

Pengaruh Jenis Pasir terhadap Kadar Bod dan COD pada Air Lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru

Desmaizal Syahdo'a¹, Abdul Khair², Abdul Haris³, Arifin⁴

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

Corresponding Author

Nama Penulis: Desmaizal Syahdo'a

E-mail: desmaizal@gmail.com

Abstrak

Air lindi adalah air yang diperoleh dari rembesan sampah yang membawa kandungan terlarut dan tersuspensi yang bersumber dari hasil dekomposisi materi sampah dan juga proses pembusukan sampah. Agar air lindi tidak mencemari lingkungan maka perlu dilakukan pengolahan, salah satunya menggunakan pasir sebagai bahan alami memiliki potensi dalam mengurangi kadar BOD dan COD dalam air lindi melalui proses penyaringan dan adsorpsi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis pasir terhadap kadar BOD dan COD pada air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain one group pre test-post test. Sampel air lindi di ukur sebelum dan sesudah melalui filtrasi menggunakan pasir gunung dan pasir pantai, perlakuan dilakukan sebanyak 16 kali untuk masing-masing jenis pasir. Data di analisis menggunakan uji Independent Sample T Test dan uji Mann Whitney Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan jenis pasir terhadap penurunan kadar BOD dengan nilai sig (2-tailed) $0,076 > 0,05$. Dan tidak ada perbedaan yang signifikan jenis pasir terhadap penurunan kadar COD dengan nilai sig (2-tailed) $0,065 > 0,05$. Perlu dilakukan upaya pengolahan air lindi terlebih dahulu dengan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) yang kemudian dilanjutkan dengan desain dua lapis saringan pasir.

Kata kunci - Jenis-pasir, BOD, COD, air-lindi

Abstract

Leachate, derived from the seepage of waste, contains dissolved and suspended substances resulting from the decomposition of waste materials. To prevent environmental contamination, leachate treatment is essential. This study investigates the potential of using sand as a natural filter to reduce the Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) levels in leachate through filtration and adsorption processes. The specific objective is to determine the influence of different sand types on BOD and COD levels in leachate collected from Sebuku Subdistrict, Kotabaru Regency. This research employed an experimental method using a one-group pre-test post-test design. Leachate samples were measured before and after filtration using both mountain sand and beach sand. The treatment was conducted 16 times for each type of sand. Data was analyzed using the Independent Sample T-Test and the Mann-Whitney U Test. The results of the study showed that there was no significant difference in the reduction of BOD levels between the types of sand, with a significance value (2-tailed) of $0.076 > 0.05$. Similarly, there was no significant difference in the reduction of COD levels between the types of sand, with a significance value (2-tailed) of $0.065 > 0.05$. It is necessary to carry out leachate treatment first using a Wastewater Treatment Plant, followed by a design of two-layer sand filters

Keywords - type of sand, BOD, COD, leachate

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan ini, sampah menjadi hal yang tidak dapat dipisahkan. Kegiatan yang dilakukan oleh manusia hampir semua berpotensi menghasilkan limbah dan sampah. Kegiatan konsumtif terhadap suatu barang menjadi kegiatan yang paling berpotensi untuk menghasilkan sampah. Pengelolaan menjadi suatu permasalahan bagi banyak kota besar di Indonesia, terutama pengelolaan/pemanfaatan sampah rumah tangga. Salah satu penyebab menumpuknya sampah diantaranya adalah pertumbuhan penduduk dan juga meningkatnya aktivitas masyarakat seiring berjalannya waktu. Perumahan, industri, dan pasar menjadi sumber sampah yang ada di kota tersebut. Permasalahan sampah akan mengancam kesehatan, lingkungan dan ekonomi di Indonesia apabila tidak ditangani dengan cepat dan tepat (Fitriana, 2020).

Sampah merupakan masalah lingkungan yang serius di seluruh dunia, termasuk di pulau-pulau kecil seperti Pulau Sebuku. Pulau Sebuku sebagai salah satu kecamatan yang termasuk dalam lingkup Pemerintah Kabupaten Kotabaru. Dengan kondisi geografis yang terletak terpisah dengan ibu Kota Kabupaten dan terdiri dari beberapa pulau menghadapi masalah serius terkait pengelolaan sampah. Sebagai pulau kecil dengan keterbatasan sumber daya, manajemen sampah menjadi krusial untuk menjaga kelestarian lingkungan dan kenyamanan.

Salah satu solusi untuk pengelolaan sampah adalah pembuatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Akan tetapi jika dalam pengelolaannya tidak dilakukan dengan benar, maka dapat menimbulkan pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah, maupun udara. Adanya proses pembusukan sampah yang ada di TPA akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan dapat mencemari udara. Pembusukan sampah ini juga akan menghasilkan air lindi (leachate) yang akan berpotensi mencemari air tanah. Untuk itu perlu adanya pengelolaan sampah yang optimal khususnya dalam pengolahan air lindi (Adipratama dan Santoso, 2019).

