

Pengaruh Kapur Terhadap Efisiensi Penurunan Amoniak (NH₃) Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru Tahun 2024

Syaripuddin¹, Arifin², Abdul Haris³, Sulaiman Hamzani⁴

^{1,2,3,4} Poltekkes Kemenkes Banjarmasin, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Syaripuddin

E-mail: syaripuddin74@gmail.com

Abstrak

Rumah Sakit Umum Daerah Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru menghasilkan effluent air limbah dengan kadar amoniak (NH₃) yang tinggi, yaitu 644,18 mg/L, jauh melebihi standar baku mutu 10 mg/L. Penelitian ini bertujuan mengetahui efisiensi kapur (Ca(OH)₂) dalam menurunkan kadar amoniak pada effluent air limbah rumah sakit. Metode penelitian penelitian ini bersifat eksperimen dengan menggunakan desain post-test only with control group. Variasi dosis kapur (0, 10, 20, 30, 40, dan 50 gram) diaplikasikan pada 24 sampel effluent air limbah. Masing-masing perlakuan diuji kadar amoniak, pH, dan suhu setelah pengadukan selama 10 menit dengan waktu tinggal 20 menit. Analisis data dilakukan dengan uji statistik non-parametrik Kruskal-Wallis. Penambahan kapur menaikkan kadar amoniak rata-rata dari 0,145 mg/L (dosis 10 gram) hingga 0,20 mg/L (dosis 50 gram). Parameter pH meningkat dari 12,75 (10 gram) hingga 13,22 (dosis 50 gram), sedangkan suhu berkisar antara 26,77-27,9 °C. Kapur belum efektif dalam menurunkan kadar amoniak pada effluent air limbah rumah sakit. Namun, diperlukan optimalisasi dosis yang tepat untuk efisiensi yang lebih baik tanpa mempengaruhi parameter lingkungan lainnya.

Kata kunci - Amoniak, kapur, limbah cair, IPAL, rumah sakit

Abstract

Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru Regional General Hospital produces wastewater effluent with high ammonia (NH₃) levels, namely 644.18 mg/L, far exceeding the 10 mg/L quality standard. This study aims to determine the efficiency of lime (Ca(OH)₂) in reducing ammonia levels in hospital wastewater effluent. The research method of this research is experimental using a post-test only design with control group. Variations in lime doses (0, 10, 20, 30, 40, and 50 grams) were applied to 24 wastewater effluent samples. Each treatment was tested for ammonia content, pH, and temperature after stirring for 10 minutes with a residence time of 20 minutes. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis non-parametric statistical test. The addition of lime increased the average ammonia level from 0.145 mg/L (10 gram dose) to 0.20 mg/L (50 gram dose). The pH parameter increased from 12.75 (10 grams) to 13.22 (50 grams dose), while the temperature ranged from 26.77-27.9 °C.

Lime has not been effective in reducing ammonia levels in hospital wastewater effluent. However, optimization of the right dosage is needed for better efficiency without affecting other environmental parameters.

Keywords - Ammonia, lime, wastewater effluent, WWTP, hospital

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang harus memperhatikan kondisi lingkungan karena kondisi sehat diperoleh dari lingkungan sekitar yang sehat (Arthono, dkk 2022 ; Habibi, 2020). Limbah cair yang dihasilkan oleh aktivitas Rumah Sakit merupakan masalah yang harus dihadapi pihak Rumah Sakit. Sebagaimana diketahui bahwa limbah cair Rumah Sakit yang dihasilkan bersifat infeksius dan juga toksik, apabila tidak melalui proses pengolahan yang baik akan memperbesar risiko penularan penyakit, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada lingkungan sekitarnya dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat (Amrullah, 2019; Lagimpe et al., 2018).

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit, yang meliputi air limbah domestik, yakni air buangan dari rumah sakit yang banyak mengandung mikroorganisme patogen, bahan kimia beracun dan radioaktif serta darah yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan yang proses penanganannya dapat melalui IPAL. Komposisi dan karakteristik air limbah rumah sakit cukup spesifik dan mempunyai dampak yang cukup besar sehingga memerlukan penanganan khusus (Rizky Fathan Witjaksono, dkk 2023).

Pengelolaan limbah cair Rumah Sakit dengan menggunakan IPAL yang baik membutuhkan penanganan secara komprehensif yang melibatkan banyak pihak, teknologi, serta biaya yang besar (Tampang, B.L., 2019). Pembangunan rumah sakit harus disertai dengan pengawasan, dan pemantauan terhadap limbah yang dihasilkan, sehingga mengharuskan setiap proses pengolahan dan pembuangan limbah cair tidak menimbulkan permasalahan lingkungan, terutama bagi kesehatan masyarakat sekitar rumah sakit (Sitanggang, 2017).

Berdasarkan PERMENKES RI No.07 Tahun 2019 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit bahwa untuk mencapai pemenuhan standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan serta melindungi petugas kesehatan, pasien, pengunjung termasuk masyarakat di sekitar rumah sakit dari berbagai macam penyakit dan/atau gangguan kesehatan yang timbul akibat faktor resiko lingkungan perlu diselenggarakan kesehatan lingkungan rumah sakit.

