini bertanggung jawab atas tingginya kadar COD, BOD, dan TSS yang terlihat dalam air limbah industri sebagai akibat dari keberadaannya. Sudah menjadi pengetahuan umum bahwa bahan organik yang ditemukan dalam limbah tahu industri memiliki komponen organik yang tinggi. Komponen organik ini dapat ditemukan berupa protein, karbohidrat, dan lemak. Persentase organik tertinggi dalam senyawa adalah protein (40-60%), diikuti oleh karbohidrat (25-25%), dan lemak (10%). Semakin lama penimbunan senyawa organik

pada limbah tahu cair, maka volume senyawa organik akan bertambah. Sedangkan senyawa gas yang terdapat pada limbah tahu antara lain O_2 , H_2S , NH_3 , CO_2 , dan CH_4 . Gas yang dihasilkan dari penguraian senyawa organik yang terkandung dalam sisa limbah tahu. Bahan organik yang ada pada limbah dapat dimurnikan ke keadaan semula melalui proses biologis aerobik atau anaerobik. Sementara bahan anorganik pada limbah tahu tersebut dapat disempurnakan melalui proses biologis, (Nadya & Handayani, 2020)

Protein dan senyawa organik lainnya pada limbah cair tahu akhirnya terurai menjadi senyawa anorganik. Dengan menggunakan proses oksidasi aerobik, bahan organik terdegradasi menjadi produk sampingan yang lebih stabil. Bahan organik dipecah menjadi blok komponen anorganik dimana terbagi dalam dua tahap yang dikenal sebagai dekomposisi. Proses oksidasi mengubah senyawa organik ini mengubah senyawa yang tidak stabil seperti ammonia menjadi senyawa organik yang stabil seperti nitrit dan nitrat. (Aris et al., 2021)

3. Karakteristik Limbah Cair Tahu

Karakteristik umum air limbah dapat diuraikan menjadi komponen fisik, kimia, dan biologis. Meskipun demikian, sebagian besar air limbah industri hanya terdiri dari sifat fisik dan kimia. Untuk mengkarakterisasi sifat air limbah industri digunakan parameter sebagai berikut: (Tyasningrum, 2022)

- a. **Parameter kimia**, ini dapat dibagi menjadi kimia organik dan kimia anorganik. Kandungan bahan kimia organik meliputi : COD, BOD, TOC, dissolve oxygen atau oksigen terlarut, lemak dan minyak, nitrogen total, dll. Yang termasuk kimia anorganik meliputi Pb, pH, Fe, Cu, Na, Belerang, dll.
- b. **Parameter fisika**, seperti temperature suhu, kekeruhan, kandungan padatan dan bau

Beberapa karakteristik limbah cair industri tahu yang penting antara lain :

1) *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS ialah bahan yang tidak tenggelam dalam air dan mengapung. Tingkat kekeruhan di dalam air berkorelasi kuat dengan kadar padatan tersuspensi.

Jumlah cahaya yang di adsorpsi dan dihamburkan oleh zat-zat di dalam air akan menentukan sifat optiknya. Adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi akan terakumulasi yang menyebabkan air menjadi keruh. Air akan menjadi lebih keruh seiring dengan peningkatan konsentrasi bahan tersuspensi tersebut.

2) ***Biological Oxygen Demand (BOD)***

BOD adalah metrik yang menunjukkan berapa banyak bahan organik di dalam air limbah yang telah di rusak oleh proses biologis. Aktivitas mikroba dalam air menunjukkan tingginya kebutuhan oksigen terkait dengan penguraian bahan organik. Limbah organik dari usaha pembuatan tahu terkenal sangat kaya akan nutrisi.

3) ***Chemical Oxygen Demand (COD)***

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk terjadinya reaksi kimia di dalam air limbah yang akan dioksidasi. Jika kadar polutan organik dan anorganik dalam air cukup tinggi maka jumlah oksigen yang berdifusi keluar air dapat mencapai nilai yang besar dan mengganggu kelangsungan hidup tanaman air, ikan dan hewan lainnya.

4) ***Nitrogen Total (N-Total)***

Total Nitrogen Kjeldahl adalah jumlah konsentrasi nitrogen organik dan amonia anorganik, yang ditentukan menggunakan teknik Kjeldahl oseanografi (TKN). Nitrat N-Total mudah diubah menjadi nitrat oleh aksi mikroorganisme di lingkungan akuatik dan terrestrial.

