

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Menurut penelitian tugas akhir yang sudah dilakukan oleh Fajrianty (2022), Program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi. Penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Biochar dan Aerasi Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Constructed Wetland” Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu kontak aerasi selama 1 jam : 2 jam dan 1 jam : 4 jam serta dengan menggunakan media tanam biochar 1:1, 1:2 dan 1:3. Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah *grab sampling* dilakukan pada bagian inlet dengan volume 30 liter. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu aerasi dan komposisi media tanam yang lebih rendah memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD, amonia, dan penetralan pH. Variasi media tanam biochar, yang terdiri dari tanah 1:3 dan waktu aerasi 1 hingga 4 jam, memiliki efisiensi parameter BOD 99,57%, amonia 77,26%, dan pH 7,17.
2. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Andriani (2022) Poltekkes Kemenkes Surabaya Jurusan Kesehatan Lingkungan yang berjudul “Efektivitas Penurunan Kadar COD Dengan Menggunakan Metode Bubble Aerator Pada Limbah Laundry Amanah Tahun 2022”. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian diskriptif. Pengkajian sampel limbah berguna untuk mengetahui variasi dalam hasil pengukuran kualitas kimia parameter COD. Penelitian ini menggunakan tiga perlakuan dengan variasi waktu lima kali replikasi, masing-masing 45 menit, 60 menit, dan 75 menit. Pada variasi waktu 75 menit, penelitian menemukan presentase penurunan COD tertinggi sebesar 83,15% dan presentase penurunan paling rendah sebesar 71,50%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar COD dari sampel limbah mengalami penurunan.

3. Menurut penelitian yang sudah dilakukan oleh Pratomo Sugiharto (2006) Universitas Islam Indonesia Jurusan Teknik Lingkungan yang berjudul “Penurunan Konsentrasi Amonia (NH_3) dan Phospat (PO_4) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Menggunakan Reaktor Aerokarbonfilter Dengan Kombinasi Pecahan Genteng”. Hasil penelitian ini, yang menggunakan kombinasi aerasi, karbon aktif, dan filtrasi, menunjukkan bahwa reaktor aerokarbonfilter dengan pecahan genteng mampu mengurangi konsentrasi amonia (NH_3) sebesar 60,968%; 47,849%; 35,161%; 18,387%; 8,387%; 7,097% dan konsentrasi phospat (P_04) sebesar 7,227%; 16,351%; 25%; 8,351%; 8,768%; 8,351%.

Berikut adalah tabel penelitian terdahulu, sebagai berikut:

Tabel II.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Jenis dan Desain Penelitian	Variabel penelitian	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Rana Fajrianty	Pengaruh Penggunaan Biochar dan Aerasi Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Constructed Wetland	Penelitian eksperimen	BOD, Amonia, pH, Variasi media tanam, waktu aerasi	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi waktu aerasi dan komposisi media tanam memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD, amonia, dan penetralan pH. Penurunan yang paling signifikan terlihat pada media tanam biochar, yang memiliki komposisi tanah 1:3 dan waktu aerasi 1 jam hingga 4 jam. Media ini memiliki efisiensi parameter BOD 99,57%, amonia 77,26%, dan pH 7,17.
2.	Diska Fitria Andriani	Efektivitas Penurunan Kadar COD Dengan Menggunakan Metode Bubble Aerator Pada Limbah Laundry Amanah Tahun 2022	Diskriptif	COD dan Aerasi	Dalam penelitian ini, kadar COD limbah laundry setelah perlakuan telah memenuhi standar mutu 150 mg/L, dengan presentase penurunan tertinggi 83,15% dan presentase paling rendah 71,50%.
3.	Pratomo Sugiharto	Penurunan Konsentrasi Amonia (NH ₃) dan Phospat (PO ₄) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Menggunakan Reaktor Aerokarbonfilter Dengan Kombinasi Pecahan Genteng	Penelitian eskperimen	Amonia (NH ₃) dan Phospat (PO ₄)	Hasil menunjukkan bahwa konsenrasi amonia (NH ₃) sebesar 60,968%; 47,849%; 35,161%; 18,387%; 8,387%; 7,097% dan phospat (P04) sebesar 7,227%; 16,351%; 25%; 8,351%; 8,768%; dan 8,351% dapat dikurangi oleh reaktor aerokarbonfiler yang menggunakan pecahan genteng.

Beda dengan penelitian terdahulu yaitu pada penelitian ini menurunkan kadar amonia dalam limbah cair rumah sakit dengan hanya menggunakan metode aerasi perbedaan waktu kontak 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Dilihat dari penelitian terdahulu, dasar dari penentuan waktu tersebut dikarenakan karakteristik atau sifat limbah cair rumah sakit yang berbeda dengan limbah cair domestik dan laundry serta treatment yang digunakan adalah hanya aerasi sehingga dasar penentuan waktu dibuat lebih lama daripada penelitian yang sudah dilakukan oleh Diska Fitria Andriani pada tahun 2022 lalu.