Kadar amoniak yang tinggi menyebabkan bau yang tidak enak, dapat menyebabkan pertumbuhan lumut dan mikroalga yang berlebihan disebut eutrofikasi, sehingga air menjadi keruh dan berbau karena pembusukan lumut lumut yang mati. Pembuangan limbah yang banyak mengandung Amoniak ke dalam air juga dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam badan air penerima karena oksigen yang ada digunakan untuk nitrifikasi NH₃ (Mariyana, dkk 2015).

Menurut penelitian Triningsih dkk, (2020), Kapur dapat digunakan sebagai bahan koagulan untuk menurunkan kadar pencemar air limbah karena pada saat penambahan kapur ke dalam air limbah kemudian dilakukan pengadukan akan terjadi reaksi antara kapur dan kadar pencemar yang akan menghasilkan endapan hidroksiapatit. Penambahan kapur ini dapat menurunkan kadar pencemar hingga 80 %.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Rumah Sakit

Menurut WHO (*World Health Organization*), definisi rumah sakit adalah integral dari satu organisasi sosial dan kesehatan dengan fungsi menyediakan pelayanan paripurna (Komprehensif), penyembuhan penyakit (kuratif) dan pencegahan penyakit (Preventif) kepada masyarakat. Rumah sakit juga merupakan pusat pelatihan bagi tenaga kesehatan dan pusat peneliti medik. Rumah sakit adalah instansi yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (Permenkes Nomor 3 Tahun 2020). Menurut Permenkes Nomor 3 Tahun 2020 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit menyebutkan rumah sakit ada 2 yaitu:

1. Rumah Sakit Umum adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan kesehatan pada semua

bidang dan jenis penyakit. Berdasarkan fasilitas dan kemampuan pelayanan, Rumah Sakit Umum diklasifikasikan menjadi Rumah Sakit Umum Kelas A, Rumah Sakit Umum Kelas B, Rumah Sakit Umum Kelas C, Rumah Sakit Umum Kelas D

2. Rumah Sakit Khusus adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan utama pada satu bidang atau satu jenis penyakit tertentu berdasarkan disiplin ilmu, golongan umur, organ, jenis penyakit, atau kekhususan lainnya, Rumah Sakit Khusus diklasifikasikan menjadi Rumah Sakit Umum Kelas A, Rumah Sakit Umum Kelas B, Rumah Sakit Umum Kelas C.

B. Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit

Menurut Permenkes Nomor 7 Tahun 2019, kesehatan lingkungan rumah sakit adalah upaya pencegahan penyakit dan/atau gangguan kesehatan dari faktor risiko lingkungan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik dari aspek fisik, kimia, biologi, maupun sosial di dalam lingkungan rumah sakit. Kualitas lingkungan rumah sakit yang sehat ditentukan melalui pencapaian atau pemenuhan standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan pada media Air, Udara, Tanah, Pangan, Sarana dan bangunan, Pengamanan Limbah, Vektor dan binatang pembawa penyakit

C. Air Limbah dan Karakteristiknya

Air limbah adalah sisa air yang dibuang bisa berasal dari rumah tangga, industri juga tempat-daerah awam lainnya, serta pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang bisa membahayakan bagi kesehatan insan serta dapat mencemari lingkungan hidup. Sumber air limbah berdasarkan asalnya terbagi menjadi dua yaitu air limbah industri dan air limbah rumah tangga. Air limbah industri adalah air limbah yang berasal dari proses produksi suatu industri.

Menurut (Wahyudi, 2022 ; Suyasa 2015), karakteristik air limbah menurut kandungannya terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Karakteristik Fisik air limbah ditentukan oleh berbagai polutan yang masuk ke dalam air limbah yang bisa memberikan perubahan fisik pada air limbah tersebut. Karakteristik fisik tersebut adalah Suhu air limbah, Kekeruhan, Warna, Bau, TSS (Total Suspended Solid),).
2. Karakteristik atau sifat kimiawi air limbah ditentukan oleh adanya kontaminan kimia. Bahan kimia yang terlarut sebagai ion dan dalam bentuk tersuspensi sebagai senyawa. Bahan organik terlarut dapat menguras oksigen dalam limbah dan menyebabkan rasa dan bau yang tidak sedap terlebih berbahaya lagi jika bahan tersebut beracun
3. Karakteristik biologis dalam air limbah yaitu terdapat berbagai jenis mikroorganisme misalnya bakteri patogen yang berbahaya karena dapat menyebabkan penyakit, alga, jamur dan ganggang juga terdapat di dalam air limbah.

D. Sumber Air Limbah Rumah Sakit

Menurut Rodat (2019), sumber air limbah bervariasi sesuai dengan tipe rumah sakit. Adapun sumber air limbah rumah sakit pada umumnya berasal dari dapur, pencucian linen, ruang perawatan, ruang poliklinik, laboratorium, WC dan kamar mandi, kamar mayat, dan unit lain sesuai tipe rumah sakit. Air limbah dari kamar mandi dikategorikan sebagai limbah rumah tangga.