Air lindi adalah air yang diperoleh dari rembesan sampah yang membawa kandungan terlarut dan tersuspensi yang bersumber dari hasil dekomposisi materi sampah dan juga proses pembusukan sampah. Air lindi ini dapat mencemari air tanah jika air lindi tersebut langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu (Sudarmanto, 2021). Bau dari air lindi yang tidak sedap berasal dari proses pembusukan sampah itu dan warna yang gelap dari lindi berasal dari bahan organik yang terkandung dalam air lindi. Semakin gelap warna air lindi maka akan semakin pekat bahan organik yang terkandung dalam air lindi (Saputra, 2021). Air lindi memiliki berbagai karakteristik dari lindi muda yang memiliki sifat asam dan juga kandungan organik yang tinggi serta memiliki kandungan BOD atau COD yang besar. Terdapat juga lindi tua yang memiliki kandungan yang hampir mendekati kondisi netral dengan kandungan karbon organik yang relatif sudah rendah (Raffinet, 2020). Parameter yang terkandung dalam air lindi antara lain parameter fisika dan kimia. Parameter fisika dalam air lindi antara lain total padatan tersuspensi dan suhu. Sementara parameter kimia dalam air lindi antara lain pH, Dissolved Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD), amonia total, nitrat, besi, sulfat, Biochemical Oxygen Demand (BOD) (Juniarsih, 2018). Air lindi dapat merembes ke dalam tanah, ataupun mengalir di permukaan tanah. Apabila melebihi baku mutu akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Untuk menanggulangi permasalahan lindi diperlukan upaya pengolahan lindi salah satunya dengan menggunakan saringan pasir.

Sebagai parameter penghitung pencemar maka nilai BOD dan COD harus diperhatikan dengan seksama, karena apabila nilai dari konsentrasi BOD dan COD di Lindi tinggi maka dapat di indikasikan bahwa zat pencemar di air lindi itu juga tinggi sehingga diperlukan metode untuk mengurangi besarnya konsentrasi BOD dan COD tersebut, namun jika dilihat untuk saat ini bahwa tidak ada keseriusan dalam pengolahan dua parameter ini tentu akan menjadi permasalahan di masa akan datang (Sudarmanto, 2021).

Pasir sebagai bahan alami memiliki potensi dalam mengurangi kadar BOD dan COD dalam air lindi melalui proses penyaringan dan adsorpsi. Di Pulau Sebuku sendiri, terdapat pasir pantai yang melimpah. Pasir pantai dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk saringan dan filtrasi. Sedangkan

untuk pasir gunung juga dapat ditemukan dengan mudah di Pulau Sebuku. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas pasir gunung dan pasir pantai dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku.

TINJAUAN PUSTAKA

Sampah

Sampah adalah benda atau benda padat yang tidak lagi baik untuk digunakan manusia, atau benda padat yang telah digunakan kembali dalam aktivitas manusia dan dibuang. Tempat sampah berkaitan dengan kesehatan, karena dari limbah tersebut akan hidup berbagai mikroorganisme penyebab penyakit, serta serangga sebagai (vektor) penyakit (Marojahan, 2015).

Sampah merupakan salah satu limbah yang terdapat di lingkungan. Bentuk, jenis, dan komposisi dari sampah dipengaruhi oleh budaya masyarakat dan kondisi alam dari suatu daerah. Di negara maju, pengelolaan sampah telah diatur dengan berbagai macam cara agar mengurangi timbulan sampah yang ada, yaitu dengan disiplin melakukan pemilahan sampah agar metode pengelolaan yang digunakan lebih mudah diatur dan dicocokkan. Namun di negara berkembang, metode pemisahan sampah tidak berlangsung sesuai dengan yang direncanakan. Karena sampah yang dibuang masih bercampur antara sampah organik, anorganik, dan logam masih menjadi satu sehingga menyebabkan penanganan menjadi sulit (Sumantri, 2015).

Jenis-Jenis Sampah

Jenis-jenis sampah menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012, adalah sebagai berikut :

1. Sampah rumah tangga merupakan kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk feses dan sampah tertentu.
2. Sampah sejenis sampah rumah tangga berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.
3. Sampah spesifik adalah sampah yang meliputi sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, limbah yang mengandung bahan Limbah B3 dan beracun, limbah yang timbul dari bencana, d. puing-puing bangunan, sampah yang tidak dapat diolah secara teknologi; dan/atau sampah non periodik (Pemerintah Republik Indonesia, 2012).

Jenis sampah berdasarkan sifatnya dibagi menjadi 3 macam (Marlina *et al.*, 2023) yaitu:

1. Sampah organik Adalah sampah yang dibuang dan tidak terpakai oleh pemiliknya tetapi apabila diolah dan dimanfaatkan kembali dengan prosedur yang baik dan benar maka dapat dipakai lagi untuk keperluan lain. Sampah jenis ini dapat terdegradasi (membusuk atau hancur) secara alami. Contoh dari sampah ini seperti; daun-daunan, sisa sayuran, sisa daging, sisa buah, sampah kebun dan lain sebagainya.
2. Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari benda mati, seperti produk sintetis dan hasil proses ekstraksi mineral tambang. Sampah jenis ini tidak dapat terdegradasi (tidak mudah membusuk atau hancur). Contoh dari sampah ini seperti; logam, besi, plastik, karet, gelas dan lain sebagainya.
3. Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Sampah yang berasal dari buangan industri seperti zat kimia organik, anorganik dan logam-logam berat. Setiap pengelolaan sampah B3 terpisah dengan sampah organik dan anorganik. Sampah B3 dikelola secara khusus sesuai dengan peraturan yang berlaku. Contoh dari sampah ini seperti; baterai, jarum suntik bekas, limbah racun kimia, limbah nuklir.

