

**LAPORAN
PENELITIAN
SKIM GAJI
TAHUN 2024**



**JUDUL PENELITIAN
PENGARUH KETEBALAN MEDIA ARANG AKTIF PADA METODE
FILTRASI UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA**

Tim Peneliti:

**Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT (Ketua)
Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT
Dr. Arifina Febriasari,S.Si.,M.Sc**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SERANG RAYA**

HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul Penelitian** : Pengaruh Ketebalan Media Arang Aktif Pada Metode Filtrasi Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga
2. **Ketua**
Nama Lengkap : Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN : 0420129002
Fakultas/Program Studi : Teknik/ Teknik Kimia
Jabatan Fungsional/Gol. : -
E-mail/ No. Telp. : euisuswatunh@unsera.ac.id / 0895-1394-9426
3. **Jangka Waktu** : Maret – Oktober / Tahun 2024
4. **Pembiayaan**
Luar Negeri : -
Pemerintah/Organisasi Swasta : -
Institusi Internal : Rp. 6.000.000,-
Mandiri : -

Ketua Peneliti



Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN. 0420129002

Serang, 25 Oktober 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT
NIDN. 0403128502

IDENTITAS TIM PENELITIAN

Judul Penelitian:

Pengaruh Ketebalan Media Arang Aktif Pada Metode Filtrasi Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga

Ketua Tim Peneliti:

Nama Lengkap & Gelar : Euis Uswatun Hasanah,ST.,MT
NIDN : 0420129002
Bidang Ilmu : Teknik Kimia
Unit : Fakultas Teknik /Teknik Kimia
Kerja/Fakultas/Prodi :
Instansi : Universitas Serang Raya

Anggota Tim Peneliti:

No	Nama	Bidang Ilmu	Status Dosen/Mahasiswa	NIM/NIDN
1	Dr. Tiur Elysabeth,ST.,MT	Teknik Kimia	Dosen	0403128502
2	Dr. Arifina Febriasari,S.Si.,M.Sc	Teknik Kimia	Dosen	0425028504
3	Tammal Affin Hakim	Teknik Kimia	Mahasiswa	21120051
4	Muhamad Nasrul Kholiq	Teknik Kimia	Mahasiswa	21120031

ABSTRAK

Pengolahan air limbah rumah tangga merupakan isu penting dalam menjaga kualitas lingkungan hidup. Salah satu metode yang digunakan adalah filtrasi dengan media arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketebalan media arang aktif terhadap efektivitas proses filtrasi dalam mengolah air limbah rumah tangga, dengan acuan parameter Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS), pH, dan kekeruhan. Sampel air limbah diambil dari aliran Sungai Cibanten. Variasi ketebalan media arang aktif yang digunakan dalam eksperimen adalah 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media arang aktif berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kualitas air hasil filtrasi, pada ketebalan 20 cm diperoleh hasil filtrasi yang paling optimal untuk menurunkan kadar polutan dengan ditandai penurunan kadar COD 84,41%, BOD 39,6%, TSS 90,99%, serta pH 6,8 mendekati pH netral. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan teknologi pengolahan air limbah rumah tangga yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: ketebalan arang aktif, filtrasi, air limbah rumah tangga, COD, BOD, TSS, pH.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Alloh Subhanahuwata'ala, karena hanya dengan limpahan Rahmat dan HidayahNya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian ini. Fokus utama dari penelitian ini adalah tentang pengolahan limbah air dari rumah tangga yang mengalir ke Sungai Cibanten, Kota Serang.

Selama kegiatan, penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. H. Abdul Malik, M.Si sebagai Rektor Universitas Serang Raya
2. Dr. Farid Wajdi sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Serang Raya
3. Dr. Tiur Elysabeth, ST., MT sebagai Ketua Program Studi Teknik Kimia
4. Semua pihak yang telah membantu dan mensupport kegiatan ini sehingga kegiatan ini berjalan dengan lancar.

Akhir kata, semoga pengabdian ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi berbagai pihak.