5) ***Derajat Keasaman (pH)***

Limbah industry tahu yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu bersifat asam. Akibatnya berbau menyengat dihasilkan dari limbah industry tahu. pH berperan penting dalam pengolahan air limbah, dengan pH minimal sekitar 6-9. Hasil pH rendah dari kurangnya oksigen terlarut, yang memiliki efek domino. Akibatnya, perlu untuk memantau pH dan menyesuaikannya dengan buffer sampai tingkat yang diinginkan diperoleh.

4. Baku Mutu Air Limbah Tahu

Tabel 2.2 Menjelaskan persyaratan mutu air limbah pabrik penghasil tahu, sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Industri dan/atau Usaha Lain.

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

BAKU MUTU INDUSTRI PENGOLAHAN KEDELAI (TAHU)		
No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1	COD	300
2	BOD5	150
3	pH	6,0-9,0
4	TSS	100
5	Volume Air Limbah Maksimum (M ³ /ton kedelai)	20

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

5. Dampak Limbah Tahu

Menurut Jessy Adack dalam Jurnal Lex Administratum, Vol.I/No.3/Jul-Sept/2013 yang berjudul “Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup” mengatakan Pencemaran dari bisnis tahu berdampak negatif pada ekosistem perairan, yang terutama bermasalah karena air bersih sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia dan hewan. Karena limbah industry tahu mencemari lingkungan dapat dipastikan akan berdampak buruk bagi kegiatan ekologis dalam lingkungan perairan dan berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat dan pemangku kepentingan. Gangguan badan air menyebabkan penurunan baku mutu air dan manfaatnya. Unsur pencemar dapat ditemukan dalam limbah cair yang dihasilkan dari pembuatan tahu, yang dapat dilepaskan ke dalam air tanpa pengolahan yang tepat dan

menyebabkan degradasi lingkungan. Jika tidak ditangani dengan baik hal itu berdampak buruk terhadap kelangsungan ekosistem perairan.

Menurut buku yang berjudul “Monograf Sedimen Perairan Tercemar Untuk Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu” mengatakan industri tahu mempunyai pengaruh yang positif tetapi juga berdampak negatif yaitu limbah cair dari produksi tahu berbahaya bagi habitat perairan karena langsung dibuang ke saluran air tanpa diolah terlebih dahulu dan menimbulkan blooming (endapan bahan organik di perairan), pembusukan, dan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya.

Rendahnya kesadaran serta terbatasnya sarana untuk pengolahan limbah menimbulkan masih adanya masyarakat yang membuang secara sembarangan limbah cair ke lingkungan perairan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pembuangan limbah tanpa pengolahan yang jelas berdampak buruk bagi lingkungan perairan. Air limbah yang mengandung BOD, COD dan TSS serta parameter lainnya yang dilepaskan langsung ke perairan sungai dapat menurunkan kualitas air serta mengganggu ekosistem perairan (Anwarni, 2019)

C. BOD (Biological Oxygen Demand)

1. Definisi BOD

BOD juga dikenal sebagai permintaan oksigen biokimia, BOD adalah jumlah miligram per liter oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba atau bakteri untuk memecah atau mengubah bahan organik selama aktivitas aerobik. Boyd (1990) menegaskan kembali bahwa bahan organik yang terurai dalam BOD mudah terurai secara hayati. Mays (1996) mendefinisikan BOD sebagai parameter jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh komunitas mikriba dalam air sebagai aktivitas invasi bahan organik yang terdekomposisi.

2. Faktor yang mempengaruhi BOD

Menurut (Salmin, 2000), mengatakan BOD dipengaruhi oleh jumlah bakteri aerob yang ada, konsentrasi senyawa organik, dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk penguraian.

3. Dampak BOD terhadap perairan

Menurut Tamamu Azizid Daroini dan Apri Arisandi, Program Studi Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura dengan judul “Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan” mengatakan bahwa kadar BOD yang tinggi menunjukkan rendahnya kandungan oksigen terlarut di perairan. Yang dapat menyebabkan anoxia atau kekurangan oksigen pada ikan (Jones dalam Salmin 2005). Kadar BOD yang tinggi dalam air juga dapat berdampak pada penurunan populasi ikan di perairan.