B. Telaah Pustaka

1. Air Limbah

a. Pengertian Air Limbah

Air limbah dapat didefinisikan sebagai sampah cair yang dihasilkan dari aktivitas industri dan manusia lainnya. Namun, menurut Pergub Jatim Nomor 72 Tahun 2013, air limbah didefinisikan sebagai sisa cair dari proses usaha dan/atau kegiatan lain yang dibuang ke lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan.

b. Sumber Air Limbah

1) Air Limbah Domestik

Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan manusia sehari-hari disebut air limbah domestik. Air limbah domestik berasal dari sampah yang dihasilkan oleh aktivitas di perkantoran, perumahan, bangunan, perdagangan, hotel, dan sarana lainnya. Selain itu, ada beberapa batas pada air limbah domestik. Ini termasuk pH, BOD, COD, TSS, amonia, minyak dan lemak, dan total coliform. Standar kualitas limbah domestik mengacu pada pengukuran dan pengurangan polutan yang tidak diinginkan dalam limbah domestik yang dibuang atau dialihkan ke badan air permukaan (Fajrianty, 2022).

2) Air limbah industri

Air limbah industri adalah air sisa buangan dari aktivitas operasional yang ada di suatu industri. Karakteristik setiap limbah industri tentunya tidak sama melainkan tergantung dari jenis bahan yang digunakan untuk menghasilkan produk dari suatu industri tersebut.

3) Limbah Cair Rumah Sakit

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004, Limbah cair adalah semua air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit, termasuk ekskreta, yang mungkin mengandung mikroorganisme yang mengancam kesehatan, bahan kimia beracun dan radioaktif.

c. Karakteristik Air Limbah

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. P68 Air Limbah Tahun 2016 mempunyai sifat fisik meliputi (bau, warna, padatan, suhu dan kekeruhan), sifat kimia meliputi (organik, anorganik dan gas), dan sifat biologis yaitu mikroorganisme. Baku mutu amonia yang terkandung dalam limbah cair rumah tangga adalah 10 mg/l.

Limbah rumah tangga dan lainnya mempunyai karakteristik tersendiri tergantung dari sumbernya, yang kemudian dapat dikelompokkan menjadi sifat fisik, kimia, dan biologi.. (Fitriyanti, 2020).

2. Limbah Cair Rumah Sakit

a. Pengertian Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah rumah sakit merupakan limbah yang dihasilkan dalam proses kerja rumah sakit, dapat berbentuk cair, padat, maupun gas. Yang dimaksud dengan limbah cair rumah sakit adalah limbah termasuk kotoran operasional rumah sakit, yang mungkin mengandung bahan kimia seperti zat anorganik, organik, dan bakteri. Karakteristik dari limbah cair rumah sakit terbagi menjadi

karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologi dan setiap karakteristik memiliki kadar maksimum masing-masing yang sudah diatur dan ditetapkan. Diantara karakteristik tersebut yang menjadi parameter kimia limbah cair rumah sakit adalah amonia (Pramaningsih et al., 2020).

b. Karakteristik dan Sumber Limbah Cair Rumah sakit

Ada beberapa karakteristik dari limbah cair rumah sakit di antaranya adalah sebagai berikut:

1) Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik berperan penting dalam penentuan derajat kotor suatu air limbah karena mudah diamati dan terlihat yaitu kandungan zat padat, kejernihan, bau, warna, dan juga temperatur (Suwerda, 2019).

2) Karakteristik Kimia

Karakteristik Sifat kimiawi air limbah biasanya dibedakan menjadi dua, yaitu. kimia organik dan anorganik. Dalam air limbah, karbon anorganik biasanya berasal dari pasir, kerikil, dan mineral yang tersuspensi dan terlarut. Sebaliknya, bahan organik lebih dominan dibandingkan anorganik, dengan 75% dan 40% dari padatan tersuspensi dan tersaring terdiri dari bahan organik yang terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, dan sebagian nitrogen (Suwerda, 2019).

3) Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis biasanya diperlukan guna mengukur kualitas air, terutama untuk air minum dan air bersih. Selain kegunaan tersebut, sifat biologis juga berguna dalam menilai pencemaran limbah sebelum dibuang ke badan air (Suwerda, 2019).