Serang, 25 Oktober 2024

Team Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah Rumah Tangga	5
2.1.1 Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga	5
2.1.2 Parameter Pencemar Air Limbah Rumah Tangga	7
2.1.2.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	8
2.1.2.2 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	8
2.1.2.3 pH dan Bau	9
2.1.2.4 Temperatur	10
2.1.2.5 <i>Total Suspended Solids</i> (TSS)	10
2.2 Proses Filtrasi	11
2.2.1 Beban Hidrolik dan Organik pada Proses Filtrasi	13
2.3 Sistem Filtrasi <i>UpFlow</i>	16

2.4 Arang Aktif.....	17
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN	20
3.1 Lokasi Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Prosedur Tahapan Penelitian	21
3.4 Teknik Pengambilan Sampel.....	23
3.5 Uji Parameter	23
3.6 Analisis Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil Penelitian.....	25
4.1.1 Gambaran Umum Sungai Cibanten.....	25
4.1.2 Deskripsi Data	26
4.1.3 Analisis Data	32
4.2 Pembahasan	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
DOKUMENTASI KEGIATAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Baku Mutu.....	7
Tabel 3.1	Alat dan Bahan.....	21
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Kualitas Air Sungai Cibanten	27
Tabel 4.2	Hasil Analisis Parameter Setelah Proses Filtrasi	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme Umum Proses Filtrasi Kualitas Air	13
Gambar 2.2	Reaktor Filtrasi UpFlow.....	17
Gambar 2.3	Karbon Aktif.....	19
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	20
Gambar 3.2	Alur Penelitian.....	22
Gambar 4.1	Kondisi Sungai Cibanten.....	23

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air limbah rumah tangga atau lebih dikenal dengan istilah air limbah domestik, dewasa ini telah menjadi isu penting yang timbul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan yang semakin pesat. Air limbah rumah tangga yang tidak diolah secara benar dapat menyebabkan berbagai macam masalah bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, seperti sumber penyakit, penurunan kualitas sanitasi, banjir dan bahkan terbatasnya ruang terbuka hijau (Pongtuluran & Damayanti, 2022).

Di Provinsi Banten secara umum produksi limbah rumah tangga akan senantiasa meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Akibatnya beban pencemaran akibat limbah domestik dapat diestimasi dengan mengalikan beban pencemaran akibat limbah domestik per kapita dengan populasi penduduk di daerah tersebut. Apabila jumlah penduduk Provinsi Banten menurut BPS pada tahun 2022 sekitar 15,3 juta jiwa maka beban pencemaran akibat limbah domestik per hari se-wilayah Provinsi Banten antara 441,5 juta gram per hari sampai dengan 593,4 juta gram per hari BOD yang dihasilkan oleh seluruh penduduk Provinsi Banten, berupa beban BOD yang harus ditanggulangi dalam badan air permukaan terutama air sungai (Ariesmayana et al., 2022; Pangesti, 2020).

Air limbah rumah tangga, sebagai air buangan rumah tangga yang dibuang ke badan air sebenarnya dapat berpotensi menjadi salah satu sumber air baku untuk air bersih, apabila dilakukan proses pengolahan yang benar. Pengolahan ulang air limbah rumah tangga dimaksudkan supaya air limbah tangga dapat dimanfaatkan menjadi air bersih

dan memenuhi baku mutu air bersih (Amna et al., 2019).

Penelitian ini mengambil lokasi di Sungai Cibanten, sebagai salah satu sumber daya alam (SDA) yang dimiliki Provinsi Banten, dalam menunjang keberlanjutan pembangunan dan mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah perkotaan, khususnya sebagai sumber air baku instalasi pengolahan air bersih maupun air minum (Pangesti, 2020). Diketahui Sungai Cibanten telah tercemari akibat berbagai sumber berupa buangan rumah tangga, pertanian, peternakan, industri atau jenis buangan lain yang berasal dari penggunaan badan air secara langsung, seperti MCK, transportasi air, dan lain sebagainya. Penelitian oleh Yustiani et al., (2019) menunjukkan hasil pengukuran parameter BOD, COD, DO, zat organik dan Ammonium di Sungai Cibanten tidak memenuhi baku mutu. Parameter BOD diperoleh 17,5 mg/L, parameter COD diperoleh 29,81 mg/L, parameter DO diperoleh 2,124 mg/L, parameter zat organik diperoleh 39,95 mg/L, sedangkan parameter Ammonium diperoleh 0,363 mg/L.