4. Cara Penurunan BOD

Berikut cara-cara untuk menurunkan kadar BOD :

a. Filtrasi Anaerobic Aliran Upflow

BOD efluen berkurang saat bersentuhan dengan mikroorganisme di media kerikil dan pasir, oleh karena itu metode ini digunakan. Air limbah disimpan dalam media selama 12 jam, selama waktu itu bakteri dibudidayakan dalam kondisi anaerobic, memungkinkan mikroorganisme untuk merusak air limbah (Suseno & Sukmawati, 2018)

b. Tangki Aerasi Bertingkat

Dengan memperbanyak tangki aerasi maka kebutuhan O_2 dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya meningkat seiring luapan limbah dari satu partisi ke partisi lainnya. Dengan struktur ini, kompartemen terakhir akan mendapatkan lebih banyak oksigen memungkinkan mikroorganisme aerob untuk mengisi dan mendegradasi air limbah. Meningkatkan periode aerasi dan jumlah partisi meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah dan menurunkan konsentrasi BOD. (Mirwan et al., 2019)

c. Rotating Biological Contractor (RBC)

Dengan cara ini, mikroorganisme melekat pada RBC dan membentuk lapisan biofilm di atasnya. Rotasi sel darah merah (RBC) memungkinkan beberapa area permukaannya bersentuhan langsung dengan air dan udara, memastikan bahwa kebutuhannya terpenuhi. Bakteri akan tumbuh dan

mendegradasi limbah sedangkan RBC terendam 70% karena RPM yang lebih rendah merupakan kondisi yang efektif untuk menurunkan kadar BOD (Muljadi et al., 2018)

D. COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Definisi COD

Dalam Jurnal Biology Science & Education 2015 dengan judul “BOD Dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah” mengatakan Penguraian semua bahan organik dalam air membutuhkan jumlah oksigen tertentu, yang diukur dengan Permintaan Oksigen Kimia (Boyd, 1990). Jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi molekul organik secara sempurna dalam sampel air 1 liter dikenal sebagai Permintaan Oksigen Kimia (COD). Dengan mengoksidasi K²Cr²O⁷ dengan sumber oksigen (agen pengoksidasi), jumlah oksigen terlarut dalam air berkurang (Didik Sugeng Purwanto, 2004)

2. Faktor yang mempengaruhi COD

Dikutip dari (Didik Sugeng Purwanto, 2004) dalam situs web <https://www.prosesproduksi.com/cara-menurunkan-cod-air-limbah/> mengatakan Lebih banyak senyawa organik yang dapat teroksidasi terdapat dalam air limbah jika nilai Chemical Oxygen Demand (COD) nya tinggi. Etanol dan antibeku (metanol) adalah dua contoh molekul organik yang larut dalam air yang menyebabkan peningkatan COD dalam air limbah. Konsentrasi COD juga lebih besar pada air limbah yang memiliki kandungan total partikel tersuspensi yang tinggi.

3. Dampak COD terhadap perairan

Menurut (Sugiharto, 2005:27) dalam Jurnal Unnes Journal of Public Health dengan judul “Keefektifan Aerasi Sistem Tray Dan Filtrasi Sebagai Penurun Chemical Oxygen Demand Dan Padatan Tersuspensi Pada Limbah Cair Batik” mengatakan tingginya kebutuhan oksigen kimia atau Chemical Oxygen Demand (COD) dalam limbah cair menentukan banyaknya jumlah mikroorganisme yang melimpah di suatu perairan. Contoh : Coliform, Eschericia coli, Streptococcus faecalis. Pada

orang yang minum air dengan Permintaan Oksigen Kimia (COD) yang tinggi, mikroorganismenya ini dapat menyebabkan diare, disentri, dan masalah pencernaan lainnya.

Cara Penurunan COD

a. Tangki Aerasi Bertingkat/Bersekat

Pada sistem ini dipengaruhi oleh banyaknya sekat dan waktu kontak akan mempengaruhi menurunnya nilai COD dalam air. Semakin lama kontak aerasi berlangsung maka semakin banyak oksigen yang didapat. Banyaknya sekat menyebabkan air meluap yang akan meningkatkan jumlah oksigen di dalam air (Mirwan et al., 2019)

b. Menggunakan Lumpur Aktif (Activated Sludge)