E. Parameter Air Limbah Rumah Sakit

Beberapa parameter limbah cair rumah sakit menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, adalah sebagai berikut:

1. pH: Menurut Ningrum dalam Ramadani (2021), derajat keasaman (pH) adalah ukuran untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH di suatu air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Skala pH berkisar antara 1-14. Kisaran nilai pH 1-7 termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral. Derajat keasaman menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan (pretreatment) untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan limbah cair secara

- konvensional.
2. BOD (*Biochemical oxygen demand*) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan didalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Pemeriksaan BOD untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses biodegradable berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk. (Sari, 2015).
 3. COD (*Chemical oxygen demand*) adalah suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi senyawa kimia dan bahan-bahan organik yang terdapat dalam air dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Sari, 2015).
 4. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh kertas saring dengan ukuran partikel maksimal 2 µm. Total Suspended Solid (TSS) merupakan parameter fisika dari pemeriksaan kualitas air. Kadar Total Suspended Solid (TSS) yang tinggi pada air sungai akan menyebabkan air sungai tersebut menjadi keruh. Kekeruhan akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dasar sungai. Terhalangnya sinar matahari untuk masuk ke dasar sungai menyebabkan proses fotosintesis terganggu. Proses fotosintesis yang terganggu mengakibatkan turunnya kadar oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air sungai oleh tanaman. Turunnya kadar oksigen terlarut dalam air sungai akan mengganggu ekosistem sungai tersebut. Kadar oksigen terlarut di dalam air sungai yang menurun secara terus menerus akan mengakibatkan tanaman serta organisme yang berada di sungai tersebut lama-lama akan mengalami kematian. Total Suspended Solid (TSS) yang mengendap di dasar sungai, maka akan membentuk lumpur yang dapat mengganggu aliran air sungai serta menyebabkan pendangkalan sungai (Yulianti, 2019).
 5. Minyak dan Lemak merupakan salah satu parameter organik yang konsentrasinya maksimumnya dipersyaratkan untuk air limbah industri dan air permukaan. Minyak dan lemak merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran di suatu perairan sehingga konsentrasinya harus dibatasi. Minyak mempunyai berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Minyak yang menutupi permukaan air juga akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu ketidakseimbangan rantai makanan. Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan bakteri (Ulfi dan Harmawan, 2022).
 6. Amoniak merupakan senyawa anorganik yang diperlukan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi bakteri aerobik. Amoniak dalam jumlah yang besar dapat bersifat toksik dan dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadi eutrofikasi di daerah sekitar. Pada beberapa instalasi pengolahan air limbah kandungan amoniak selalu menjadi masalah yang tidak terselesaikan akibat tidak sempurnanya penguraian nitrat dalam sistem pengolahan limbah cair, Senyawa tersebut bersifat metabolitoksik dan sangat berbahaya bagi lingkungan (Sulistiyanto dkk, 2006).
 7. Total Coliform Kualitas air dengan parameter mikrobiologi dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan bakteri, virus, parasit. Bakteri yang digunakan sebagai indikator adalah bakteri Coliform. Bakteri Coliform merupakan organisme nonspora yang motil atau nonmotil, berbentuk

batang, dan mampu memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada temperatur 370C dalam waktu inkubasi 48 jam (Sulistiyawati, 2019; Abdullah et al., 2019). Konsentrasi Total Coliform yang tinggi melebihi batas standar baku mutu air limbah merupakan indikator adanya cemaran patogen infeksius yang menimbulkan penyebaran penyakit melalui perantara media air (water diseases). Selain itu kandungan limbah cair dengan konsentrasi Total Coliform yang tinggi juga dapat mempengaruhi kehidupan organisme biota pada suatu perairan. Penelitian keberadaan Coliform di perairan sungai juga menentukan kelayakan apakah air tersebut layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Sulistiyawati, 2019).

F. Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik menyebutkan bahwa baku mutu air limbah sebagai berikut:

Tabel 1.
Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	10
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah/100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

G. Efektivitas Pengolahan Air Limbah

Efektivitas dalam pengolahan air limbah yaitu suatu keadaan yang menunjukkan tingkat keberhasilan dalam proses pengolahan air limbah. Efektivitas pengolahan air limbah yaitu selisih nilai kualitas awal air limbah yang masuk dan kualitas akhir air limbah yang keluar, dan dibagi dengan nilai parameter kualitas awal air limbah yang masuk. Jika terjadi penurunan kadar parameter dalam pengolahan air limbah, berarti pengolahan dalam air limbah berjalan dengan baik.