Berdasarkan pada uraian diatas, perlu adanya metode yang efisien dan tepat untuk pengolahan air limbah rumah tangga. Pengolahan yang digunakan adalah proses filtrasi menggunakan media arang aktif. Pada proses pengolahan air limbah, filtrasi bertujuan untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya menggunakan media filter (Martini et al., 2020). Media yang digunakan adalah karbon aktif, karena lebih mudah ditemukan secara komersial. Karbon aktif adalah salah satu bahan padat berpori yang dihasilkan dari proses pirolisis (Pratama et al., 2021).

Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dirumuskan yaitu:

Bagaimana nilai parameter standar baku mutu air limbah rumah tangga setelah melewati prosedur filtrasi dengan media arang aktif?

Seberapa besar efektivitas prosedur filtrasi *upflow* menggunakan media arang aktif dalam menurunkan parameter pada air limbah rumah tangga?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Untuk mengetahui nilai parameter standar baku mutu air limbah rumah tangga setelah melewati prosedur filtrasi dengan media arang aktif.

Untuk mengukur efektivitas prosedur filtrasi *upflow* menggunakan media arang aktif dalam menurunkan parameter pada air limbah rumah tangga.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terlibat, diantaranya:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengolah limbah rumah tangga menggunakan sistem filtrasi *upflow* dengan menggunakan media arang aktif.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan pembuatan kebijakan untuk menjaga lingkungan sekitar dari limbah domestik yang mengandung zat-zat berbahaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Air Limbah Rumah Tangga

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat umum lain yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Metcalf & Eddy, 2018). Air limbah adalah air yang tersisa setelah makhluk hidup melakukan suatu aktifitas (Hindarko, 2015).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pada ayat 14 menyebutkan bahwa air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 1, dinyatakan bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

2.1.1 Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga

Karakteristik limbah cair domestik menurut Metcalf & Eddy (2018)

terdiri dari secara fisik, kimia maupun biologis, adalah:

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik awal limbah cair yang sangat mudah terlihat secara langsung adalah karakteristik fisik limbah cair. Penentuan derajat pencemaran air limbah juga sangat mudah terlihat dari karakteristik fisiknya. Salah satu hal yang mempengaruhi karakteristik fisik ini adalah aktivitas penguraian

bahan-bahan organik pada air buangan oleh mikroorganisme. Beberapa karakteristik fisik yang penting dalam limbah cair, antara lain warna, bau adanya endapan atau zat tersuspensi dari lumpur limbah dan temperatur.

2. Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis limbah cair pada umumnya dipengaruhi oleh kandungan mikroorganisme dalam limbah cair tersebut. Karakteristik biologis terdiri dari mikroorganisme yang terdapat di dalam air limbah, seperti bakteri, virus, jamur, ganggang, dan protozoa. Mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam limbah cair domestik, antara lain bakteri, jamur, protozoa dan alga.

2.1.2 Parameter Pencemar Air Limbah Rumah Tangga

Air limbah dikelompokkan menjadi dua, yaitu grey water dan black water. Grey water merupakan air yang berasal dari bekas mencuci dan dari kamar mandi sedangkan black water merupakan air yang sudah terkena kotoran dan berpotensi mengandung patogen. Limbah domestik juga merupakan sumber kontaminan pada badan air (sungai, danau, laut dan sebagainya) (Faradillah & Pujiastuti, 2022).

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
pH	-	6-9	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 68 Tahun 2016
COD	mg/L	100	
TSS	mg/L	30	
Kekeruhan	NTU	25	Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017

Berdasarkan tabel 2.1 menunjukkan standar baku mutu pada parameter pH, COD, TSS yang berpacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik dan parameter kekeruhan yang berpacu pada Peraturan

Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.