Teknik ini dilakukan oleh mikroorganismenya pendegradasi. Sesuai dengan jenis bakteri, mikroorganismenya dapat mendegradasi secara aerob atau anaerob. pH mikroorganismenya yang baik dapat mencapai 6,5-7,5 setelah penambahan CaCO_3 (dolimit). Pengendalian pH dapat dilakukan pada suhu 32-36 derajat celsius. (Suligundi, 2019)

c. Menggunakan Reaktor Biosan Filter dan Activated Carbon

Tahap awal pembuatan biofilm di dalam reactor dengan bahan limbah cair diisi sebanyak 75% dari volume bak reactor. Karbon aktif disangrai dalam oven dengan suhu 120 derajat Celsius, kemudian dicampur dengan kerikil (15 cm), pasir kasar (10 cm), pasir halus (45 cm), dan air. Setiap penilaian COD meliputi pemberian urea 46% sebagai suplemen nutrisi, dan pemeriksaan dilakukan setiap dua hari sekali. (Suligundi, 2019)

E. TSS (Total Suspended Solid)

1. Definisi TSS

Total Suspended Solid (TSS) adalah Sedimen padat tersuspensi melalui filter dengan ukuran partikel 2 m atau lebih, atau lebih besar dari dimensi partikel koloid. TSS sering diturunkan menggunakan prosedur flokulasi dan penyaringan. TSS meliputi tanah liat, kotoran, sulfida, oksida logam, bakteri, alga, dan jamur. Saat

mengevaluasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas dalam air, TSS digunakan sebagai proksi kekeruhan. (Kifly et al., 2021).

2. Faktor yang mempengaruhi TSS

Faktor- faktor yang mempengaruhi TSS, yaitu :

a. Suhu

Konsentrasi TSS secara signifikan dipengaruhi oleh suhu air limbah. Air limbah yang bergerak cepat mampu mengangkut sedimen yang lebih besar dan partikel yang lebih banyak. Perubahan kecepatan aliran juga dapat mempengaruhi TSS. Partikel dari sedimen dasar dapat tersuspensi seiring dengan meningkatnya kecepatan dan arah aliran air. (Watershedss website)

b. Air limbah

Air limbah yang berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dapat membawa padatan tersuspensi ke sungai. Air limbah domestik meliputi sampah, feses, dan bahan padat lainnya. Pabrik pengolahan limbah menghilangkan sebagian besar padatan dari air sebelum dibuang ke lingkungan.

c. pH

Pada suatu perairan, laju dekomposisi dibantu oleh pH yang bersifat alkalis (Anam et al., 2013). Perubahan pH pada air limbah menunjukkan aktivitas mikroba bahwa mikroba tersebut telah mengubah bahan organik menjadi asam yang mudah terurai.

3. Dampak TSS terhadap perairan

Tingkat kekeruhan dalam air akan meningkat karena tingginya kadar TSS yang mengakibatkan pada terhambatnya penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Perkembangan fitoplankton mungkin terhambat oleh sedikitnya sinar matahari yang mencapai lautan. Padatan tersuspensi juga berdampak negatif pada ekosistem perairan.

4. Cara Penurunan TSS

Teknologi pengolahan air limbah kimia dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi TSS dengan cara berikut:

a. Filtrasi Aliran Upflow

Dalam metode ini, air limbah dipompa secara vertikal ke lapisan kerikil dan pasir. Oleh karena itu, diperlukan aliran eksternal dengan nilai BOD yang lebih rendah dan memasukkan air limbah ke mikroorganisme di dalam medium. Efluen dapat didegradasi secara efektif oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerobik jika proses dibiarkan berlanjut dalam medium selama 12 jam. (Suseno & Sukmawati, 2018)

b. Koagulasi

Pada dasarnya, koagulasi adalah proses pengolahan air atau limbah cair dimana partikel koloids distabilkan untuk membantu berkembangnya mikroorganisme lebih lanjut. Selama proses koagulasi partikel kolid terpisah Ketika elektrolit ditambahkan, maka air limbah akan diserap ke dalam partikel koloid yang akan membuat partikel bermuatan netral.

c. Flokulasi

Flokulasi ialah proses pengolahan air yang membawa partikel koloid yang tidak stabil menjadi kontak untuk membuatnya tumbuh lebih besar. Selama proses ini, air limbah diaduk secara perlahan sehingga terbentuk serpihan besar yang mudah mengendap. Jenis konsentrasi, pH dan suhu koagulan dan flokulan yang digunakan akan menentukan efektivitas dalam proses ini.