H. Amoniak

Amoniak adalah senyawa kimia dengan rumus NH₃ yang merupakan salah satu indikator pencemaran udara pada bentuk kebauan. Gas amoniak adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat, biasanya amoniak berasal dari aktifitas mikroba, industri ammonia, pengolahan limbah dan pengolahan batu bara. Amoniak di atmosfer akan bereaksi dengan nitrat dan sulfat sehingga terbentuk garam ammonium yang sangat korosif. Amoniak merupakan senyawa anorganik yang diperlukan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi bakteri aerobik. Pada air amoniak berada dalam dua bentuk yaitu amoniak tidak terionisasi dan amoniak terionisasi. Amoniak yang tidak terionisasi bersifat racun dan akan mengganggu syaraf pada ikan sedangkan amoniak yang terionisasi memiliki kadar racun yang rendah. Daya racun amoniak dalam air akan meningkat saat kelarutan oksigen rendah. Amoniak yang terlalu lama disimpan pada suhu kamar dan tidak segera diperiksa atau diawetkan akan mempengaruhi hasil pemeriksaan dan menimbulkan bau yang sangat menyengat atau tajam karena berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa kimia sehingga akan menyebabkan pencemaran air.

Amoniak memiliki dampak yang dapat menyebabkan kondisi toksik bagi kehidupan perairan. Konsentrasi tersebut tergantung dari pH dan temperatur yang mempengaruhi air. Kadar amoniak bebas dalam air meningkat sejalan dengan meningkatnya pH dan temperatur. Kehidupan air yang terpengaruh oleh amoniak pada konsentrasi 1 mg/L dan dapat menyebabkan mati lemas karena dapat

mengurangi kapasitas oksigen dalam air. Senyawa amoniak juga dapat mengurangi efektifitas klorin yang biasanya digunakan sebagai tahap akhir dalam pengolahan air untuk menghilangkan bahan organik yang tersisa serta untuk proses disinfeksi. Di dalam air limbah senyawa amoniak ini dapat diolah secara mikrobiologis dengan cara aerasi melalui nitrifikasi hingga menjadi nitrit dan nitrat (Said dan Sya'bani, 2014). Air limbah yang dihasilkan dari limbah ammonia sering dikeluarkan dalam bentuk gas. Limbah ini apabila langsung dibuang ke udara dan dihirup oleh manusia maka akan mengakibatkan gangguan kesehatan seperti iritasi yang kuat terhadap sistem pernafasan bagian atas yakni daerah hidung hingga tenggorokan. Terpapar gas ammonia pada tingkatan tertentu dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru dan sensitivitas indera penciuman.

I. Kapur dan Fungsinya

Kapur (CaO) adalah material yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih dan halus yang terutama tersusun dari mineral kalsium. Tiga senyawa kimia utama yang mewujudkan kapur adalah kalsium karbonat (CaCO₃), kalsium oksida (CaO), dan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂). Kapur yang ditemukan di alam juga dapat tercampur dengan mineral magnesium. bahan koagulan dengan pertimbangan bahwa larutan kapur mudah didapatkan, biaya murah, dan merupakan batuan alam sehingga relatif aman bagi lingkungan. Kapur berbentuk padat yang berwarna putih, bersifat alkali dan sedikit pahit. Kapur bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Karena kekuatan sifat dasarnya tersebut, kapur banyak digunakan sebagai flokulan pada air, pengolahan limbah, serta pengolahan tanah asam. Kapur merupakan koagulan yang digunakan untuk mengurangi zat-zat organik maupun kimia pada air kotor maupun pada air limbah (Saswita, 2018).

Kapur berfungsi untuk mengendapkan logam beracun dan menurunkan kadar padatan tersuspensi, menghilangkan partikel-partikel jahat dan menghancurkan agen patogen. Selain itu kapur juga memiliki fungsi sebagai pengendalian pH, netralisasi air limbah asam, pengurangan konsentrasi polutan organik yang dapat teroksidasi, klarifikasi, pengendapan polutan terlarut serta flokulasi dan koagulasi partikel koloid. Penggunaan kapur di instalasi pengolahan air limbah untuk menghilangkan zat organik tersebar luas lebih dari 100 tahun yang lalu. Saat ini kapur yang paling banyak digunakan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), dengan kemurnian lebih dari 90%.

Kapur juga berfungsi sebagai disinfektan, dan daya disinfeksi bergantung pada pemisahan dan konsentrasi ion hidroksilnya. Kapur mencegah mikroba patogen dengan 2 cara, yaitu dengan absorpsi secara fisik sehingga membentuk gumpalan atau meningkatkan pH menjadi 11–11.5 sehingga menghancurkan mikroba patogen. Kapur juga digunakan dalam pengolahan air, antara lain untuk menurunkan kesadahan, kadar silikat, dan bahan-bahan organik sehingga nilai BOD-nya juga turun. Selain itu, kapur juga dapat menetralkan keasaman. Pada proses pengolahan limbah tekstil, kapur digunakan untuk mengurangi warna. Pemanfaatan lain kapur ialah dalam pencegahan pencemaran udara ialah untuk mengurangi gas SO₂ yang dihasilkan pada proses pembakaran batu bara atau minyak yang tinggi kandungan sulfurnya (Charlena, dkk 2006).