Chemical Oxygen Demand (COD)

COD Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (*part per milion*) atau mgO/Liter. Kebutuhan oksigen kimia atau COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Metcalf & Eddy, 2018).

Angka COD merupakan ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Nilai COD digunakan secara luas sebagai suatu ukuran bagi pencemaran, baik limbah cair domestik maupun industri (Alaerts & Santika, 2012).

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan Oksigen Biokimia atau BOD adalah ukuran kandungan bahan organik dalam limbah cair. BOD ditentukan dengan mengukur jumlah oksigen yang diserap oleh sampel limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama satu periode waktu tertentu, yang biasanya adalah 5 hari. Nilai BOD₅ biasa digunakan untuk menentukan beban pencemaran organik akibat air limbah domestik atau industri. Temperatur dalam pengukuran BOD umumnya 20 derajat Celcius. Nilai BOD merupakan jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik

yang tersuspensi dalam air limbah (Benyamin et al., 2020).

pH dan Bau

Bau dapat dijadikan suatu petunjuk apakah air limbah tersebut masih baru atau sudah lama. Air limbah yang masih baru masih berbau seperti tahu dan akan menjadi berbau asam setelah berumur lebih dari satu hari, selanjutnya akan berbau busuk. Bau tersebut berasal dari bau hidrogen sulfida dan amoniak yang berasal dari proses pembusukan protein serta bahan organik lainnya. Sedangkan perubahan pH pada air limbah menunjukkan bahwa telah terjadi aktivitas mikroba yang mengubah bahan organik mudah terurai menjadi asam. Rangkaian reaksi yang terjadi pada air limbah, jika terjadi dalam keadaan anaerob dapat menghasilkan gas metana yang juga berperan dalam penghasil bau (Ardiatma et al., 2022).

Temperatur

Temperatur bukan hanya dapat mempengaruhi aktifitas metabolisme populasi mikroorganisme, akan tetapi juga akan mempengaruhi beberapa faktor seperti kecepatan transfer gas, dan karakteristik pengendapan lumpur. Temperatur optimum untuk mikroorganisme dalam proses aerob dan tidak berbeda dengan proses anaerob. Temperatur optimum untuk proses aerobik berkisar antara 30-36°C.

Total Suspended Solids (TSS)

Bahan padat tersuspensi adalah bahan padat yang dapat dihilangkan pada proses filtrasi melalui media standar halus dengan diameter satu mikron. Bahan padat tersuspensi dikelompokkan dalam bahan padat tetap (fixed solids) dan yang dapat menguap (volatile solids) (Novembry et al., 2022).

Bahan padat tersuspensi selanjutnya dikelompokkan lagi berdasarkan sifat dan kemampuan pengendapannya. Bahan padat yang dapat diendapkan secara normal

dapat dihilangkan dalam proses sedimentasi. Bahan padat yang tidak dapat mengendap memerlukan perlakuan tambahan, baik secara kimia maupun biologis untuk menghilangkannya dari kandungan limbah cair (Martini et al., 2020). TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan ini terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Semakin banyak bahan organik yang terurai oleh aktivitas bakteri, maka kualitas limbah cair semakin baik (Sitasari & Khoironi, 2021).

2.2 Proses Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluidanya dengan bantuan media berpori atau bahan berpori lain. Selain filtrasi bermanfaat untuk memisahkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid, juga dapat mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, bau, besi, dan mangan (Sudarni & Haderiah, 2020). Proses filtrasi merupakan pemisahan padatan dan cairan, dengan mengalirkan air melalui media berpori guna memisahkan zat padat tersuspensi halus yang ada. Selama proses filtrasi berlangsung kualitas air akan berubah akibat terpisahnya bahan tersuspensi dan koloid, tereduksi jumlah bakteri dan organisme lain serta terjadinya perubahan dalam jumlah kandungan zat kimia yang terkandung di dalamnya. Mekanisme dalam proses filtrasi adalah

1. Mechanical Straining/Screening

Adalah proses penyaringan partikel tersuspensi lolos melalui lubang diantara butiran media pasir. Pada umumnya proses ini berlaku bagi partikel yang berukuran setidaknya 100 μm .