Sumber-Sumber Sampah

Sampah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, menurut Gilbert dkk. dalam Artiningsih, sumber timbulan sampah adalah :

1. Sampah dari Pemukiman Penduduk: Pada suatu pemukiman biasanya sampah dihasilkan oleh suatu keluarga yang tinggal di suatu bangunan atau asrama. Jenis sampah yang dihasilkan biasanya

- cenderung organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, abu plastik dan lainnya.
2. Sampah dari Tempat-Tempat Umum Dan Perdagangan: Tempat-tempat umum adalah tempat yang dimungkinkan banyaknya orang berkumpul dan melakukan kegiatan. Tempat-tempat tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dalam memproduksi sampah termasuk tempat perdagangan seperti pertokoan dan pasar. Jenis sampah yang dihasilkan umumnya berupa sisa-sisa makanan, sampah kering, abu, plastik, kertas, dan kaleng- kaleng serta sampah lainnya.
 3. Sampah dari Sarana Pelayanan Masyarakat Milik Pemerintah: Sampah yang dimaksud disini misalnya tempat hiburan umum, pantai, masjid, rumah sakit, bioskop, perkantoran, dan sarana pemerintah lainnya yang menghasilkan sampah kering dan sampah basah.
 4. Sampah dari Industri: Dalam pengertian ini termasuk pabrik-pabrik sumber alam perusahaan kayu dan lain-lain, kegiatan industri, baik yang termasuk distribusi ataupun proses suatu bahan mentah. Sampah yang dihasilkan dari tempat ini biasanya sampah basah, sampah kering abu, sisa-sisa makanan, sisa bahan bangunan.
 5. Sampah Pertanian: Sampah dihasilkan dari tanaman atau binatang daerah pertanian, misalnya sampah dari kebun, kandang, ladang atau sawah yang dihasilkan berupa bahan makanan pupuk maupun bahan pembasmi serangga tanaman (Dinda, 2023).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Sampah

Menurut (Sumantri, 2015), ada beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah sampah, adapun faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jumlah penduduk merupakan salah satu faktor penting yang menyebabkan tingginya timbulan sampah. Semakin besar jumlah penduduk di suatu daerah maka kebutuhan akan semakin tinggi dan dari kebutuhan itu akan banyak barang yang tidak digunakan yang menjadi limbah. Kemudian aktifitas manusia juga berpengaruh terhadap meningkatnya timbulan sampah.
2. Kebiasaan masyarakat, yang mengkonsumsi, menggunakan, dan membuang yang sudah tidak digunakan merupakan kebiasaan yang biasanya dilakukan dan dapat mempengaruhi timbulan sampah.
3. Sosial ekonomi dan budaya Adat istiadat, taraf hidup, dan mental masyarakat merupakan faktor yang mempengaruhi timbulan sampah. Sikap atau sifat manusia yang pada dasarnya yang selalu merasa kurang, dan sikap atau sifat seperti itu akan berpengaruh terhadap lingkungan.
4. Kemajuan teknologi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi timbulan sampah. Akibat kemajuan teknologi jumlah sampah dapat meningkat sebagai contohnya yaitu: tv, kulkas, dispenser, air conditioner, dan sebagainya.

Cara Pengolahan Sampah

Pengelolaan sampah erat kaitannya dengan masyarakat karena dari sampah akan hidup mikroorganisme penyebab penyakit (bakteri, patogen) sehingga sampah harus benar-benar dapat diproses agar tidak menimbulkan masalah.

Teknik-teknik pengolahan digunakan dalam system pengolahan sampah untuk meningkatkan efisiensi operasi, menemukan sumber-sumber (bahan yang berguna) serta mendapatkan hasil dari bahan-bahan yang berguna dan energi (Sari, MD dan Amika, 2015). Beberapa teknik yang dapat dilakukan dalam pengolahan sampah yaitu:

1. Proses reduce adalah salah satu upaya mengurangi timbulan sampah dengan minimalisasi barang dan material yang digunakan.
2. Proses reuse yaitu pemanfaatan kembali sampah secara langsung tanpa melalui proses daur ulang.
3. Proses recycling (daur ulang) yaitu pemanfaatan bahan buangan untuk diproses kembali menjadi barang yang sama atau menjadi bentuk lain.
4. Kegiatan replace adalah upaya menghindari pemakaian barang-barang yang sekali pakai.
5. Reduksi volume sampah secara mekanik yaitu pemadatan sampah yang memungkinkan penggunaan tempat pembuangan akhir lebih berumur panjang.

6. Reduksi volume sampah secara kimiawi yaitu pembakaran sampah (inceneration), pirolisis, idrolisis, dan pengubahan-pengubahan sampah secara kimiawi, pembakaran sampah merupakan salah satu cara memproduksi sampah juga merupakan pemanfaatan sampah sebagai sumber energi. Namun efek samping dari cara ini ada pencemaran udara.
7. Reduksi ukuran sampah secara mekanik yaitu memperkecil ukuran sampah yang merupakan pengubahan sampah yang telah dikumpulkan ke dalam potongan yang lebih kecil. Untuk memperkecil ukuran sampah dalam prakteknya dilakukan dengan jalan shredding (pemotongan), grinding (penggilingan), milling (pengilingan).
8. Pemisahan komponen yaitu teknik yang dilakukan untuk memperoleh bahan-bahan yang bisa dimanfaatkan, baik yang nantinya dapat dilakukan dengan cara manual maupun mekanik. Bila dilakukan dengan cara manual maka tidak perlu dilakukan pengolahan sebelumnya. Tetapi bila pemisahan ini dijalankan secara mekanik maka umumnya langkah pertama dilakukan reduksi ukuran sampah.

Air Lindi (*Leachate*)

Lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi secara biologi (Kementerian LHK, 2017).