F. Pengolahan Air Limbah

1. Filtrasi

Filtrasi ialah metode menghilangkan pengotor dari air dengan cara melewatkannya melalui suatu media. Kualitas air meningkat saat melewati filter. Hal ini karena adanya partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri dan organisme lain, serta penguraian kandungan kimiawi di udara. Untuk menghasilkan limbah berefisiensi besar pada effluentnya, filtrasi adalah salah satu metode dalam prosesnya. Penelitian yang dilakukan oleh Yusriani Sapta Dewi dan Yanti Buchori pada jurnal Universitas Satya Negara Indonesia Vol.9 No.1 Juni 2106 membuktikan bahwa Limbah dari pabrik tahu mungkin memiliki nilai BOD dan COD yang lebih rendah setelah penyaringan.

Oleh karena itu, penelitian Aji tahun 2021 menunjukkan bahwa penggunaan ijuk, kapur, dan arang tempurung kelapa aktif sebagai media penyaringan dapat menurunkan konsentrasi BOD dan COD dalam air limbah domestik. Berikut adalah ikhtisar tentang apa yang perlu diperbaiki agar mekanisme filtrasi dapat terus melakukan tugasnya: (Luluk & Suprihatin, 2019)

- a. Menghilangkan partikel inert dan koloid yang tersisa dari flokulasi biologis atau kimia.
- b. Meningkatkan kadar pengilangan terhadap COD, kekeruhan, suspensi solid, BOD, fosfor, bakteri dan lain-lain.
- c. Membatasi harga desinfektan.

Sejumlah kombinasi pada proses filtrasi dengan proses yang berbeda.

Proses-proses yakni : (Luluk & Suprihatin, 2019)

- a. *Mechanical straining*
mengacu pada proses menghilangkan partikel tersuspensi yang lebih besar yang mungkin menghalangi saluran media.
- b. Sedimentasi
Sebagai proses dimana partikel tersuspensi yang lebih kecil dari pori-pori yang ada pada permukaan butir mengendap ke permukaan butir.
- c. Adsorpsi
Perbedaan muatan antara permukaan partikel dan partikel tersuspensi di sekitarnya menyebabkan hal ini, menciptakan pola yang menarik secara estetis.
- d. Aktivitas kemikal
Proses dimana partikel limbah dipecah menjadi zat yang tidak berbahaya atau diubah menjadi lebih ramping sehingga bisa ditiadakan melalui filtrasi, sedimentasi, dan adsorpsi oleh media selanjutnya.
- e. Aktivitas bio
Yakni proses yang ditimbulkan oleh kegiatan mikro organisme penghuni media filter.

Banyak faktor terkait yang dapat mempengaruhi kualitas air yang disaring, efisiensi operasi, dan aspek lain dari sistem. Reaksi kimia dan fisik terjadi selama proses filtrasi. Sejumlah factor tersebut yaitu :

a. Debit filtrasi

Keseimbangan antara *filtering* debit dengan kondisi media yang ada diperlukan agar diperoleh hasil yang memuaskan. Debit yang terlalu cepat akan membuat filter tidak efektif.

b. Kedalaman, ukuran dan jenis media

Mekanisme filtrasi memastikan bahwa partikel tersuspensi dalam influen tertahan di outlet filter. Efisiensi filter, kemudian, adalah fungsi dari lapisan filter, yang meliputi permeabilitas yang diciptakan oleh rasio pori-ke-ukuran media. Ada sedikit kemungkinan bahwa media akan mempengaruhi durasi serangan yang lama atau besarnya efek merusaknya. Sama halnya dengan porositas media, laju filtrasi, dan sag, yang semuanya dipengaruhi oleh diameter butiran media.

c. Kualitas air limbah

Kualitas air pengotor yang masuk mungkin berpengaruh pada kinerja penyaringan, terutama dalam situasi penyumbatan. Selama masa konflik ekstrem, jarak antara berbagai bentuk media dengan cepat menyusut. Artinya jumlah kontaminan di air limbah sebelum filter harus dikurangi.

