

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Tabel II. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Nama peneliti	Judul	Variable penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan
1.	Yessinta Trizna Amanda	Pemanfaatan biji trembesi (samanea saman) sebagai koagulasi alami untuk menurunkan BOD, COD, TSS, Kekeruhan pada pengelolaan limbah cair tempe	Variable bebas: Biji trembesi Variable terikat: BOD, COD, TSS, Kekeruhan	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kelompok perlakuan P1 mencapai penurunan kadar BOD limbah cair tempe sebesar 82%, sedangkan kelompok P3 memiliki penurunan kadar COD optimal sebesar 66%. Untuk kadar TSS, kelompok perlakuan P3 mencapai penurunan optimal sebesar 79%, sementara untuk kadar kekeruhan, kelompok P3	Variasi dosis 1 g/L, 3 g/L dan 5 g/L

				mencatatkan penurunan paling signifikan sebesar 97%.	
2.	Riska Adira	Pemanfaatan biji trembesi (Samanea saman) sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik	Variable bebas: variasi dosis Variable terikat: pH, Turbiditas, TSS, dan COD	Variasi dosis 0, 0,1, 0,2 0,3 , 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, dan 1g/l dengan penurunan kadar COD optimum di peroleh pada dosis 1g/l dengan penurunan sebesar 69,8mg/l	Perbedaan ukuran mesh yang dari peneliti sebelumnya 10 mesh menjadi 100 mesh

B. Telaah Pustaka yang diteliti

Untuk memperoleh landasan teoretis yang diperlukan dalam tinjauan pustaka, penelitian ini akan mengulas beberapa konsep teoritis yang relevan. Berikut adalah beberapa landasan teori yang terkait dengan penelitian ini:

C. Air limbah

1. Definisi

Menurut Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo. PP 85/1999, limbah adalah bahan buangan atau sisa yang dihasilkan dari tindakan dan usaha manusia. Jika limbah ini tidak dikelola dengan baik, dapat membahayakan masyarakat. Limbah cair adalah campuran air yang mengandung bahan pencemar baik yang terlarut maupun tersuspensi yang dibuang dari berbagai sumber, termasuk air domestik (rumah, kantor, tempat usaha), industri, dan kadang-kadang dikombinasikan dengan air tanah, air permukaan, atau air hujan. Dengan meningkatnya penggunaan dan pengolahan air, limbah sebagai sisa buangan menjadi tidak terelakkan. Fakta ini menunjukkan bahwa sekitar 85% sampah akhirnya masuk ke dalam badan air, mengganggu proses alamiah penyucian air yang seharusnya seimbang. Pembuangan limbah cair dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu lama ke lingkungan perairan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang serius. (Eri et al., 2020)

D. Karakteristik limbah cair

Limbah dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu fisik, kimia, dan biologis, yang saling terkait dalam karakteristiknya. Hubungan antara jenis limbah ini dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Karakteristik fisika

Karakteristik fisik dalam limbah cair memiliki peran penting, termasuk komponen seperti total padatan, material terendap, koloid, dan larutan. Selain itu, sifat-sifat fisik lainnya seperti warna, bau, kekeruhan, dan suhu juga berpengaruh dalam konteks pencemaran air. Suhu air limbah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan air normal karena kandungan oksigen terlarutnya lebih rendah. Warna dalam air limbah disebabkan oleh

bahan organik yang terlarut dan tersuspensi, termasuk koloid organik, dan intensitas warnanya berkaitan langsung dengan konsentrasi zat pencemar. Bau dan rasa dalam air limbah timbul karena proses pembusukan bahan organik oleh mikroorganisme. Kekeruhan adalah sifat fisik lain yang disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi dalam limbah cair, yang dapat mengurangi penetrasi sinar matahari dan mengganggu proses kehidupan biota air. (Listyaningrum, 2022)