Menurut Muhammad Ali dalam (Juniarsih, 2018) air lindi adalah cairan dari sampah yang mengandung unsur-unsur terlarut dan tersuspensi sehingga dapat mencemari lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. Sampah yang tertimbun di lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan air lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi, bila kondisi aliran air lindi dibiarkan mengalir ke permukaan tanah dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya termasuk bagi manusia.

Kandungan air lindi memberikan dampak buruk pada kesehatan manusia sekitar yang mengonsumsi air yang mungkin telah terkontaminasi air lindi. Air yang baik memiliki logam yang kita butuhkan seperti magnesium, kalium dan kalsium. Sementara dalam air lindi logam yang terkandung justru membahayakan kesehatan seperti timbal, merkuri, kadmium.

Keracunan timbal akan mengakibatkan gangguan pada otak, ginjal, dan hati. Paparan merkuri dapat mengakibatkan kanker, terganggunya fungsi hati dan sistem saraf. Keracunan kadmium ringan ditandai dengan perut mual, muntah-muntah, diare, luka hati, hingga gagal ginjal. Selain kandungan logam, air lindi didapati mengandung mikroba parasit seperti kutu air yang menyebabkan gatal-gatal pada kulit (Defitri, 2022).

Parameter Air Lindi

1. Parameter Fisika
2. Parameter Kimia
3. Parameter Mikrobiologi

Baku Mutu Air Lindi

Baku mutu merupakan suatu nilai batas air lindi yang ditentang keberadaannya dalam air lindi tersebut. Dimana baku mutu air lindi terkini di Indonesia memiliki berbagai peraturan untuk menyesuaikan ambang batasnya. Berikut ini baku mutu air lindi dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan akhir sampah dapat dilihat ada Tabel 1.

Tabel 1.
Baku Mutu Air Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
Suhu	38°C	°C
pH	6-9	9
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L

Sumber: Permen LH dan Kehutanan RI No. P.59 (2016)

Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)

Saringan ini dibuat dari pasir halus dengan ukuran efektif sekitar 0,2 mm. Ukuran efektif adalah ukuran ayakan yang telah meloloskan 10 % dari total butir yang ada atau P10. Pada saringan pasir lambat proses mikrobiologis mendominasi dipermukaan filter. Kehilangan tekan yang tinggi menghasilkan rata-rata aliran yang sangat rendah (0,12 – 0,32 m/jam) sehingga membutuhkan konstruksi filter yang sangat luas. Pencucian dilakukan secara periodik (biasanya sekali sebulan) dengan mengambil media filter bagian atas setebal 3 - 5 cm untuk dicuci di luar filter. Saringan pasir lambat membutuhkan ruang yang luas dan modal yang besar. Selain itu saringan ini tidak berfungsi baik dengan air yang kekeruhannya tinggi karena permukaannya cepat tersumbat dan membutuhkan pencucian yang lebih sering.

Media Pasir

Media filter yang paling banyak digunakan adalah media pasir, hal ini dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang terjangkau. Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, tetapi tidak semua pasir bisa dijadikan sebagai media filter. Pemilahan pasir perlu dilakukan sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah true eksperimen (eksperimen murni), yaitu mengetahui pengaruh pemakaian pasir gunung dan pasir pantai pada alat filtrasi terhadap kadar BOD dan COD sebaran air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru.

Desain atau rancang bangun penelitian yang digunakan adalah one group pretest posttest design yaitu penelitian yang mengungkapkan hubungan sebab akibat dengan cara melibatkan satu kelompok subyek. Rancangan penelitian ini dengan melakukan pengambilan sampel sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan filter menggunakan bantuan pasir gunung dan pasir pantai terhadap kadar BOD dan COD sebaran air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru

Subjek Penelitian

1. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh sebaran air lindi di kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru
2. Sampel pada penelitian ini adalah salah satu titik sebaran air lindi di kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru sebagai bahan untuk dilakukan uji coba. Perhitungan banyaknya percobaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$(2-1) (r-1) \geq 15$$

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

$$r-1 \geq 15$$

$$r \geq 15 + 1$$

$$r \geq 16$$

Keterangan:

t = Jumlah kelompok perlakuan

r = Pengulangan

Sehingga uji coba dilakukan sebanyak 16 kali pengujian dari 2 perlakuan pemberian variasi jenis pasir yaitu pasir Gunung dan Pasir Pantai sehingga sampel yang diperoleh sebanyak 32 sampel.

Definisi Operasional

1. Variabel penelitian

a) Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis pasir yaitu pasir gunung dan pasir pantai.

b) Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar BOD dan COD.

2. Definisi Operasional

Tabel 2.
Variabel dan Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Skala dan hasil ukur
Variabel bebas				
1.	Jenis pasir	Pasir sebagai media filtrasi yang memiliki kemampuan mengubah kadar BOD dan COD	Timbangan atau neraca	Nominal 1. Pasir gunung 2. Pasir pantai
Variabel Terikat				
1.	Kadar BOD	Adalah kandungan BOD yang terdapat di air lindi	BOD meter atau <i>Biochemical Oxygen Demand Meter</i>	Rasio dengan hasil ukur mg/L
2.	Kadar COD	Adalah kandungan COD yang terdapat di air lindi	COD tester atau <i>Chemical Oxygen Demand tester</i>	Rasio dengan hasil ukur mg/L