2. Aerasi

Aerasi adalah metode pengolahan air limbah yang membutuhkan pencampuran oksigen ke dalam produk akhir. Penambahan oksigen untuk menghilangkan kontaminan ini dan Upaya untuk mengurangi atau menghilangkan konsentrasi kontaminan dari air limbah. Bahan dalam bentuk gas, cairan, ion, koloid, dan senyawa campuran lainnya dapat dihilangkan. Ketika oksigen harus disediakan untuk aliran keluar air limbah, dua metode dapat digunakan. Kedua metode tersebut memerlukan pemaparan air limbah ke oksigen dan udara, yang pertama dengan menghirup udara ke dalamnya dan yang terakhir dengan mengikat air menjadi satu. Udara digunakan untuk

makanan bakteri agar meningkatkan jumlah bahan organik pada air limbah. Bakteri pengurai mengkonsumsi bahan-bahan organik, berurai ke bahan-bahan sederhana seperti CO, CO₂, dan H₂O. Setelah itu CO₂ masuk ke atmosfer dan H₂O menjadi tercampur (Asadiya & Karnaningroem, 2018). Penggunaan teknik aerasi dalam menurunkan kadar BOD oleh Tri Nurulia Kotimah (2019) pada limbah cair industry tahu dan Pramyani (2020) menyatakan bahwa Teknik aerasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 62% dengan waktu aerasi selama 90 menit. Selanjutnya Setyowati (2022) menyatakan bahwa penggunaan Teknik aerasi mampu menurunkan kadar COD pada limbah industry karet.

Tersedia dua teknik untuk menambahkan oksigen ke air limbah: (Tyasningrum, 2022)

a. Memasukkan udara ke dalam air limbah

Proses memasukkan udara segar atau oksigen ke dalam air limbah melalui benda berpori atau nozzle. Nozzle terletak ditengah untuk meningkatkan kecepatan gelembung air limbah dan mempercepat proses suplai oksigen. Nozzle ini biasanya dipasang di bagian bawah tangka aerasi. Udara luar dipompa ke air limbah melalui pompa tekanan.

b. Mengikat air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Dalam metode ini menggunakan baling-baling yang dipasang di permukaan air limbah untuk membuat air limbah bersentuhan dengan oksigen. Rotasi ini menyebabkan air limbah naik pada saat air limbah naik maka akan bersentuhan langsung dengan udara di sekitarnya.

G. Arang Aktif Batok Kelapa

Arang aktif hanyalah arang biasa yang telah mengalami beberapa perlakuan agar lebih reaktif, seperti dengan menambahkan gas karbondioksida, uap air, atau bahan kimia. Arang aktif tempurung kelapa lebih unggul dari sekam padi, varietas kayu, dan tongkol jagung karena kemampuannya menyerap lebih banyak warna dan bau. Arang aktif digunakan sebagai aditif dalam faktor makanan dan non makanan (minyak goreng, pengolahahn gula pasir dan reduksi kimia). (Nustini & Allwar, 2019)

Batok kelapa juga dikenal sebagai “endocarp” adalah bagian tengah kelapa yang berdaging dan terbungkus sabut, yang beratnya sekitar 35% lebih berat dari buah lainnya. Ada potensi besar untuk penambahan nilai dan aplikasi lain untuk sabut kelapa olahan. Perabotan rumah tangga, sendok, kendi, wadah minum, piring, asbak, dan barang rumah tangga lainnya biasa digunakan untuk keperluan ini. Batok kelapa juga bisa digunakan untuk membuat berbagai aksesoris seperti, kalung, patung, atau miniature. Sektor energi memanfaatkan sabut kelapa secara ekstensif, terutama dalam pembuatan arang dan briket. (Asadiya & Karnaningroem, 2018)

Aktivasi karbon, teknik yang digunakan untuk membuat arang aktif, secara umum membutuhkan pembuatan daerah mikro atau meso sebanyak mungkin secara fisik. Istilah proses aktivasi karbon menjelaskan prosedur ini. Arang aktif adalah bentuk karbon yang tidak berbau, tidak berasa, dan amorf. Proses pembentukan ada 2, yaitu: (Setyaningsih, 2022)

a. Cara Fisika

Cara ini adalah penerapan panas pada hampir semua reaksi alami tanpa zat tambahan. proses karbonisasi berdasarkan prinsip pengurangan unsur-unsur hydrogen dan oksigen hanya karbon yang tersisa dalam bahan bakunya. Karbonasi dilakukan dengan memanaskan bahan dalam bejana yang tertutup, dengan membatasi jumlah udara hingga suhu 400-600⁰C