Selain karakteristik diatas, limbah cair rumah sakit memiliki karakteristik yang berbeda yaitu sebagai berikut:

- 1) Ruang laboratorium
Limbah cair dan bahan kimia yang digunakan selama pengujian sampel meliputi reagen, peralatan pembersih, dan lain-lain.
- 2) Ruang Operasi
Limbah yang dihasilkan di ruang operasi meliputi darah dari operasi, bahan pembersih, dan air limbah dari pancuran dan bak mandi.
- 3) Ruang Bersalin
Limbah dari ruang bersalin berasal dari bekas seperti sabun, sisa darah bekas persalinan.
- 4) Instalasi Gawat Darurat
Limbah yang dihasilkan di IGD adalah air untuk mencuci luka, dan lain-lain.
- 5) Instalasi Gizi
Limbah cair yang umumnya dihasilkan di instalasi gizi berasal dari pembersihan dan pengolahan makanan.
- 6) Instalasi Farmasi
Limbah cair yang dihasilkan dari instalasi farmasi bersumber dari sampah bekas bungkus obat dan dari tempat cuci tangan.
- 7) Ruang perawatan
Limbah cair yang dihasilkan dari ruang perawatan berasal dari kamar mandi dan WC.
- 8) Poli Klinik
Limbah cair yang dihasilkan pada ruang poli klinik berasal dari air cuci tangan dan pembersihan peralatan.
- 9) Ruang Laundry
Pada ruang laundry limbah yang dihasilkan berasal dari pencucian sarung bantal, spre, pakaian operasi, selimut, dan linen rumah sakit.

c. Parameter Limbah Cair Rumah sakit

Menurut Pergub Jatim No. 72 tahun 2013 menyatakan bahwa volume limbah cair maksimum untuk kegiatan rumah sakit adalah 500 L/orang/hari. Limbah cair tersebut tentunya memiliki kandungan yang beragam karena berasal dari berbagai sumber instalasi dan ruangan sehingga perlu ditetapkan parameter-parameter yang harus dipenuhi sebelum membuang air limbah ke badan penerima air agar tidak mengganggu dan mencemari lingkungan dan makhluk hidup lainnya. Baku mutu parameter amonia adalah 0,1 mg/l untuk baku mutu air limbah untuk kegiatan usaha dan/atau rumah sakit sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

3. Bekerjanya IPAL Sistem Aerob Rumah Sakit

IPAL tabung dengan treatment aerob merupakan dimana untuk sistemnya sendiri terdapat aerator dan biofilm. Aerator pada IPAL berfungsi untuk mensuplay oksigen kedalam air limbah. Biofilm berfungsi sebagai tempat tumbuhnya mikroorganisme yang ada dan menempel ini mendegradasi bahan organik air limbah. Kontak dengan air limbah dan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air atau menempel pada permukaan media mempercepat proses nitrifikasi dan meningkatkan efisiensi penguraian bahan organik dan deterjen, menghilangkan amonia dengan lebih baik, metode ini aerasi kontak (Praptiwi, 2017).

4. Amonia

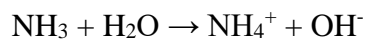
a. Pengertian Amonia

Diantara beberapa parameter pencemar dari unsur kimia pada limbah cair rumah sakit adalah amonia yang dikenal dengan lambang kimia NH_3 adalah senyawa nitrogen yang akan berubah menjadi NH_4^+ jika pH menjadi rendah dan kemudian disebut dengan ammonium.

Amonia termasuk dalam senyawa nitrogen yang memiliki basa lemah dan jika menguap akan menimbulkan bau yang agak menyengat. Jika amonia dilarutkan kedalam air maka amonia akan larut dan berbentuk cair, sedangkan jika terkena udara maka amonia akan berbentuk gas (Rohmawati, 2019).

b. Sifat Amonia

Menurut Rohmawati, 2019 amonia termasuk kedalam senyawa nitrogen dengan basa lemah dan jika menguap akan menimbulkan bau yang agak menyengat. Amonia jika dilarutkan kedalam air maka amonia akan larut dan berbentuk cair, sedangkan jika terkena udara maka amonia akan berbentuk gas dengan rumus kimia $\text{NH}_3 + \text{O}^2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$. Nitrogen amonia berada dalam air sebagai ammonium (NH_4^+) berdasarkan reaksi kesetimbangan sebagai berikut (Irnawati & Selsi, 2020) :



Amonia memiliki sifat diantaranya adalah sebagai berikut (Irnawati & Selsi, 2020):

- 1) Mempunyai titik didih $33,3^\circ\text{C}$
- 2) Mempunyai bau menyengat
- 3) Mudah larut dalam air
- 4) Tidak bereaksi dengan sebagian besar logam, namun bereaksi dengan sebagian logam jika dicampur dengan air
- 5) Dapat meledakan jika di udara mencapai 16%

c. Sumber Amonia

Amonia di air permukaan bersumber dari urin, feses, serta dihasilkan juga dari proses oksidasi zat organik secara mikrobiologis, yang asalnya dari air alami, limbah rumah tangga atau domestik maupun dari air limbah industri. Sumber amonia lainnya adalah berasal dari reduksi gas nitrogen yang bersumber dari limbah, jika kandungan amonia tinggi berarti telah terjadi pencemaran (Fajrianty, 2022).