J. Suhu dan Kecepatan Angin

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), suhu diartikan sebagai ukuran kuantitatif dari temperatur, panas atau dingin, dan diukur menggunakan termometer. Suhu menjadi besaran yang akan menyatakan ukuran derajat dingin dan panas suatu benda. Selain bisa dinyatakan secara kualitatif, suhu juga dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan satuan derajat tertentu. Kemudian jika dilihat dari konteks penguapan, suhu juga sangat berperan terhadap proses kimia di udara. Semakin tinggi suhu suatu udara, maka penguapan airnya juga akan semakin tinggi, begitu juga dengan uap air yang ditahan, dan hal tersebut juga mempercepat terjadinya reaksi kimia di udara. Sebaliknya, semakin rendah suhu udara, kemampuan menahan uap airnya juga rendah, dan menyebabkan udara menjadi jenuh uap air. Akibatnya, apabila udara sudah mencapai batas maksimum, maka kondensasi pengembunan terjadi dan hujan pun akan turun.

Maka untuk menyatakan suhu dengan sama antara satu orang dengan orang lainnya, dibutuhkan alat pengukur suhu yang dapat menyatakan suhu secara kuantitatif. Alat bantu pengukur suhu ini dinamakan dengan termometer. Metode efektif untuk mencapai pengaturan suhu proses air limbah mencakup penggunaan unit pendingin berpendingin udara .

Kecepatan angin adalah satuan yang mengukur kecepatan aliran udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah dan diukur dengan menggunakan anemometer atau dengan menggunakan skala Beaufort yang didasarkan pada pengamatan pengaruh spesifik dari kecepatan angin tertentu. Kecepatan angin juga diartikan sebagai kecepatan udara yang bergerak secara horizontal yang dipengaruhi oleh gradien barometris letak tempat, tinggi tempat, dan keadaan topografi suatu tempat. Untuk satuan kecepatan angin dalam meter per detik, kilometer per jam atau knot.

METODE

A. Jenis / Desain / Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen yaitu suatu penelitian atau percobaan peneliti melakukan perlakuan terhadap variabel bebas kemudian mengukur akibat atau pengaruh percobaan tersebut kepada variabel terikat (Notoadmodjo, 2018). Penelitian ini melakukan eksperimen dengan menambahkan kapur untuk menurunkan amoniak pada air limbah rumah sakit. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Posttest Only With Control Group Design* yaitu desain penelitian yang terdiri dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok-kelompok tersebut dianggap sama sebelum dilakukan perlakuan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data primer dan sekunder. Adapun bentuk rancangan desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Rancangan Desain Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Posttest
Kontrol	K	Ok
Eksperimen	X	Ox

Sumber : (Notoadmodjo, 2018)

Keterangan :

- K = Tanpa perlakuan (kontrol)
X = Perlakuan menggunakan kapur
Ok = Kadar Amoniak sebelum diberi perlakuan
Ox = Kadar Amoniak setelah perlakuan

B. Subjek Penelitian

1. Populasi Penelitian: Semua air limbah yang keluar dari outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru.
2. Sampel Penelitian dalam penelitian ini sebagian effluent air limbah yang keluar dari outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru yang diambil dengan menggunakan Teknik Grab Sampling yaitu pengambilan sampel yang dilakukan pada suatu tempat secara langsung pada saat itu.
Pengulangan uji coba pada penelitian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(6-1)(r-1) \geq 15$$

$$6(r-1) \geq 15$$

$$(r-1) \geq 15/6$$

$$r-1 \geq 2,5$$

$$r \geq 2,5 + 1$$

$$r \geq 3,5 = 4$$

Keterangan :

t = treatment/perlakuan

r = replikasi/pengulangan

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka didapatkan 4 kali pengulangan dari 6 perlakuan tersebut terdiri dari P₀ (kontrol), P₁, P₂, P₃ dan P₄ dengan total sampel sebanyak 24 buah yang terdiri dari 4 kontrol dan 20 sampel perlakuan. Sampel air limbah yang dimasukkan ke dalam gelas beaker sebanyak 1 liter sehingga total sampel air limbah adalah 24 liter yang kemudian ditambahkan variasi dosis kapur 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram melalui pemakaian proses pengadukan dengan alat pengaduk (Stirrer/Hot Plate) terhadap setiap sampel. Kemudian dilakukan pengadukan selama 10 menit dengan waktu tinggal 20 menit untuk mengetahui efisiensi penurunan amoniak pada air limbah. Adapun rancangan percobaan penelitian dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3.

Rancangan Percobaan Penelitian				
Variasi Dosis Kapur	Pengulangan Perlakuan			
	1	2	3	4
Kontrol 0 gram (P ₀)	P _{0.1}	P _{0.2}	P _{0.3}	P _{0.4}
10 gram (P ₁)	P _{1.1}	P _{1.2}	P _{1.3}	P _{1.4}
20 gram (P ₂)	P _{2.1}	P _{2.2}	P _{2.3}	P _{2.4}
30 gram (P ₃)	P _{3.1}	P _{3.2}	P _{3.3}	P _{3.4}
40 gram (P ₄)	P _{4.1}	P _{4.2}	P _{4.3}	P _{4.4}
50 gram (P ₅)	P _{5.1}	P _{5.2}	P _{5.3}	P _{5.4}

Keterangan :

P₀ = Kontrol

P₁ = Perlakuan Pertama

P₂ = Perlakuan Kedua

P₃ = Perlakuan Ketiga

P₄ = Perlakuan Empat

P₅ = Perlakuan Kelima

C. Fokus Penelitian

Objek penelitian ini adalah effluent air limbah yang keluar dari IPAL rumah sakit. Fokus dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi pemberian kapur dalam menurunkan amoniak (NH₃) pada effluent air limbah di RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru.