2. Sedimentasi

Merupakan proses pemisahan antara padatan tersuspensi dan cair secara gravitasi.

3. Difusi

Merupakan gerak acak dari partikel yang disebabkan molekul sekelilingnya

4. Adsorpsi

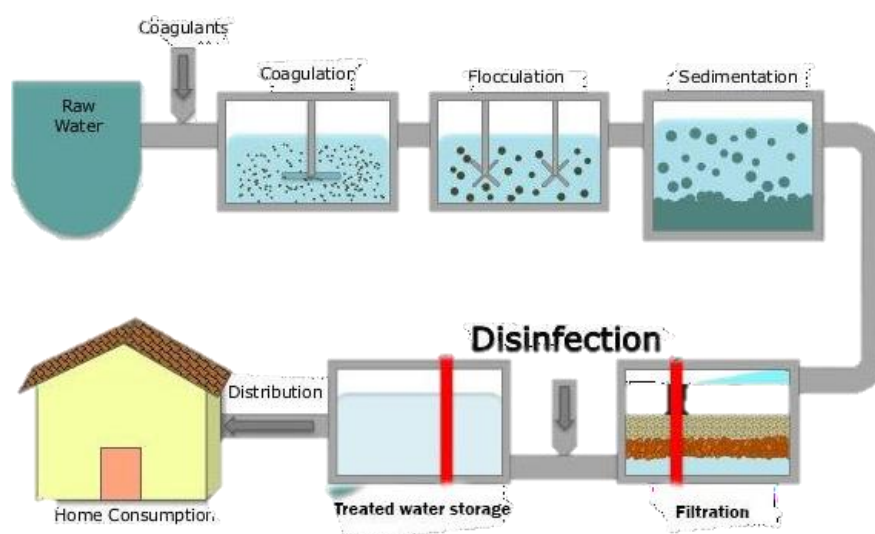
Adsorpsi mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi seperti partikel koloid dan molekul kotoran terlarut yang berasal dari bahan anorganik maupun organik yang terendapkan. Adsorpsi disebabkan oleh daya tarik menarik antar molekul apabila zat tersebut bersentuhan.

5. Aktivitas Kimia

Di dalam filter terdapat aktivitas kimia, dimana senyawa yang terkandung pecah menjadi lebih sederhana dan tidak berbahaya.

6. Aktivitas Biologis

Aktivitas ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam media filter. Secara alamiah mikroorganisme terdapat di dalam air tertahan oleh butiran filter. Mikroorganisme ini berkembang biak pada media filter, dan dengan sumber makanan yang berasal dari bahan organik dan inorganik yang mengendap pada butiran media filter.



Gambar 2.1 Mekanisme Umum Proses Filtrasi Kualitas Air

2.2.1 Beban Hidrolik dan Organik pada Proses Filtrasi

Beban hidrolik (*hydraulic loading*) digunakan untuk menjelaskan debit atau kapasitas pengolahan per satuan volume atau persatuan luas permukaan (*filter bed*). Sehingga dalam istilah ini dikenal dengan bebanhidrolik permukaan (*surface hydraulic loading*) dan beban hidrolikvolume (*volume hydraulic loading*). Laju pengurangan zat organik dalam sistem pengolahan limbah secara biologis dikategorikan berdasar pada konsentrasi BOD yang adadidalam air limbah.

Mekanisme penyisihan bahan organik pada *biofilter* hampir sama dengan mekanisme penyisihan pada proses lumpur aktif. Penyisihan material organik yang tersuspensi dan yang terlarut terjadi karena proses biosorpsi dan koagulasi pada aliran yang melewati media dengan cepat. Sedangkan pada aliran yang melewati media dengan waktu retensi yang lama, proses penyisihannya disebut dengan cara sintesa dan respirasi. Sedangkan waktu retensi sangat berhubungan dengan beban hidrolik. Semakin besar beban hidrolik, proses *biosorpsi* semakin besar pula. Sedangkan semakin kecil beban hidrolik, proses sintesa dan respirasi juga semakin kecil (K. P. Utomo et al., 2018).