Air limbah yang dihasilkan dari operasional rumah sakit mengandung banyak senyawa organik, yang diurai oleh bakteri untuk menghasilkan produk dan energi. Dalam proses penguraian senyawa organik, kekurangan oksigen mempengaruhi produk akhir dari proses penguraian misalnya, jumlah amonia dan parameter lainnya dan melebihi standart baku mutu yang sudah di tentukan (Rohmawati, 2019).

d. Dampak Amonia

Limbah yang mengandung amonia yang melebihi baku mutu yang sudah ditentukan menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 yaitu sebesar 0,1 mg/l, jika melebihi standart baku mutu itu maka akan berpengaruh pada kesehatan manusia. Pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu sekitar 400-700 ppm Dapat menyebabkan kerusakan permanen akibat iritasi mata dan pernafasan. Bila amonia terlarut ke dalam perairan akan meningkatkan konsentrasinya dan akan mengganggu dan menyebabkan keracunan hampir semua organisme dalam perairan. Kandungan amonia dalam limbah cair rumah sakit dapat dihilangkan salah satunya menggunakan metode aerasi (Fajrianty, 2022).

Dampak amonia bisa menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia yaitu:

- 1) Amonia memiliki sifat iritan, jika paparan terjadi pada konsentrasi yang tinggi melalui saluran pernapasan, itu dapat menyebabkan luka bakar di hidung, tenggorokan, saluran napas, odema bronchiolar dan alveolar, dan kegagalan pernapasan. Jika paparan amonia rendah, itu dapat menyebabkan batuk dan iritasi hidung.
- 2) Paparan kontak amonia pada konsentrasi yang tinggi melalui kulit akan mengakibatkan luka bakar dan paparan amonia pada mata bisa mengakibatkan kebutaan.

- 3) Jika sampai tertelan maka amonia akan mengakibatkan luka pada mulut, lambung dan usus.

Selain mengganggu kesehatan manusia, amonia juga bisa mengganggu lingkungan yang diantaranya adalah:

- 1) Kematian ikan di perairan dapat terjadi karena amonia yang tinggi pada permukaan air.
- 2) Untuk beberapa jenis ikan, amonia berbahaya jika kadar amonia bebas di perairan melebihi 0,2 m/l.
- 3) Proses eutrofikasi—tumbuhnya lumut dan mikroalga pada badan air penerima buangan air limbah—dipengaruhi oleh kadar amonia yang tinggi. Lumut dan mikroalga yang tumbuh secara berlebihan akan menghalangi sinar matahari yang akan masuk kedalam perairan. Kondisi tersebut akan mengakibatkan turunnya kadar oksigen terlarut dalam air. Sifat amonia dalam air bersifat toksik. Sebagian besar ikan dan amonia teroksidasi secara biologis menjadi nitrit, yang berbahaya bagi manusia (Rohmawati, 2019).

5. pH

pH singkatan dari *potential hydrogen* (keasaman) kehidupan mikroba. pH dapat diukur berdasarkan jumlah ion hidrogen yang memiliki rumus $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Air murni yang mengandung ion H^+ dan OH^- dalam jumlah seimbang akan menghasilkan pH netral 7. Jika kandungan OH^- dalam air meningkat maka pH air juga akan semakin tinggi (basa) yaitu dengan nilai pH 8-14, dan sebaliknya jika kandungan ion H^+ dalam air semakin tinggi maka pH air akan semakin rendah (asam) yaitu dengan nilai pH kurang dari 7 (Kareliasari, 2021).

6. Suhu

Baik secara langsung maupun tidak suhu dalam air dipengaruhi oleh panas dari matahari. Suhu dalam air bisa berubah perlahan ketika waktu siang dan malam hari serta juga dipengaruhi karena perubahan musim. Suhu juga bisa mempengaruhi banyaknya oksigen dalam air. Suhu bisa

mempengaruhi kecepatan reaksi kimia pada air, apabila suhu dalam air semakin tinggi maka reaksi kimia akan cepat terjadi tetapi konsentrasi gas di air seperti oksigen akan mengalami penurunan yang bisa berdampak pada makhluk hidup di dalam air. Suhu air dapat meningkatkan reaksi kimia, evaporasi, dan voltisasi, serta menurunkan kelarutan gas seperti oksigen, karbon dioksida, dan lainnya dalam air. Umumnya suhu yang diperlukan untuk kelangsungan hidup makhluk yang ada di perairan tropis yaitu berkisar antara 25°C-32°C (Kareliasari, 2021).