Metode dan Instrument Pengumpulan Data Penelitian

1. Pengujian

Uji coba dilakukan sebanyak 16 kali pengujian dari 2 perlakuan pemberian variasi jenis pasir yaitu pasir Gunung dan Pasir Pantai sehingga sampel yang diperoleh sebanyak 32 sampel. Adapun bentuk rancangan percobaan BOD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.
Rancangan Percobaan BOD

Kadar BOD	Jenis Pasir	
	Pasir Gunung	Pasir Pantai
1	1.1.1	1.2.1
2	1.1.2	1.2.2
3	1.1.3	1.2.3
4	1.1.4	1.2.4
5	1.1.5	1.2.5
6	1.1.6	1.2.6
7	1.1.7	1.2.7
8	1.1.8	1.2.8

9	1.1.9	1.2.9
10	1.1.10	1.2.10
11	1.1.11	1.2.11
12	1.1.12	1.2.12
13	1.1.13	1.2.13
14	1.1.14	1.2.14
15	1.1.15	1.2.15
16	1.1.16	1.2.16

Keterangan pada kode sampel:

- a. Angka pertama : parameter BOD
- b. Angka kedua : jenis pasir
- c. Angka ketiga : urutan percobaan

Sedangkan bentuk rancangan percobaan COD dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.

Rancangan Percobaan COD

Kadar COD	Jenis Pasir	
	Pasir Gunung	Pasir Pantai
1	2.1.1	2.2.1
2	2.1.2	2.2.2
3	2.1.3	2.2.3
4	2.1.4	2.2.4
5	2.1.5	2.2.5
6	2.1.6	2.2.6
7	2.1.7	2.2.7
8	2.1.8	2.2.8
9	2.1.9	2.2.9
10	2.1.10	2.2.10
11	2.1.11	2.2.11
12	2.1.12	2.2.12
13	2.1.13	2.2.13
14	2.1.14	2.2.14
15	2.1.15	2.2.15
16	2.1.16	2.2.16

Keterangan pada kode sampel:

- a. Angka pertama : parameter COD
- b. Angka kedua : jenis pasir
- c. Angka ketiga : urutan percobaan

2. Instrumen Penelitian

- a) Alat: keran air, Tangki saringan
- b) Bahan: Air lindi, Pasir gunung, Pasir Pantai, kerikil besar, kerikil sedang, kerikil kecil

Susunan isi saringan terdiri dari air lindi, media pasir (gunung dan pantai), kerikil kecil (diameter 0,2-0,5 cm), kerikil sedang (diameter 0,6-1 cm) dan kerikil besar (diameter 1,5-2 cm), debit air lindi diketahui adalah 0,4L/detik, adapun tangki saringan yang digunakan terbuat dari galon air mineral dengan volume 5 liter dan mempunyai ukuran dimensi panjang 12,6 cm, lebar 12,6 cm dan tinggi 34,5 cm.

Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian dilakukan pada Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru. Uji sampel

dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin

2. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari penyusunan proposal penelitian pada bulan Juni 2024 sampai dengan ujian skripsi pada bulan Desember 2024.

Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu editing dengan melakukan pengecekan kelengkapan data, coding dilakukan dengan memberikan suatu symbol atau kode agar memudahkan dalam input data, tabulating yaitu dengan menggunakan tabel, dan entry data yaitu dengan memasukkan data yang diperoleh dari hasil penelitian kedalam komputer.

2. Analisis Data

- a) Analisis Univariat.
- b) Analisis Bivariat.

Cara Kerja Pengukuran BOD dan COD

1. Prosedur Pengujian Biochemical Oxygen Demand (BOD)

- a) Prosedur Pengujian BOD: Sampel uji 100 ml dimasukkan ke dalam botol winkler, 1 ml Seeding ditambahkan ke dalam sampel uji, larutan 0,3 ml $MnSO_4$ dan 0,3 ml alkali lodida ditutup ditambahkan ke dalam sampel uji lalu digojok ditunggu sampai terjadi endapan sempurna, larutan 0,3 ml H_2SO_4 ditambahkan ke dalam sampel uji ditutup dan digojok sampai endapan hilang sempurna, 50 ml sampel uji dimasukkan ke dalam erlenmayer di titrasi dengan larutan natrium thiosulfate hingga terjadi warna kuning muda, ditambahkan 3 tetes KI terjadi warna ungu dan dititrasi kembali sampai terjadi warna bening

2. Chemical Oxygen Demand (COD)

- a) Preparasi Sampel uji 2,5 ml ditambahkan 2,5 larutan digestion solution low dan tambahkan 3,5 ml pereaksi sulfat dimasukkan ke tabung digestion vessel ditutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen, letakkan tabung pada pemanas yang telah di panaskan dengan suhu 150 °C selama 2 jam.
- b) Pembuatan kurva kalibrasi
 - i) Alat uji spektrofotometer dinyalakan dan optimalkan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat pengujian COD, diatur panjang gelombang 420 nm.
 - ii) Serapan masing-masing larutan kerja diukur, kemudian dicatat dan plotkan terhadap kadar COD
 - iii) Data pada Langkah 2 di buat kurva kalibrasi dan ditentukan persamaan garis lurus nya.
 - iv) Kondisi alat di periksa dan di ulangi Langkah 1 sampai 3 jika nilai koefisien regresi linier $r < 0,995$ hingga diperoleh nilai koefisien $r > 0,995$.

Sampel uji didinginkan pada suhu ruangan untuk mencegah terbentuknya terjadinya endapan, biarkan suspense pada sampel uji mengendap sempurna hingga jernih, diukur serapan contoh sampel uji pada Panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm), dihitung nilai COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi dan laporkan hasil pengujian

PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Kadar BOD dan COD pada Air Lindi sebelum perlakuan

Kadar BOD dan COD pada Air Lindi sebelum dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.