Mekanisme kerja dari *biofilter* bergantung pada aktifitas metabolisme dari bakteri atau jamur. Koloni dari bakteri atau jamur menempati permukaan dari media dan membentuk semacam lapisan film yang juga terdiri dari populasi *protozoa* dan padatan yang berasal dari air. Alga juga bisa tumbuh pada media *biofilter* yang terkena cahaya. Populasi dari mikroorganisme juga biasanya ditemukan pada lapisan film (Martini et al., 2020). Komposisi dari populasi mikroorganisme bergantung pada sifat air limbah, tingkat pengolahan (*low rate* atau *high rate biofilter*) dan metode operasi dari *biofilter*. Karena itu, ukuran lapisan film dapat bervariasi mulai dari lapisan bakteri yang tipis pada *biofilter* yang menerima air limbah dengan kandungan bahan organik yang rendah,

sampai lapisan tebal dari jamur pada *biofilter* yang mengolah air limbah dengan bahan organik tinggi seperti pada air limbah industri. Reaktor dengan pertumbuhan mikroorganisme melekat pada suatu media (*attached growth*) merupakan salah satu jenis pengolahan air limbah yang paling awal digunakan. Lekatan ini biasa disebut dengan *biofilm*. *Biofilm* didefinisikan sebagai material organik terdiri dari mikroorganisme terlekat pada matriks polimer (materi polimer ekstraseluler) yang dibuat oleh mikroorganisme itu sendiri, dengan ketebalan lapisan *biofilm* berkisar antara 100 µm-10 mm yang secara fisik dan mikrobiologis sangat kompleks. Terbentuknya *biofilm* adalah karena mikroorganisme cenderung menciptakan lingkungan mikro. Komposisi *biofilm* terdiri dari sel-sel mikroorganisme, produk ekstraseluler, detritus, polisakarida, dan air dengan kandungan sampai 97%. Adapun bahan-bahan pembentuk lapisan *biofilm* yang lain adalah protein, lipid, dan lektin, dan struktur dari suatu *biofilm* bentuknya tergantung dari lingkungan.

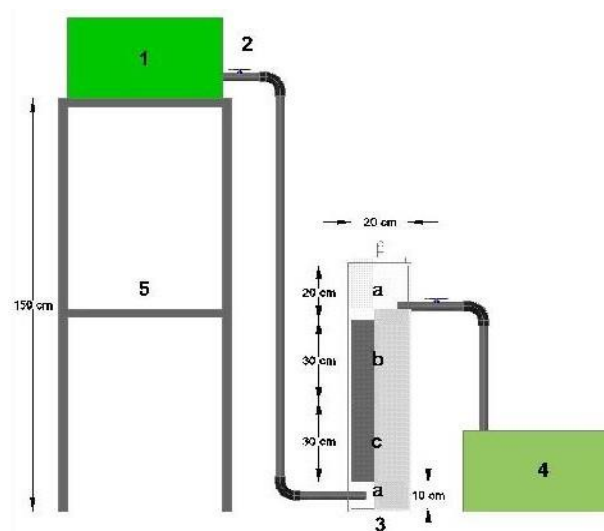
Proses degradasi bahan organik secara aerobik pada *biofilm* tidak jauh berbeda dengan mikroorganisme tersuspensi. Degradasi substrat terjadi akibat konsumsi substrat dan nutrisi oleh mikroorganisme pada *biofilm*, dengan menggunakan oksigen sebagai elektron akseptor apabila proses berjalan secara aerobik. Oleh karena melalui lapisan *biofilm*, maka konsentrasi substrat terbesar berada pada permukaan *biofilm*. Pertumbuhan *biofilm* sangat tergantung pada jenis mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media, dan jenis media yang digunakan. Dan secara umum ada 3 fase di dalam daur hidup *biofilm*. Fase tersebut adalah pelekatan *biofilm* pada media, fase pertumbuhan dan fase pelepasan *detachment*.