D. Variabel dan Definisi Operasional Penelitian

1. Variabel Bebas pada penelitian ini adalah kapur, dengan variasi dosis kapur yaitu 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram, 50 gram
2. Variabel terikat pada penelitian ini adalah Amoniak (NH₃).
3. Variabel pengganggu pada penelitian ini meliputi suhu dan kecepatan angin.
4. Definisi Operasional, Adapun definisi operasional dari variabel penelitian ini adalah sebagai

berikut :

Tabel 4.

Definisi Operasional Variabel Penelitian

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala	Hasil Ukur
1	Kapur	Material yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih dan halus yang terutama tersusun dari mineral kalsium	Neraca Analitik	Ordinal	0 gram 10 gram 20 gram 30 gram 40 gram 50 gram
2	Amoniak	Amoniak merupakan senyawa anorganik yang diperlukan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi bakteri aerobik. Amoniak dalam jumlah yang besar dapat bersifat toksik	Uji Lab	Ratio	Nilai Amoniak (NH ₃) air dalam satuan mg/l
3	Suhu	Derajat panas atau dingin suatu benda atau keadaan	Termometer	Interval	Nilai suhu air dalam satuan °C

E. Metode Pengumpulan Data Penelitian

1. Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam botol
2. Sampel dikirim dan dibawa ke laboratorium
3. Sampel diperiksa NH₃ sebelum perlakuan
4. Sampel diperiksa NH₃ setelah perlakuan
5. Penentuan penilaian kadar NH₃
6. Mengentri data dalam alat analisis komputer
7. Membaca hasil analisis komputer pengukuran sampel air limbah.

F. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian: Pengambilan sampel dilakukan di Instalasi Pengolahan Air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru. Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tanah Bumbu.
2. Waktu Penelitian ini mulai dari pembuatan proposal sampai dengan penyusunan skripsi.

PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Kadar Amoniak (NH₃) sebelum penambahan kapur

Hasil pemeriksaan kadar amoniak (NH₃) sebelum penambahan kapur dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.

Hasil Pemeriksaan Kadar Amoniak (NH₃) pH dan Suhu Sebelum Penambahan Kapur

No	Parameter	Hasil	Standar Baku Mutu*)
1	Amoniak (NH ₃)	0,057 mg/l	10 mg/l
2	pH	6,9	6,8-9
3	Suhu	28,57 °C	30 °C

Keterangan :

*) PermenLH Nomor 68 Tahun 2016

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa hasil pemeriksaan pada sampel effluent air limbah sebelum dilakukan penambahan kapur adalah 0,057 mg/L, pH 6,9, Suhu air 28,57 °C.

- Hasil pemeriksaaan kadar Amoniak (NH₃) pada effluent air limbah setelah dilakukan penambahan kapur dengan variasi dosis kapur 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram, dan 50 gram dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.

Hasil Pemeriksaan Kadar Amoniak (NH₃) Setelah Penambahan Kapur

Variasi dosis kapur	Kadar Amoniak (NH ₃) Pada Pengulangan Perlakuan (mg/l)				Rata Rata	Standar Baku Mutu *)
	1	2	3	4		
10 Gram	0,10	0,18	0,19	0,11	0,145	10 mg/l
20 Gram	0,11	0,19	0,19	0,13	0,155	10 mg/l
30 Gram	0,14	0,19	0,19	0,16	0,170	10 mg/l
40 Gram	0,16	0,20	0,19	0,19	0,185	10 mg/l
50 Gram	0,17	0,21	0,21	0,21	0,20	10 mg/l

Keterangan :

*) PermenLH Nomor 68 Tahun 2016

Berdasarkan Tabel 6. diketahui bahwa kadar amoniak sampel effluent air limbah setelah dilakukan penambahan kapur dengan variasi dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram didapatkan hasil berkisar antara 0,145 – 0,20 mg/L.

- Hasil pemeriksaaan pH dan Suhu pada effluent air limbah saat penambahan kapur dengan variasi dosis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7.

Hasil Pemeriksaan pH dan Suhu pada Effluent Air Limbah saat Penambahan Kapur

Variasi dosis kapur	Parameter	Pengulangan Perlakuan				Rata Rata	Standar Baku Mutu*)
		1	2	3	4		
10 gram	pH	12,6	12,7	12,8	12,9	12,75	6,5-9
	Suhu	28,1 °C	28 °C	27,8 °C	27,7 °C	27,9	30 °C
20 gram	pH	12,8	12,7	12,6	12,7	12,7	6,5-9
	Suhu	27, 9 °C	27,7 °C	27,5 °C	27,4 °C	27,62	30 °C
30 gram	pH	12,9	12,8	12,5	13	12,8	6,5-9
	Suhu	27,6 °C	27,5 °C	27,5 °C	27,2 °C	27,45	30 °C
40 gram	pH	12,9	12,8	12,7	13,3	12,92	6,5-9
	Suhu	26,9 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,8 °C	26,77	30 °C
50 gram	pH	13	13,1	13,3	13,5	13,22	6,5-9
	Suhu	26,8 °C	26,7 °C	26,7 °C	26,9 °C	26,77	30 °C

Keterangan :

*) PermenLH Nomor 68 Tahun 2016

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa pH, suhu pada sampel effluent air limbah saat dilakukan penambahan kapur dengan variasi dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram didapatkan hasil rata-rata berkisar antara 12,7 - 13,22 dan suhu 26,77 – 27,9 °C.