Kadar BOD dan COD pada Air Lindi sebelum perlakuan

Perlakuan	Sampel Kontrol (mg/L)	Sampel Baku (mg/L)
BOD	322,63	350,41
COD	1021,9	1004,47

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa kadar BOD pada sampel baku mutu air lindi adalah 350,41 mg/L yang masih melebihi baku mutu yaitu 150 mg/L, dan kadar COD pada sampel baku mutu air lindi adalah 1021,9 mg/L yang masih melebihi baku mutu yaitu 300 mg/L.

2. Kadar BOD dan COD pada Air Lindi sesudah dilakukan Perlakuan

Kadar BOD pada Air Lindi sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6.

Kadar BOD Sesudah Perlakuan Menggunakan Jenis Pasir Gunung dan Pasir Pantai

Perlakuan	Pasir Gunung (mg/L)	Pasir Pantai (mg/L)
1	225,16	247,84
2	219,83	238,28
3	232,42	240,53
4	235,21	255,74
5	241,28	273,54
6	260,14	266,8
7	278,36	263,23
8	280,34	275,78
9	252,93	270,27
10	235,19	257,93
11	239,36	259,95
12	261,47	247,82
13	224,55	248,53
14	221,96	241,08
15	242,75	253,34
16	266,28	245,7

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa kadar BOD sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai sebanyak 16 kali pengujian dapat menurunkan kadar BOD dari sampel control namun masih belum bisa sampah menurunkan dibawah baku mutu yang berlaku yaitu 150 mg/L, pada perlakuan menggunakan pasir gunung pengujian kedua yang paling rendah yaitu 219,83 mg/L, sedangkan pada perlakuan menggunakan pasir Pantai juga pengujian kedua yang paling rendah yaitu 238,28 mg/L.

Sedangkan kadar COD pada Air Lindi sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai dapat di lihat pada Tabel 7

Tabel 7.

Kadar COD Sesudah Perlakuan Menggunakan Jenis Pasir Gunung dan Pasir Pantai

Perlakuan	Pasir Gunung (mg/L)	Pasir Pantai (mg/L)
1	711,33	705,13
2	696,9	681,04
3	701,07	698,96
4	708,2	676,11
5	699,31	672,02
6	704,52	692,02
7	684,12	692,25
8	674,45	662,02
9	686,73	672,49
10	749,87	733,26
11	776,8	721,84
12	701,11	690,84

13	711,24	699,11
14	703,36	691,75
15	719,76	715,26
16	715,62	704,33

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa kadar COD sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai sebanyak 16 kali pengujian dapat menurunkan kadar BOD dari sampel control namun masih belum bisa sampai menurunkan dibawah baku mutu yang berlaku yaitu 300 mg/L, pada perlakuan menggunakan pasir gunung pengujian kedelapan yang paling rendah yaitu 674,45 mg/L, sedangkan pada perlakuan menggunakan pasir Pantai pengujian kelima yang paling rendah yaitu 672,02 mg/L.

3. Efektivitas Jenis Pasir terhadap Kadar BOD dan COD pada Air Lindi

Efektivitas pasir gunung dan pasir pantai terhadap kadar BOD dan COD dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8.
Efektivitas Pasir Gunung dan Pasir Pantai Terhadap Penurunan Kadar BOD

Pengulangan	Kadar BOD			Kadar BOD		
	Kontrol	Pasir Gunung	Penurunan	Kontrol	Pasir Pantai	Penurunan
1	322,63	225,16	97,47	322,63	247,84	74,79
2	322,63	219,83	102,8	322,63	238,28	84,35
3	322,63	232,42	90,21	322,63	240,53	82,1
4	322,63	235,21	87,42	322,63	255,74	66,89
5	322,63	241,28	81,35	322,63	273,54	49,09
6	322,63	260,14	62,49	322,63	266,8	55,83
7	322,63	278,36	44,27	322,63	263,23	59,4
8	322,63	280,34	42,29	322,63	275,78	46,85
9	322,63	252,93	69,7	322,63	270,27	52,36
10	322,63	235,19	87,44	322,63	257,93	64,7
11	322,63	239,36	83,27	322,63	259,95	62,68
12	322,63	261,47	61,16	322,63	247,82	74,81
13	322,63	224,55	98,08	322,63	248,53	74,1
14	322,63	221,96	100,67	322,63	241,08	81,55
15	322,63	242,75	79,88	322,63	253,34	69,29
16	322,63	266,28	56,35	322,63	245,7	76,93
Jumlah			1244,9			1075,7
Rata-Rata penurunan			77,80			67,23
Persentase (%)			0,68			0,73

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui efektivitas pasir gunung dalam menurunkan kadar BOD pada air lindi diperoleh hasil rata-rata penurunan sebesar 77,80 atau dengan presentase 0,68% sedangkan untuk efektivitas pasir pantai dalam menurunkan kadar BOD pada air lindi diperoleh rata-rata penurunan sebesar 67,23 atau dengan presentase 0,73%.

Tabel 9.