2.1.2 Sistem Filtrasi UpFlow

Filtrasi adalah sistem pengolahan limbah yang menggunakan media berpori untuk memisahkan padatan dari cairan untuk menghilangkan sebanyak mungkin padatan

tersuspensi dan koloid serta zat lainnya. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel dan koloid yang tersuspensi dengan media filter. Selain itu, filtrasi secara efektif dapat menghilangkan bakteri dan juga membantu menghilangkan warna, rasa, bau dan mangan.

Dalam pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil proses koagulasi-sedimentasi untuk menghasilkan air minum yang berkualitas tinggi. Selain mengurangi kandungan padat, filtrasi juga dapat mengurangi kandungan bakteri serta menghilangkan warna, rasa, bau, besi, dan mangan. Sistem filtrasi upflow merupakan suatu sistem pengolahan limbah cair melalui media penyaring pasir dari bawah media pasir menuju ke atas media pasir, sehingga hasil penyaringan berada di atas limbah baku (Ardiatma et al., 2022).



Gambar 2.2 Reaktor Filtrasi UpFlow

2.2.2 Arang Aktif

Arang aktif atau karbon aktif adalah material yang berbentuk bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara dan tempurung kelapa. Arang aktif atau karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, sengan demikian karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi. Keaktifan

daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85% sampai 95% karbon bebas (Artiyani & Firmansyah, 2016).

Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (melakukan pemilihan), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif (W. P. Utomo et al., 2018). Adapun keuntungan dari pemakaian karbon aktif sebagai media filter adalah pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon, proses berjalan cepat karena ukuran butir karbon relatif lebih besar, dan karbon tidak tercampur dengan lumpur, sehingga dapat dilakukan regenerasi.

Menurut Amna et al., (2019) secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yakni:

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses pembentukan arang dari bahan baku. Karbonisasi yang sempurna dilakukan dengan pemanasan bahan baku tanpa adanya batu bara hingga temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya memiliki luas permukaan beberapa meter persegi, sehingga karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl_2 , MgCl_2 , dan CaCl_2 .

2. Proses Aktivasi

Proses mengubah karbon yang mempunyai daya serap rendah menjadi daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori. Karbon diaktivasi dapat dilakukan melalui beberapa cara seperti menggunakan uap panas, gas karbondioksida atau penambahan bahan kimia sebagai aktivator.

Bentuk ukuran partikel karbon aktif dibagi menjadi dua jenis. Pertama, karbon aktif bubuk (*Powder Activated Carbon* disingkat PAC) dan karbon aktif butiran (*Granular Activated Carbon* disingkat GAC) (Ardiatma et al., 2022).

1. Karbon Aktif Bubuk (*Powder Activated Carbon*)

Karbon aktif bubuk memiliki ukuran partikel sekitar 50-75 mikron karena ukurannya yang kecil sehingga pada penggunaannya sulit karena mudah terbang. Biasanya, dalam penggunaan PAC dapat dicampur dengan kandungan air sekitar 30-50%.

2. Karbon Aktif Butiran (*Granular Activated Carbon*)

Karbon aktif butiran memiliki bentuk butiran tau kepingan dengan ukuran 0,16 dan 1,5 mm yang cara penggunaannya lebih mudah.



Gambar 2.3 Karbon Aktif

Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau ataupun warna. Pengoperasian proses adsorpsi berbeda antara karbon aktif berbentuk bubuk dan butiran. Karbon aktif bubuk biasanya dibubuhkan pada air yang diolah dan dimasukkan secara merata agar terjadi kontak, setelah itu diendapkan.