B. Pembahasan Penelitian

1. Kadar Amoniak Sebelum penambahan kapur

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium untuk parameter amoniak (NH₃) pada sampel effluent air limbah sebelum dilakukan penambahan kapur 0,057 mg/L. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa sampel effluent air limbah IPAL RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru masih memenuhi persyaratan standar baku mutu air limbah sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P68/ Menlhk / Setjen / Kum.1 / 8 / 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Walaupun masih dibawah ambang batas baku mutu tetapi masih bisa disesuaikan dan perlu adanya tindakan pengolahan lebih lanjut agar effluent air limbah yang di olah aman dibuang ke lingkungan.

2. Kadar Amoniak (NH₃) Sesudah Penambahan Kapur

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium diperoleh kadar amoniak (NH₃) air limbah setelah dilakukan penambahan menggunakan kapur dengan variasi dosis 0 gram (kontrol) yaitu 0,057 mg/L, 10 gram yaitu 0,145 mg/L, 20 gram 0,155 mg/L dan 30 gram 0,170 mg/L, 40 gram 0,185 mg/L, 50 gram 0,160 mg/L. Suhu pada kontrol adalah rata-rata 28,57°C. Penambahan kapur menurunkan rata-rata suhu sedikit demi sedikit dari 27,9°C hingga 26,77°C pada dosis tertinggi.

Suhu tetap berada di bawah ambang baku mutu yaitu 30°C, sehingga tidak mempengaruhi proses pelepasan amonia secara signifikan. Faktor naiknya kadar amoniak pada sampel air limbah ini terjadi karena efek jenuh atau overdosis kapur. Kapur yang ditambahkan dalam jumlah yang terlalu banyak akan mengganggu reaksi kimia antara kapur (Ca(OH)₂) dan amoniak dalam air.

Berikut reaksi kimia yang terjadi Jika kapur (kalsium hidroksida, Ca(OH)₂) ditambahkan dalam jumlah berlebihan ke dalam larutan yang mengandung amoniak (NH₃), pH larutan akan meningkat drastis :

Amoniak dalam air mengikuti reaksi kesetimbangan ini. Ketika kapur ditambahkan, konsentrasi ion hidroksida (OH⁻) dari Ca (OH)₂ meningkat menjadi $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$. Peningkatan OH⁻ mendorong kesetimbangan ke kiri, sehingga lebih banyak NH₃ terbentuk dalam bentuk gas. Pada pH tinggi (di atas 11), sebagian besar amoniak berada dalam bentuk gas : NH₃ (aq)

NH₃ (g). Gas amoniak ini dapat keluar dari larutan ke atmosfer, meningkatkan kadar amoniak terlarut dalam air jika larutan terus diaduk atau dibiarkan kontak dengan udara. Penambahan kapur yang berlebihan dapat menyebabkan pH melebihi 9, yang berpotensi meningkatkan kadar amoniak bebas. (Syarifudin, dkk 2014).

Nilai pH optimum untuk menghilangkan amoniak adalah sekitar 8,5-9. Pada penelitian ini setelah penambahan variasi dosis kapur 10 sampai dengan 50 gram terjadi peningkatan pH, Jika pH terlalu tinggi (>10), NH₃ dapat kembali dilepaskan ke larutan karena ion amonium terdisosiasi kembali menjadi amoniak gas. (Gupta et al.,2014).

Gas NH₃ lebih toksik dibandingkan bentuk ioniknya dan lebih terdeteksi dalam pengukuran kadar amoniak total. Tingginya pH akibat dosis kapur yang besar, amonium (NH₄⁺) dapat kembali berubah menjadi NH₃ (amoniak bebas), yang lebih volatil dan sulit diendapkan. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi NH₃ yang terukur. Sedangkan pada pH tinggi (pH > 10), ion NH₄⁺ mulai terkonversi kembali menjadi NH₃, yang meningkatkan kadar amoniak terlarut dalam larutan. (Kim et al.,2016)

Proses peningkatan pH dapat menyebabkan desorpsi NH₃ atau terlepasnya molekul, ion atau partikel dari permukaan suatu material atau medium tempat mereka sebelumnya teradsorpsi dari partikel sedimen, yang meningkatkan kadar NH₃ di dalam air. (Li et al., 2017).