7. Metode yang Digunakan Untuk Menurunkan Kadar Amonia

a. Aerasi

1) Pengertian aerasi

Penambahan oksigen ke dalam air menyebabkan peningkatan kadar oksigen terlarut dalam air disebut aerasi. Aerasi dalam pengolahan limbah cair merupakan proses dimana limbah cair dikontakkan dengan udara agar memperbanyak kadar oksigen dalam limbah yang diolah itu. Jika jumlah kandungan oksigen yang meningkat dalam pengolahan air limbah tentunya zat-zat yang mudah menguap seperti amonia yang menyebabkan bau akan dapat dihilangkan, selain itu kandungan gas karbondioksida juga akan berkurang (Yuniarti et al., 2019).

2) Tujuan aerasi

Aerasi dilakukan dalam proses pengolahan air limbah bertujuan untuk memaksimalkan kontak antara cairan dengan udara yang mengandung oksigen agar mempermudah proses penguraian pencemar dalam air limbah (Suyasa W B, 2015). Tujuan dari proses aerasi adalah pelarutkan oksigen ke dalam air yang dapat menguraikan kandungan gas-gas yang menjadi beban pencemar yang ikut terlarut dalam air. Aerasi juga dapat menghilangkan gas, oksida, dan magnesium terlarut dari air serta mengurangi amonia di dalam air (Yuniarti et al., 2019).

3) Proses penghilangan amonia dengan aerasi

Proses aerasi dapat digunakan untuk menghilangkan gas terlarut, oksidasi besi, dan mangan dalam air. Proses nitrifikasi juga dapat mengurangi amonia dalam air. Pada limbah cair sebelum pengolahan, nitrogen yang dijumpai berupa nitrogen organik yang kemudian, aktivitas mikroba mengubahnya menjadi ion amonium. Jika dengan bantuan kondisi lingkungan, mikroba nitrifikasi dapat mengoksidasi amonia. Proses nitrifikasi bisa dilihat dari dua tahap. Tahap pertama yaitu tahap nitritasi yang merupakan tahapan mengoksidasi. Bakteri nitrosomonas mengubah ion ammonium (NH_4^+) menjadi ion nitrit (NO_2^-). Kemudian bakteri nitrobacter melakukan tahap kedua, tahap nitritasi, di mana ion nitrit (NO_2^-) dioksidasi. Bakteri nitrobacter akan mengoksidasi nitrit menjadi nitrat, jadi jika bakteri ini ada di tanah atau air, konsentrasi nitrit akan turun. Dari dua tahap tersebut, secara menyeluruh proses nitrifikasi dapat dituliskan persamaannya sebagai berikut menurut (Said & Sya'bani, 2014):



4) Mekanisme aerasi

Sangat mungkin bahwa semua zat yang terlarut dalam air limbah akan berdifusi melalui larutan sampai komposisi larutan menjadi homogen. Apabila massa bergerak secara spontan dari area dengan konsentrasi tinggi menuju area dengan konsentrasi lebih rendah, proses difusi terjadi. Kecepatan proses meningkat jika perbedaan konsentrasi zat yang berdifusi pada dua area semakin besar. Menurut teori penitrasi, saat cairan berkontak dengan udara, cairan dengan konsentrasi gas terlarut yang lebih tinggi akan bergerak ke arah cairan dengan konsentrasi gas terlarut yang lebih rendah dan sebaliknya. Cairan dengan konsentrasi gas terlarut yang lebih rendah menyerap gas dari udara dan kemudian bergerak ke arah cairan dengan konsentrasi gas

terlarut yang lebih tinggi. Proses ini akan terus berlangsung hingga kondisi kelarutan gas dalam air menjadi jenuh (Fibrianti, 2017).

5) Faktor yang mempengaruhi aerasi

Kejenuhan oksigen, sifat air, turbulensi air, dan instrumen yang digunakan untuk melarutkan oksigen dari udara ke dalam air adalah beberapa faktor yang dapat memengaruhi proses aerasi (Batara et al., 2017).