b. Cara Kimia

Cara pembuatannya hampir sama dengan proses fisika, namun cara kimia dengan menggunakan reagen yang berbeda contohnya H₃PO₄, H₂SO₄, ZnH₂, HCl, dan Ca(OCl)₂. Dengan cara yaitu bahan-bahan tersebut dicampur dengan pereaksi H₃PO₄ selanjutnya dipanaskan hingga lebih dari 10 derajat Celcius selama kurang lebih 15 menit, lalu dimasak dalam panci dengan suhu 200 derajat Celcius selama satu jam. Setelah itu, panaskan di mana saja dari empat ratus hingga lima ribu derajat Celcius selama sekitar 20 menit. Langkah selanjutnya adalah prosedur pencucian air yang menghilangkan kotoran dari arang. Jika merendamnya dalam NaOH selama 12 jam dan kemudian menyaringnya, juga dapat menggunakannya.

ditiriskan dan dikeringkan kemudian dan dipanaskan pada suhu 900 derajat Celcius dalam muffle furnace.

Menurut (Wicheisa et al., 2018) pada Jurnal Kesehatan Masyarakat yang berjudul “Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa “ mengatakan Salah satu pendekatan yang mungkin untuk menurunkan kadar COD adalah dengan teknik adsorpsi. Molekul padatan bersentuhan dengan molekul cairan atau gas selama proses adsorpsi. Ketika terjadi kontak, molekul ditarik ke permukaan padatan yang tidak stabil oleh gaya Tarik. Karena luas permukaannya yang tinggi, Jika dibandingkan dengan karbon biasa, kapasitas penyerapan karbon aktif jauh lebih tinggi. Arang aktif berbahan dasar tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan penyerap atau adsorben karena luas permukaan partikel dapat mempengaruhi daya serap bahan.

Tabel di bawah ini menguraikan persyaratan yang harus dipenuhi arang aktif berkualitas tinggi di Indonesia agar memenuhi standar industri Indonesia (SII).

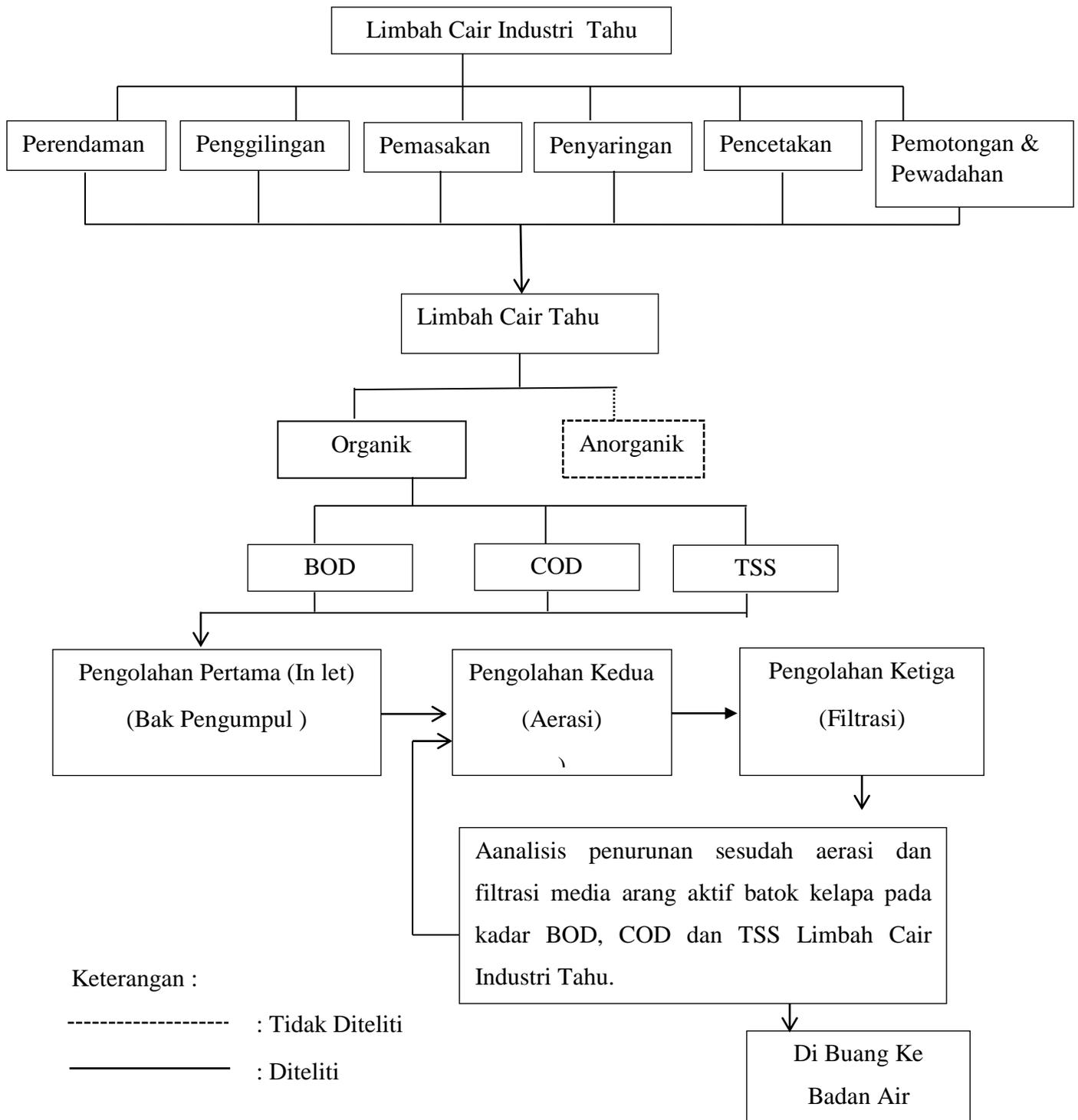
Tabel 2.3 Persyaratan Arang Aktif Menurut SII No.0258 -79