Air limbah sering mengandung berbagai zat kimia lain seperti senyawa organik, logam berat, atau bahan pengotor lainnya. Penambahan kapur dalam jumlah besar dapat menyebabkan reaksi sekunder dengan senyawa lain, sehingga menghasilkan produk sampingan yang mempengaruhi kadar amoniak terlarut. Kelebihan kapur dapat menyebabkan pembentukan kompleks ionik tertentu yang melepaskan amoniak tambahan dari senyawa organik atau pengotor dalam air limbah. (Zhang et al., 2018).

Berdasarkan data uji statistik tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan kapur dengan semua variasi dosis yaitu 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram tidak berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penurunan kadar amoniak pada effluent air limbah IPAL RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru.

KESIMPULAN

Kadar amoniak (NH₃) sebelum dilakukan penambahan kapur adalah 0,057 mg/L. Sedangkan kadar amoniak (NH₃) setelah dilakukan penambahan kapur dengan variasi dosis 10 gram 0,145 mg/L, 20 gram 0,155 mg/L, 30 gram yaitu 0,170 mg/L, 40 gram 0,185 mg/L, dan 50 gram 0,20 mg/L.

pH dan Suhu saat dilakukan pengukuran dengan variasi dosis 0 gram (kontrol) dengan pH 6,57 dan suhu air 28,57 °C, 10 gram dengan pH 12,75 dan suhu 27,9 °C, 20 gram dengan pH 12,7 dan suhu 27,62 °C, 30 gram dengan pH 12,8 dan suhu 27,45 °C, 40 gram dengan pH 12,92 dan suhu 26,77 °C dan 50 gram dengan pH 13,22 dan suhu 26,77 °C.

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi dosis kapur 0 gram dibandingkan dengan variasi dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram terhadap penurunan kadar amoniak (NH₃) pada effluent air limbah IPAL RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru.

Tidak ada pengaruh yang signifikan antara semua variasi dosis kapur yaitu 0 gram (kontrol), 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 50 gram terhadap penurunan kadar amoniak (NH₃) pada effluent air limbah IPAL RSUD Pangeran Jaya Sumitra Kotabaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Charlena, Irma H Suparto, M. Farid Humaidi. (2006). Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Pelepasan Gas NH₃ Pada Manur Ayam. *Depatemen Kimia*. FMIPA. IPB.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Permenkes RI No.3 Tahun 2020 Tentang Klasifikasi dan Perijinan Rumah Sakit. Permenkes RI No.7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit.
- Ramadani, Randy dkk. (2021). "Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biologycal Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo". *IJCR- Indonesian Journal of Chemical Research*. Vol. 6 No. 22. Hal 12-22.
- Rizky Fathan Witjaksono, Mohammad Ranga Sururi. 2023. Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X di Jakarta Pusat. *Jurnal Serambi Engineering*. Volume VIII, No.2, Hal 5620-5628. ISSN : 2528- 3561.
- Rodat. (2019). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Tjitrowardojo Purworejo. *Skripsi*. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Jurusan Kesehatan Lingkungan.
- Said, Nusa Idaman dan Sya'bani, Muhammad Rizki. (2014). "Penghilangan Amoniak di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)". *Pusat Teknologi Lingkungan I*. Universitas Mulawarman.

- Sari, Dwi Ratna. (2015). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sitem *Extended Aeration* di Rumah Sakit X Semarang. *Skripsi*: Semarang. Universitas Negeri Semarang. Fakultas Ilmu Keolahragaan.
- Sari, Weny Marita. (2015). "Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang (RSMP) Dengan Sistem Biofilter Anaerob- Aerob". *Jurnal Distilasi*. Vol 1 No 1. Hal 7-18.
- Saswita, Neni, Sulistityani, Setiani, Onny. (2018). "Penggunaan Kapur Tohor (Cao) Dalam Penurunan Kadar Logam Fe Dan Mn Pada Limbah Cair Pewarnaan Ulang Jeans Kabupaten Magelang Tahun 2017". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 6 No. 1.
- Sulistiyanto, Hendrik. (2018). Perbedaan Kadar Ammoniak Pada Air Limbah Berdasarkan Perlakuan Pengawetan Dan Lama Waktu Penyimpanan. *Skripsi*: Semarang. Universitas Muhammadiyah Semarang. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan.
- Suyasa, Wayan Budiarsa. (2015) *Pencemaran Air dan Pengolahan Air Limbah*. 1st edn. Edited by J. Atmaja. Denpasar: Udayana University Press.
- Triningsih, Khomsatun, Hari Rudijanto IW. (2021). "Perubahan Kadar TSS (Total Suspended Solid) Dan Phosphate Air Limbah Laundry Dengan Metode Koagulasi Dan Flokulasi". *Buletin Kesling Mas*. Vol 40 No. 4.
- Ulvi, Syarifah Indana dan Harmawan, Tisna. (2022). "Analisis Kandungan Minyak dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit di Aceh Tamiang". *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Vol 4 No 1.
- Wahyudi, Agus. (2022) "Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP) Mengenal Lebih Jauh tentang IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Komunal di Kabupaten Lampung Timur", Vol.2 No.1.
- Yulianti, Dewi Arum. (2019). "Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu". *Jurnal Jaringan Laboratorium Medis*. Vol 1 No 1.