Pengulangan	Kadar BOD			Kadar BOD		
	Kontrol	Pasir Gunung	penurunan	Kontrol	Pasir Gunung	Penurunan
1	1021,9	711,33	310,57	1021,9	705,13	316,77
2	1021,9	696,9	325	1021,9	681,04	340,86
3	1021,9	701,07	320,83	1021,9	698,96	322,94
4	1021,9	708,2	313,7	1021,9	676,11	345,79
5	1021,9	699,31	322,59	1021,9	672,02	349,88
6	1021,9	704,52	317,38	1021,9	692,02	329,88
7	1021,9	684,12	337,78	1021,9	692,25	329,65
8	1021,9	674,45	347,45	1021,9	662,02	359,88
9	1021,9	686,73	335,17	1021,9	672,49	349,41
10	1021,9	749,87	272,03	1021,9	733,26	288,64
11	1021,9	776,8	245,1	1021,9	721,84	300,06
12	1021,9	701,11	320,79	1021,9	690,84	331,06
13	1021,9	711,24	310,66	1021,9	699,11	322,79
14	1021,9	703,36	318,54	1021,9	691,75	330,15
15	1021,9	719,76	302,14	1021,9	715,26	306,64
16	1021,9	715,62	306,28	1021,9	704,33	317,57
Jumlah			5006			5242
Rata-Rata penurunan			312,87563			327,6231
Persentase (%)			0,55			0,52

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui efektivitas pasir gunung dalam menurunkan kadar COD pada air lindi diperoleh hasil rata-rata penurunan sebesar 312,87 atau dengan presentase 0,55% sedangkan untuk efektifitas pasir pantai dalam menurunkan kadar COD pada air lindi diperoleh rata-rata penurunan sebesar 327,62 atau dengan presentase 0,52%.

Untuk mendapatkan presentase efektivitas pasir gunung dan pasir pantai terhadap kadar BOD dan COD dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini.

$$\frac{\text{Total Kadar Awal} - \text{Total Kadar Penurunan}}{\text{Total Kadar Awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

Total Kadar Awal = Jumlah semua kadar BOD atau COD setelah perlakuan

Total Kadar Penurunan = Jumlah semua penurun kadar BOD atau COD

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui tidak terdapat perbedaan yang signifikan penggunaan media pasir gunung dan pasir pantai dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru. Walaupun dalam penelitian ini terjadi penurunan sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan media pasir gunung dan pasir pantai terhadap kadar BOD dan COD pada air lindi.

1. Kadar BOD dan COD sebelum perlakuan

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa kadar BOD pada sampel baku mutu air lindi adalah 350,41 mg/L yang masih melebihi baku mutu yaitu 150 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P 59 tahun 2016 tentang baku mutu Lindi bagi usaha dan/ atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Didapat juga bahwa kadar

COD pada sampel baku mutu air lindi adalah 1021,9 mg/L yang masih melebihi baku mutu yaitu 300 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P 59 tahun 2016 tentang baku mutu Lindi bagi usaha dan/ atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah. Oleh sebab itu perlu dilakukan penangan agar lindi tidak mencemari air, lingkungan dan mengganggu masyarakat di sekitarnya.

2. Kadar BOD dan COD sesudah perlakuan

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa kadar BOD sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai sebanyak 16 kali pengujian dapat menurunkan kadar BOD dari sampel control namun masih belum bisa sampai dibawah baku mutu yang berlaku yaitu 150 mg/L, pada perlakuan menggunakan pasir gunung pengujian kedua yang paling rendah yaitu 219,83 mg/L dan pengujian kedelapan yang paling tinggi yaitu 280,34 mg/L, sedangkan pada perlakuan menggunakan pasir Pantai juga pengujian kedua yang paling rendah yaitu 238,28 mg/L dan pengujian kedelapan yang paing tinggi yaitu 275,78 mg/L

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa kadar COD sesudah dilakukan perlakuan menggunakan jenis pasir gunung dan pasir Pantai sebanyak 16 kali pengujian dapat menurunkan kadar BOD dari sampel control namun masih belum bisa sampai dibawah baku mutu yang berlaku yaitu 300 mg/L, pada perlakuan menggunakan pasir gunung pengujian kedelapan yang paling rendah yaitu 674,45 mg/L dan pengujian kesebelas yang paling tinggi yaitu 776,8 mg/L, sedangkan pada perlakuan menggunakan pasir Pantai pengujian kelima yang paling rendah yaitu 672,02 mg/L dan pengujian kesepuluh yaitu 733,26 mg/L.

Penurunan yang terjadi di akibatkan adanya penggunaan filter pasir gunung dan pasir Pantai namun tidak bisa menurunkan sampai di bawah nilai baku mutu karena ada unsur lain yang mempengaruhi seperti kecepatan filtrasi, kedalaman media filter, ketebalan air di filter dan efesiensi filter.

3. Efektivitas Pasir Gunung dan Pasir Pantai dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa efektifitas pasir gunung dalam menurunkan kadar BOD pada air lindi diperoleh hasil rata-rata penurunan sebesar 77,80 atau dengan presentase 0,68% sedangkan untuk efektifitas pasir pantai dalam menurunkan kadar BOD pada air lindi diperoleh rata-rata penurunan sebesar 67,23 atau dengan presentase 0,73%.

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa efektifitas pasir gunung dalam menurunkan kadar COD pada air lindi diperoleh hasil rata-rata penurunan sebesar 312,87 atau dengan presentase 0,55% sedangkan untuk efektifitas pasir pantai dalam menurunkan kadar COD pada air lindi diperoleh rata-rata penurunan sebesar 327,62 atau dengan presentase 0,52%.

Filter yang digunakan masih belum cukup efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD karena belum bisa menurunkan sampai di bawah baku mutu yang berlaku karena dipengaruhi oleh karakter pasir yaitu bentuk pasir, ukuran butir pasir dan kemurnian pasir.