Pada proses perpindahan gas saat aerasi berlangsung dari zat yang mudah menguap ke air atau dari air bergantung pada beberapa faktor antara lain yaitu:

- a) Sifat zat yang mudah menguap
- b) Suhu air dan udara di sekitarnya
- c) Ketahanan terhadap perpindahan gas
- d) Tekanan gas di lingkungan aerator
- e) Pergerakan pada fase dan cair
- f) Perbandingan luas permukaan kontak dengan volume aerator
- g) Waktu kontak

Perbandingan luas permukaan kontak dengan volume aerator itu sangat berpengaruh karena Jika luas permukaan kontak tidak sebanding dengan kapasitas volume aerator, gas oksigen akan masuk ke dalam air saat proses aerasi tidak berjalan sepenuhnya. Selain perbandingan luas permukaan kontak, waktu kontak juga berpengaruh terhadap proses aerasi karena waktu aerasi ini bisa mempengaruhi banyaknya oksigen yang masuk dan berkontak dengan air limbah. Semakin lama aerasi berlangsung, semakin banyak oksigen yang berkontak dengan air limbah.

Dari faktor-faktor yang sudah disebutkan diatas, bisa diuraikan dalam sebagian hal yang terjadi saat proses aerasi, yaitu:

a) Kondisi kesetimbangan

Kesetimbangan yang dimaksud disini adalah untuk gas-gas terlarut di dalam air yang berarti tercapainya konsentrasi jenuh dari substansi-substansi terlarut. Aerasi berperan di dalam proses tercapainya kondisi yang setimbang antara bahan terlarut dengan bahan yang mudah menguap dalam air serta bahan di udara yang dikontakkan dengan air. Salah satu contohnya yaitu ketika air kontak dengan udara, oksigen dan nitrogen akan larut dalam air hingga mencapai kondisi setimbang.

b) Nilai jenuh

Semakin tinggi tekanan parsial maka semakin besar konsentrasi gas terlarut. Hubungan tersebut dikenal dengan sebutan Hukum Henry yang menyatakan bahwa tekanan parsial yang tetap dan semakin tinggi temperatur maka akan semakin kecil kelarutan atau nilai jenuh suatu gas. Kelarutan suatu gas akan berkurang dengan adanya padatan-padatan terlarut. Perbandingan nilai jenuh gas dan konsentrasi aktualnya dalam air yang kemudian akan memberikan suatu tekanan untuk terjadinya pertukaran gas antara air dengan udara. Air akan mengalami defisit oksigen yang kemudian akan mengadsorbsinya, dan nilai kesetimbangan udara air akan tercapai karena adanya defisit oksigen tersebut. Tentunya semakin lama proses aerasi maka nilai pendinginannya semakin tinggi.

c) Ketahanan lapisan permukaan

Ketahanan lapisan permukaan bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, namun ada faktor penting yang sangat berpengaruh yaitu adalah turbulensi dan temperatur. Jika

temperatur tinggi dan disertai dengan turbulensi maka akan meningkatkan transfer gas yang kemudian akan mengurangi ketebalan lapisan permukaan itu sendiri.

d) Kecepatan transfer

Kecepatan transfer suatu gas menjadi parameter yang penting dalam proses aerasi (Fibrianti, 2017).

b. Aerator

1) Pengertian aerator

Aerator merupakan suatu peralatan mekanis yang digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Aerator digunakan sebagian besar untuk meningkatkan permukaan kontak antara dua medium, air dan udara. Beberapa prinsip dasar alat aerasi digunakan untuk menghasilkan turbulensi antara cairan dan udara, yaitu:

a) Aerator air terjun

Sistem ini biasanya menggunakan spray aerator, cascade aerator, dan multiple-tray aerator.

b) Sistem aerasi difusi udara: Prinsip kerja sistem ini adalah udara dimasukkan ke dalam cairan yang akan diaerasi, yang kemudian menghasilkan gelembung yang naik melalui cairan. Jenis aerator yang digunakan menentukan ukuran gelembung. Diffuser porous, diffuser non-porous, dan diffuser u-tube adalah alat aerator yang sering digunakan pada sistem ini.

c) Aerator mekanik

Untuk membuat aerator mekanik, permukaan air limbah dipecahkan secara mekanis. Ini memungkinkan perpindahan oksigen dari atmosfer ke dalam air karena timbulnya interface cairan udara yang besar. Dalam sistem hybrid ini, turbin menggunakan sumber udara dan impeller (bagian dari aerator yang mentransfer energi

daya pompa oksigen). Udara yang keluar dari bagian bawa impeller dipecah menjadi gelembung kecil dan merembes ke seluruh tangki sebagai hasil dari gerakan pompa impeller (Rahardjo, 2017).

2) Macam-macam tipe aerator

Ada beberapa macam tipe aerator yang umum digunakan yaitu:

a) Air ke dalam udara

Tipe aerator ini kerap disebut dengan *waterfall aerator* (aerator terjunan). Untuk aerator terjunan dapat dibagi lagi menjadi beberapa tipe yaitu ada *spray aerator*, *multiple tray aerator*, *cascade aerator*, *cone aerator*, dan *packed columns*. *Spray aerator* sendiri terdiri dari nozzle penyemprot yang tidak bergerak yang dihubungkan ke lempengan. Pada kecepatan 5 hingga 7 m/detik, air disemprotkan ke udara di sekitarnya. *Spray aerator* ini digunakan secara efektif untuk memisahkan karbondioksida dan memasukkan oksigen.