b. Karakteristik kimia

Selain karakteristik fisiknya, zat pencemar dalam limbah memiliki kemampuan untuk mengubah sifat kimia air, termasuk tingkat keasaman (pH), kebutuhan oksigen biologis (BOD) yang tinggi, dan nilai kebutuhan oksigen kimia (COD). Perubahan pH air yang disebabkan oleh penguraian polutan organik dalam limbah dapat memengaruhi nilai COD dan COD. pH, COD, dan BOD adalah parameter kualitas limbah yang sangat penting. Ini menghasilkan air limbah yang tidak aman untuk dikonsumsi atau digunakan. (Listyaningrum, 2022)

c. Karakteristik biologi

Air limbah mengandung berbagai organisme, seperti jamur, bakteri, dan lainnya, berdasarkan sifat biologisnya. Air limbah biasanya dibagi menjadi dua kategori utama: limbah domestik dan limbah industri. Kategori domestik mencakup limbah cair yang berasal dari rumah tangga, perkantoran, dan tempat perdagangan, seperti air sabun, air dari laundry, dan air dari toilet. Kategori industri mencakup limbah cair yang berasal dari proses industri, seperti sisa pewarna kain, air limbah dari pabrik pengolahan makanan, dan air limbah dari pabrik pemrosesan makanan.

E. Karakteristik limbah laundry

1) Deterjen

Selain karakteristik fisik, zat pencemar dalam limbah juga dapat mempengaruhi sifat kimia air, yang menyebabkan perubahan pada air itu sendiri. Limbah laundry umumnya mengandung deterjen yang terdiri dari kombinasi bahan aktif permukaan atau surfaktan dengan sifat yang

beragam. Jenis surfaktan ini mencakup anionik, kationik, dan nonionik, dengan deterjen anionik seperti sulfat dan sulfonat yang paling sering digunakan. Deterjen ini mengandung senyawa yang dikenal sebagai dodecylbenzene sulfonate (DBS), yang bertanggung jawab atas pembentukan busa dalam air limbah laundry. Selain itu, komponen lain dari deterjen, seperti natrium dodesil benzena sulfonat (NaDBS) dan natrium tripolifosfat, juga sulit terurai secara alami. (Rahmatiyas, 2021)

2) Fosfat

Bahaya yang mungkin timbul jika air limbah laundry langsung dibuang ke sungai tanpa diolah adalah kandungan deterjen yang berlebihan, apalagi jika konsentrasi deterjen yang digunakan lebih tinggi, sangat berbahaya bagi biota akuatik (ikan dan tumbuhan) dan manusia sebagai konsumen. juga efek toksik. Untuk menentukan konsentrasi racun dan durasi paparan organisme, diperlukan pengujian konsentrasi mematikan (LC50)

Jika kandungan fosfat dalam limbah cair sangat tinggi, hal ini akan berdampak buruk pada ekosistem perairan. Tingginya kadar fosfat sejalan dengan peningkatan unsur hara dalam air, yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Akibat negatif dari eutrofikasi adalah penurunan jumlah oksigen terlarut dalam air dan degradasi ekosistem perairan. (Rahmatiyas, 2021)

F. COD

a. Pengertian

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam satu liter sampel air. Nilai COD mengindikasikan tingkat pencemaran air oleh bahan organik yang dapat teroksidasi secara alami melalui aktivitas mikroba, sehingga mengurangi jumlah oksigen terlarut dalam air. Oksigen terlarut, diukur dalam ppm, adalah jumlah oksigen yang ada di dalam air dan digunakan sebagai indikator tingkat kontaminasi pada air baku.. Semakin banyak oksigen terlarut maka semakin rendah tingkat pencemarannya. Tingkat

oksigen terlarut yang rendah berarti peningkatan kadar kontaminan, sehingga flokulan yang mengendapkan koloid harus bereaksi terlebih dahulu dengan kontaminan di dalam air, sehingga konsumsinya meningkat.