Uraian	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	Max 15 %	Max 25%
Kadar air	Max 4,5%	Max 10%
Kadar abu	Max 2,5%	Max 10%
Bagian yang tidak mengarang	Tidak ternyata	Tidak ternyata
Daya serap terhadap larutan I ₂	Min 750 mg/g	Min 750 mg/g
Karbon aktif murni	Min 80%	Min 65%
Daya serap terhadap benzene	Min 25	-
Daya serap terhadap methylene blue	Min 60 ml/g	Min 120 ml/g
Kerapatan jenis curah	0,45 – 0,55 g/ml	0,30 – 0,35 g/ml
Lolos ukuran mesh 325	-	Min 90%

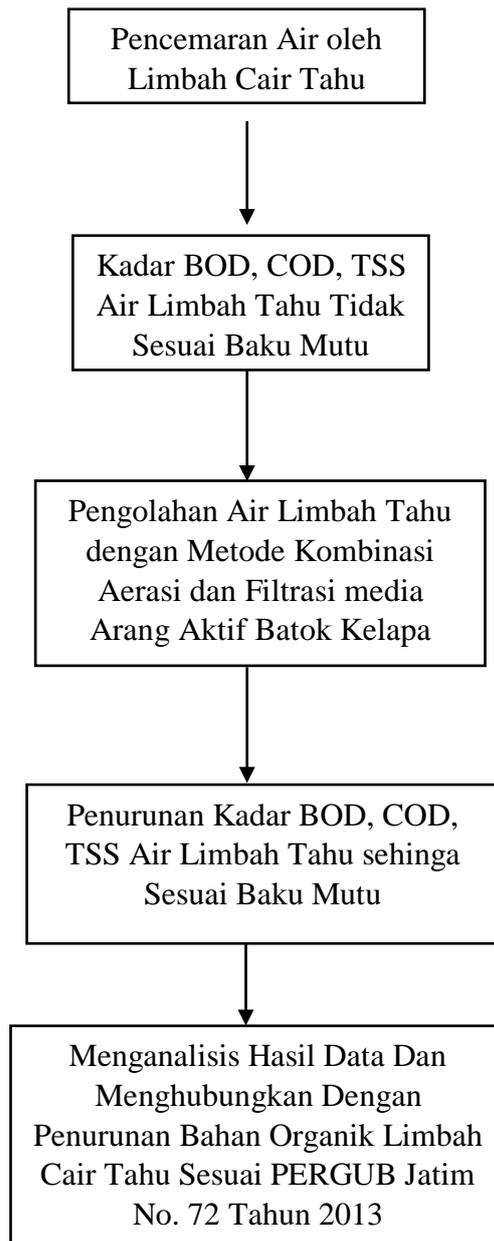
(Dewi, 2019)

H. Kerangka Teori

Gambar 2.1 Kerangka Teori



I. Kerangka Konseptual



Gambar 2.2. Kerangka Konseptual