Multiple tray aerator tersusun dari tray dengan dasar berlubang dengan jarak 30-50 cm dan pipa-pipa berlubang yang berguna untuk menyebarkan air yang akan diterima oleh tray. Air yang disebarkan kemudian akan terkumpul lagi pada tray berikutnya. Umumnya, tray dibuat dari bahan seperti lempengan sejajar, pipa plastik dengan diameter kecil, atau lempengan asbes berlubang.

Cascade aerator biasanya terdiri dari 4-6 tangga. Untuk menghilangkan rotasi untuk kenaikan efisiensi aerasi, hambatan sering kali diletakkan di bagian tepi peralatan pada setiap tangga. Keuntungan menggunakan tray ini adalah tidak memerlukan perawatan.

Cone aerator hampir sama dengan *cascade aerator* tetapi pada *cone aerator* Terdapat stack yang tersusun dalam bentuk kerucut, sehingga air akan mengisi bagian atas

sebelum jatuh ke bawah. Tipe seperti ini utamanya digunakan untuk menurunkan kadar besi, namun bisa juga digunakan untuk mereduksi gas-gas lain.

Packed columns kerap disebut sebagai air stripper, yang merupakan penemuan baru dalam pengolahan air bersih. Aerato jenis ini sering digunakan untuk mengeluarkan bahan yang mudah menguap dalam air (Fibrianti, 2017).

b) *Diffusion/ Bubble aerator* (aerator difusi/gelembung udara)

Blower digunakan dalam jenis aerator ini untuk menarik udara dari luar, menghasilkan udara bertekanan yang kemudian diinjeksikan ke dalam air melalui pipa udara yang ada di dalam air. Sistem kerja dari *diffusion/ bubble aerator* adalah dengan cara menginjeksikan udara melalui selang di dasar bak pada bak air kemudian dilakukan aerasi.

c) *Mechanical aerator*

Umumnya aerator ini menggunakan impeler untuk peralatan utama yang digunakan untuk mendorong air ke atas permukaan, sehingga bidang kontak antara udara dan air diperluas.