Kebutuhan oksigen kimia (COD) dapat menjadi ukuran tingkat pencemaran air limbah. Keberadaan COD di lingkungan ditentukan oleh limbah organik yang berasal dari limbah domestik maupun industri. Ketika konsentrasi COD tinggi, jumlah oksigen terlarut dalam air menurun atau tidak mencukupi, menyebabkan kekurangan oksigen yang diperlukan oleh organisme perairan untuk bertahan hidup. Akibatnya, organisme perairan dapat mati karena kekurangan oksigen. (Afiifah, 2020)

b. Penyebab COD tinggi

COD adalah ukuran tingkat pencemaran air oleh bahan organik yang dioksidasi secara kimia melalui proses mikrobiologi, yang menyebabkan penurunan oksigen terlarut (DO) dalam air. COD yang tinggi kemungkinan disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik di dalam perairan. Hal ini mengakibatkan kandungan oksigen terlarut dalam air sangat rendah sehingga mengakibatkan nilai COD tinggi.

c. Dampak COD

1) Dampak terhadap Kesehatan manusia

Tingginya konsentrasi COD dalam air menandakan keberadaan sejumlah besar polutan organik. Hal ini menyebabkan peningkatan populasi mikroorganisme, baik yang patogen maupun non-patogen, yang dapat menimbulkan berbagai penyakit pada manusia. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi COD yang tinggi berpotensi menyebabkan berbagai penyakit pada manusia.

2) Dampak terhadap lingkungan

Konsentrasi COD yang tinggi dapat menurunkan atau menghabiskan sama sekali kadar oksigen terlarut dalam air. Akibatnya oksigen yang menjadi sumber kehidupan organisme perairan, hewan, dan tumbuhan

menjadi tidak mencukupi, sehingga organisme perairan pun mati.

3) Baku mutu COD

Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya menetapkan beberapa parameter, salah satunya adalah parameter COD untuk kegiatan laundry sebesar 250 mg/l.

G. TSS

TSS adalah partikel padat yang membuat air menjadi keruh, tidak larut, dan tidak dapat mengendap dengan cepat. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel kecil dan ringan seperti tanah liat, zat tertentu, dan sel mikroba. Walaupun padatan tersuspensi dan zat terlarut dalam air alami tidak beracun, jika jumlahnya berlebihan dapat meningkatkan kekeruhan. Akibatnya, penetrasi sinar matahari ke dalam air terhambat, yang pada akhirnya memengaruhi proses fotosintesis di perairan (Widyaningsih, 2023)

H. Koagulan dan flokulasi

Koagulasi adalah proses yang mengganggu stabilitas suspensi atau larutan koloid. Tantangannya adalah meningkatkan stabilitas sistem dengan menggunakan bahan kimia yang tepat, yang umumnya dikenal sebagai koagulan. Proses flokulasi melibatkan pencampuran cepat atau proses pengadukan cepat yang bertujuan untuk meningkatkan distribusi bahan kimia dalam air yang diolah dan membuatnya lebih homogen. Proses koagulasi terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Selama koagulasi, bahan kimia ditambahkan ke air untuk memisahkan partikel-partikel yang berada dalam kondisi stabil di sumber air. Tujuan koagulasi adalah mengganggu stabilitas partikel agar mereka dapat menempel satu sama lain dan dihilangkan pada tahap berikutnya. Selain itu, flokulan juga berfungsi sebagai agen pembentuk flok dalam air limbah, membentuk gumpalan yang mudah dipisahkan dan diendapkan. Flokulan anorganik seperti tawas (aluminium sulfat), natrium aluminat, besi sulfat, dan besi klorida sering digunakan dalam proses koagulasi.