4. Perbedaan Pengaruh Jenis Pasir Gunung dan Pasir Pantai Terhadap Kadar BOD dan COD pada Air Lindi

Berdasarkan hasil uji independent sample t-test diketahui bahwa nilai Sig. (2-tailed) adalah 0,076 (lebih besar dari 0,05) sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara penggunaan media pasir gunung dan pasir pantai dengan penurunan kadar BOD air lindi. Pada penurunan kadar COD air lindi, penggunaan media pasir gunung dan pasir pantai juga tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini berdasarkan hasil uji Mann Whitney Test, dimana terlihat nilai Asymp Sig. (2-tailed) adalah 0,065 (lebih besar dari 0,05) yang artinya tidak ada perbedaan signifikan pada penggunaan kedua media tersebut.

Dari hasil kedua uji statistik yang dilakukan menunjukkan bahwa kedua jenis pasir tersebut memberikan efek yang hampir serupa dalam hal penurunan kadar BOD maupun COD. Hal ini dapat dipengaruhi dengan beberapa faktor, seperti ukuran partikel kedua pasir tersebut yang hampir sama, serta sifat fisik pasir yang tidak jauh berbeda dalam kemampuan menyerap oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk proses biokimia, atau keberadaan unsur-unsur

tertentu dalam pasir yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik dalam air lindi. Dalam pengolahan air lindi, kedua jenis pasir tersebut mungkin dapat digunakan secara bergantian atau bahkan bersamaan, tanpa memperhatikan jenis pasir yang digunakan, karena keduanya menunjukkan efektivitas yang relatif serupa dalam mengurangi kadar BOD dan COD.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh jenis pasir yaitu pasir gunung dan pasir pantai terhadap kadar BOD dan COD pada air lindi di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru didapatkan kesimpulan yaitu Kadar BOD pada air lindi sebelum perlakuan menggunakan pasir gunung dan pasir pantai yaitu 350,41 mg/L dengan baku mutu 150 mg/L sedangkan kadar COD sebelum perlakuan yaitu 1004,47 mg/L dengan baku mutu 300 mg/L. Pada hasil penelitian diketahui kadar BOD pada air lindi sesudah perlakuan menggunakan pasir gunung yaitu paling tinggi 280,34 mg/L dan yang paling rendah 219,83 mg/L, sedangkan kadar BOD setelah perlakuan menggunakan pasir pantai yaitu paling tinggi 275,78 mg/L dan paling rendah 238,28 mg/L. Sementara itu, kadar COD pada air lindi sesudah perlakuan menggunakan pasir gunung yaitu paling tinggi 776,8 mg/L dan paling rendah 674,45 mg/L, sedangkan kadar COD setelah perlakuan menggunakan pasir pantai yaitu paling tinggi 733,26 mg/L dan paling rendah 662,02 mg/L. Efektivitas pasir gunung dalam menurunkan kadar BOD sebesar 0,68% dan menurunkan kadar COD sebesar 0,55% sedangkan efektivitas pasir pantai dalam menurunkan kadar BOD sebesar 0,73% dan menurunkan kadar COD sebesar 0,52%. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara penggunaan media pasir gunung dan pasir pantai dengan penurunan kadar BOD dan COD pada air lindi di Kecamatan pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipratama, R. dan Santoso, D.H. (2019) "Potensi Pencemaran Air Lindi Terhadap Air Tanah Dan Teknik Pengolahan Air Lindi di TPA Banyuroto Kabupaten Kulon Progo," *Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(1), hal. 473–484.
- Defitri, M. (2022) *Dampak Air Lindi Bagi Lingkungan dan Kesehatan, Industry Updates*.
- Dinda (2023) "Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah di Kelurahan Sawangan Lama Kota Depok," *UIN Jakarta*, hal. 139.
- Fitriani, R.E.R. (2020) "Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Mengenai Klasifikasi dan Pengolahan Sampah Menurut Jenisnya Berbasis 2D," *Mitra Pendidikan*, 4(8), hal. 485–498.
- Juniarsih, A.A. (2018) "Penurunan Kandungan Logam Fe Pada Air Lindi (Leachate) Dengan Menggunakan Adsorben Dari Limbah Daun Nanas," hal. 1–4.
- Marlina, A. *et al.* (2023) "Edukasi Mengenai Pentingnya Pemilahan Serta Pengolahan Sampah Untuk Mengurangi Dampak Negatif Terhadap Lingkungan," *Inovasi Pengabdian dalam Penerbangan*, 4(1), hal. 11–17.
- Pemerintah Republik Indonesia (2012) "Peraturan Pemerintah RI Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga," hal. 37–39.
- Raffinet, Z. (2020) *Monitoring Harian IPAL di TPA*.
- Saputra, I. (2021) "Efektivitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi Singonium (*Syngonium polophyllum*) dan Biochar Tatal Karet Dalam Menurunkan Kadar Parameter Pencemar Air Lindi," hal. 680.
- Sari, MD, N.L. dan Amika, S.R. (2015) "Gambaran Tingkat Pengetahuan Masyarakat tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Banjar Adat Samudra Mekar Bhuana Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung Tahun 2015," *Kesehatan Lingkungan*, 11–17.
- Sudarmanto (2021) *Pengaruh Resirkulasi Air Lindi Terhadap Konsentrasi COD Dan BOD Lindi*. Jambi.
- Sumantri, A. (2015) *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.