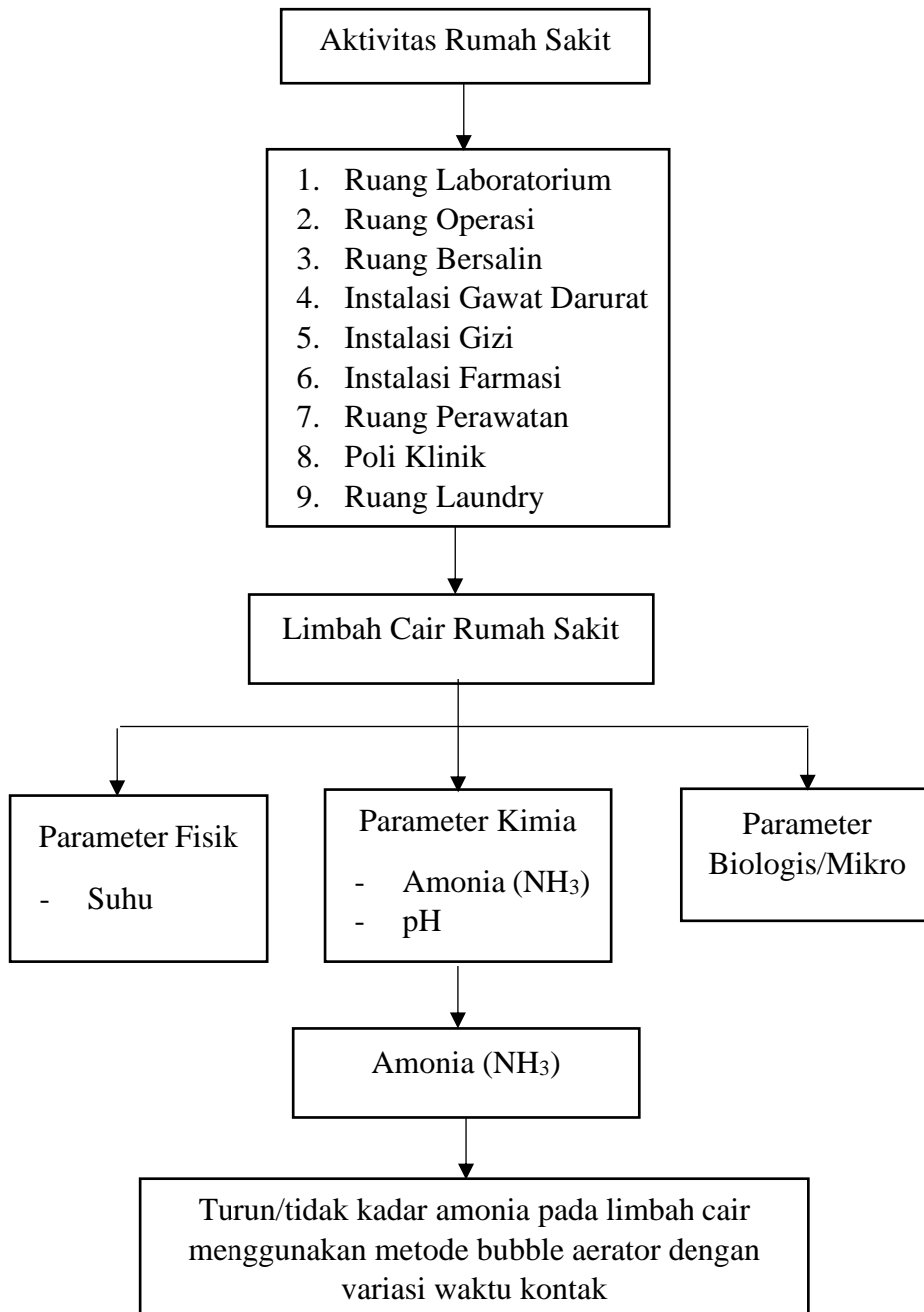
d) *Pressure aerator*

Ada dua jenis dasar aerator bertekanan untuk aerator bertekanan bertekanan. Tipe diagram menggunakan tangki tertutup yang terus diberi udara di bawah tekanan. Air yang akan diolah dalam tipe ini disemprotan ke udara bertekanan tinggi, yang kemudian membiarkan air yang sudah diaerasi melalui dasar tangki untuk pengolahan berikutnya. Tipe diagrammed adalah jenis berikutnya. Tipe ini memanfaatkan bejana bertekanan difusi pada saluran pipa aerasi tertentu dan mengalirkan gelembung udara ke dalam air yang sedang mengalir. Dengan tekanan tinggi, lebih banyak oksigen akan

terlarut dalam air, memungkinkan proses oksidasi berjalan lebih cepat dan sempurna.

C. Kerangka Teori

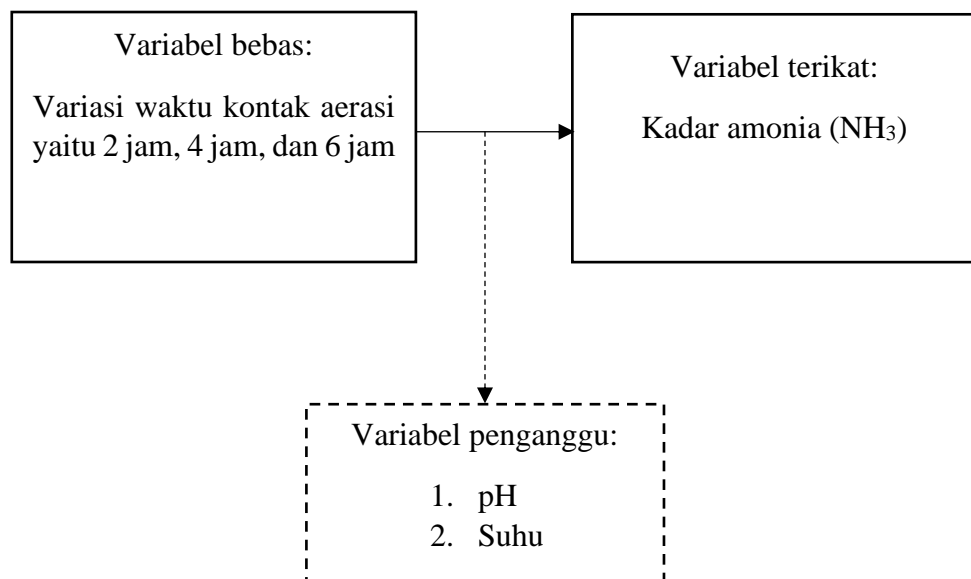
Berikut merupakan kerangka teori, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Teori

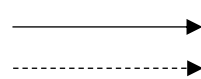
D. Kerangka Konsep

Berikut merupakan diagram konsep dalam penelitian Efisiensi Penurunan Kadar Amonia (NH_3) Menggunakan Metode Bubble Aerator Dengan Variasi Waktu Aerasi Pada Limbah Cair RS Bhakti Persada Kecamatan Barat Kabupaten Magetan yang akan dilakukan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Keterangan:



Diteliti
Tidak diteliti