Flokulasi adalah suatu proses yang menyebabkan destabilisasi dengan mempercepat pembentukan (kekuatan, ukuran, kepadatan, dll.) agregat dan mengendalikan jumlah akhir konsentrasi partikel yang tidak stabil. Langkah flokulasi dilakukan setelah koagulasi. Karena partikel koloid belum membentuk padatan setelah koagulasi, diperlukan proses pemurnian dan penyatuan melalui flokulasi. Flokulasi partikel dengan menambahkan bahan kimia flokulan adalah langkah penting dalam pengolahan air. Pada tahap ini, terjadi flokulasi lebih lanjut dan pengadukan selanjutnya dilakukan secara perlahan untuk menghasilkan struktur sedimen. Tujuan dari flokulasi pada air limbah adalah, selain untuk melanjutkan proses flokulasi, untuk meningkatkan penyisihan padatan tersuspensi (SS) dan BOD, COD dari pengolahan air limbah, untuk memudahkan proses pengkondisian air limbah industri, dan untuk menyediakan peralatan pemurnian sekunder dan lumpur aktif. Ini tentang meningkatkan kinerja proses digunakan sebagai pra-pengolahan untuk proses pembentukan air limbah sekunder dan digunakan untuk penyaringan. Flokulan diklasifikasikan menjadi dua jenis: flokulan perikinetik dan flokulan linier yang pertama disebabkan oleh gerak Brown atau termal. Partikel koloid bergerak secara acak akibat tumbukan molekul air. Dalam situasi ini, terjadi kombinasi partikel yang sangat kecil kira-kira $1 < 100$ milimikron. Kemudian terbentuknya gerak air dari proses menyebabkan flokulasi ortokinetik mencampur kecepatan aliran fluida berubah tergantung lokasi dan waktu. Perbedaan kecepatan ini menyebabkan tumbukan antar partikel (Ekoputri et al., 2024)

I. Jar test

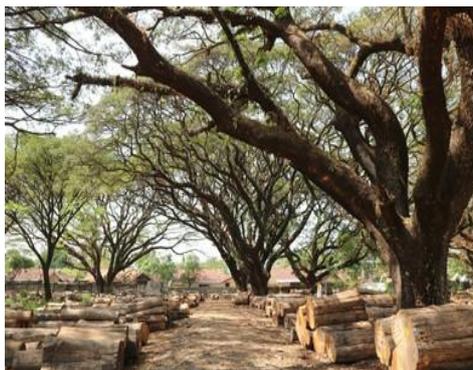
Jar test merupakan suatu metode untuk mengevaluasi proses flokulasi dan koagulasi ketika flokulan atau koagulan ditambahkan ke dalam sampel air limbah. Prinsip metode jar test adalah menambahkan flokulan dalam jumlah tertentu sambil diaduk, dan mengevaluasi hasilnya dengan mengamati flokulan atau koagulan yang dihasilkan. Tujuan pengadukan adalah untuk mendorong homogenisasi bahan yang terkoagulasi dalam sampel yang sedang diproses. Dalam hal ini, beberapa aspek harus diperhatikan dalam menentukan

dosis koagulan, seperti jenis koagulan yang sesuai dengan karakteristik air limbah, pH campuran, dan suhu. Metode pengujian jar adalah metode yang digunakan untuk menentukan dosis koagulan yang tepat dalam skala laboratorium. Karena metode ini dilakukan pada skala laboratorium, perbandingan volume sampel air baku dalam proses koagulasi adalah 1:1000 (Aditya Syahputra, 2020)

J. Trembesi (Samanea Saman)

Trembesi merupakan tanaman pelindung yang mempunyai banyak manfaat. klasifikasi trembesi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas : *Rosidae*
Ordo : *Fabales*
Famili : *Fabaceae*
Genus : *Samanea Merr*
Spesies : *Samanea saman (Jacq) Merr*

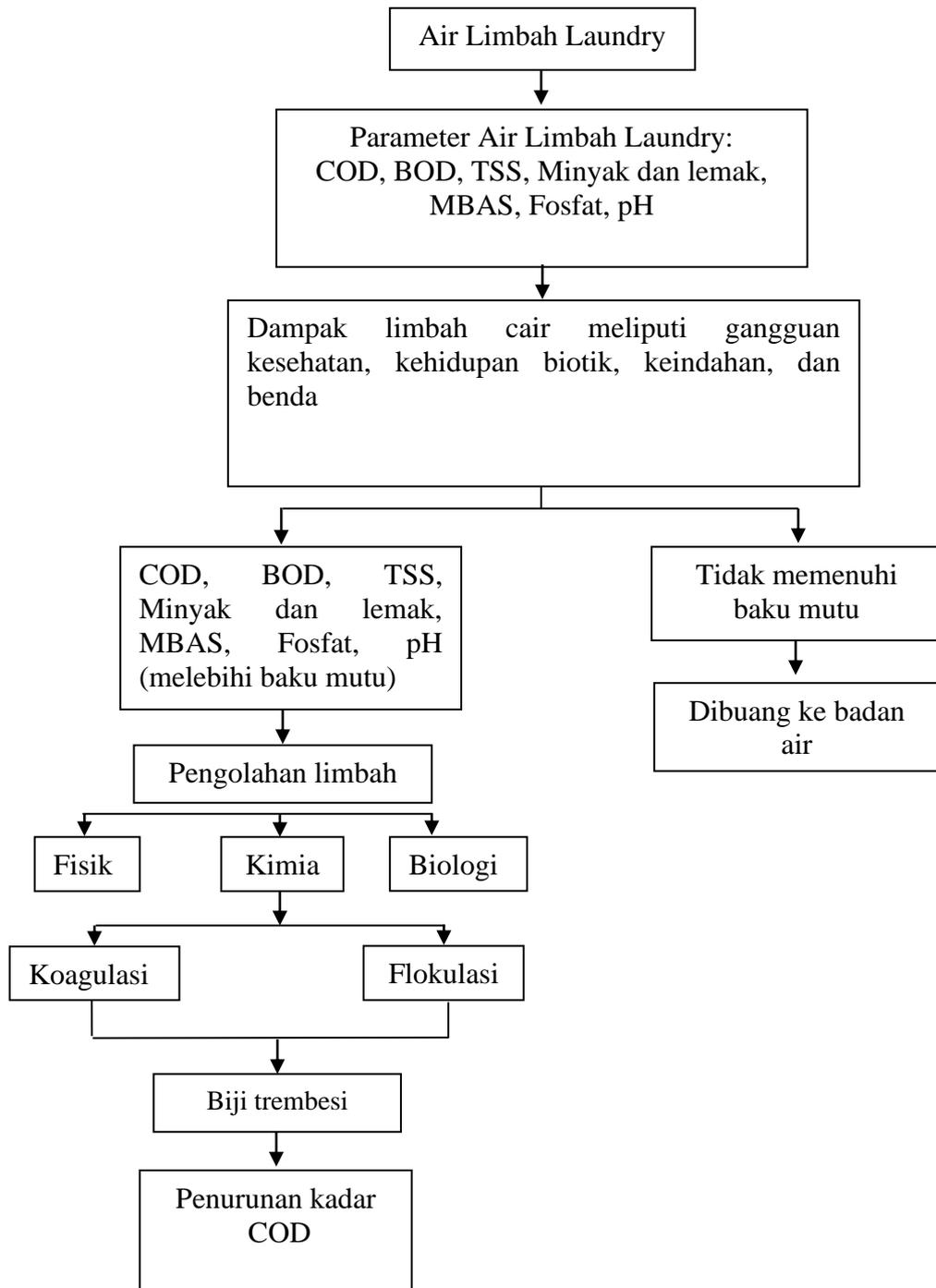


Gambar II. 1 Pohon Trembesi dan Biji Trembesi

Trembesi tersebar luas di daerah dengan curah hujan rata-rata 600 hingga 3000 mm per tahun pada ketinggian 0 hingga 200 meter di atas permukaan laut. Trembesi dapat bertahan hidup di daerah dengan 2 hingga 4 bulan kering dan suhu berkisar antara 20 hingga 38 °C. Pohon Trembesi mempunyai tajuk

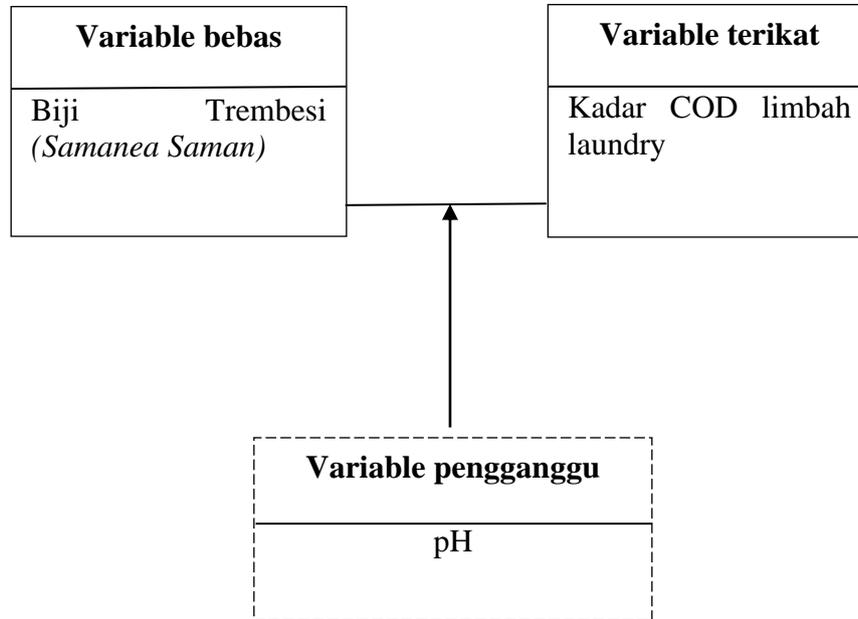
yang cukup lebar. Trembesi bisa mencapai ketinggian maksimal 15-25 meter. Trembesi memiliki tajuk berbentuk payung dengan diameter 1-2 meter setinggi dada, dan luas mendatarnya lebih besar daripada tinggi pohon ketika ditanam di lahan terbuka. Pada penanaman yang lebih padat, pohon Trembesi dapat tumbuh hingga 40 meter tinggi, namun diameter tajuknya lebih kecil. Trembesi dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH antara 6,0 hingga 7,4, dan dapat mentoleransi pH hingga 8,5 serta serendah 4,7. Selain itu, biji Trembesi mengandung fitokimia seperti tanin, flavonoid, steroid, saponin, glikosida jantung, dan terpenoid. Biji Trembesi mengandung senyawa tanin sekitar 7,9% (Amanda, 2019) Tanin, atau dikenal juga sebagai asam tannic, adalah senyawa polifenol larut air yang sering ditemukan pada tumbuhan dan dapat mendorong proses pengendapan. Pengendapan ini terjadi melalui reaksi kimia antara polimer kation dan partikel koloid dalam tanin. Reaksi kimia ini dikenal sebagai reaksi Mannich, yaitu reaksi organik di mana senyawa karbonil yang dapat mengalami enolisasi (seperti asam α -CH) bereaksi membentuk senyawa karbonil β -amina yang dikenal sebagai basa Mannich. Biasanya melibatkan formaldehida serta amina primer dan sekunder. Reaksi Mannich menghasilkan gugus aldehida (R-OH) dan gugus amina (R-NH₂) yang dapat mengikat partikel koloid (Adira, 2020)

K. Kerangka teori



Gambar II. 2 Kerangka Teori

L. Kerangka konsep



Keterangan:

Diteliti: ———

Tidak di teliti: - - - - -

Gambar II. 3 Kerangka Konsep