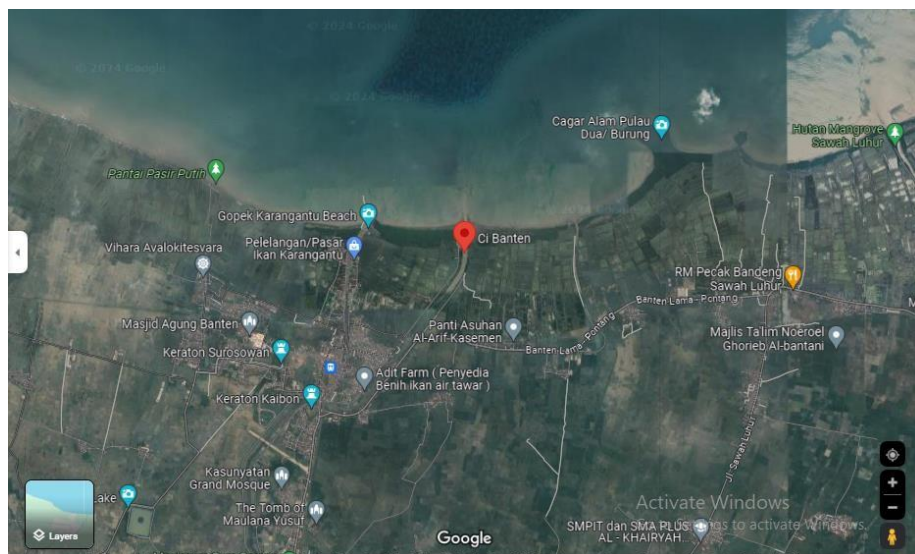
Pada karbon aktif butiran, karbon aktif dijadikan media filter dalam sebuah kolom adsorpsi.

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini ditentukan pada Sungai Cibanten, yang mengalir sebagian besar wilayah Kecamatan Kasemen, Kota Serang, Provinsi Banten. Pengambilan lokasi ini karena berdasarkan observasi lapangan, belum adanya pengolahan khusus sehingga membuat limbah dibuang secara sembarangan dan juga berdasarkan uji pendahuluan, diperoleh hasil limbah yang melewati baku mutu dan perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akan ditunjukkan melalui tabel

Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

Bahan	Tipe	Kegunaan
Pipa PVC 4 inchi	PVC	Untuk mendistribusikan/ menyalurkan air kotor/ bersih
Pipa PVC ¾ inchi	PVC	Untuk mendistribusikan/ menyalurkan air kotor/ bersih
Penyangga	-	Untuk meletakkan bak penampung
Lem pipa	Intilon	Untuk merekatkan pipa
Gergaji	-	Untuk memotong pipa

Desain reaktor filtrasi upflow menggunakan autocad dengan tinggi bak penampung yaitu 50 cm dan diameter bak 10,16 cm. Ukuran ini sesuai dengan jenis pipa PVC 4 inch yang akan dijadikan sebagai bak penampung dan bak filtrasi dalam penelitian ini. Adapun ukuran penyangga pada bak penampung yaitu 15 cm, ukuran ini memudahkan air limbah pada bak penampung mengalir menggunakan sistem up flow menuju bak penampung filtrasi dan pipa tempat keluar nya air memiliki diameter ¾ inc dengan panjang 5 cm. Selanjutnya, air akan diambil pada pipa outlet yang berada di bak filtrasi.

Prosedur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti studi literatur dan identifikasi masalah. Selanjutnya dilakukan desain reaktor filtrasi prototipe, lalu dilakukan uji efektivitas filtrasi *upflow* pada air limbah rumah tangga menggunakan arang aktif sebagai medianya. Selanjutnya dilakukan analisis data dan penarikan kesimpulan dari penelitian.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Uji Parameter

Dalam penelitian ini parameter yang akan diukur adalah COD, BOD, pH, TSS dan kekeruhan. Pengukuran COD diukur dengan menggunakan spektrofotometri untuk menentukan total bahan organik yang ada. Pengukuran COD mengacu pada (SNI.6989.73:2009), pH diukur untuk mengetahui asam basa di dalam perairan, diukur langsung menggunakan pH meter dan segera dianalisa maximum 2 jam (SNI No.6989.59:2008). Menurut (SNI 06-6898.11- 2004) cara pengukuran pH adalah sebagai berikut:

1. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu, kemudian dibilas dengan air suling.
2. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
3. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
4. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.

Analisis Data

Pengukuran dari efektivitas COD, BOD, Ph, TSS dan kekeruhan dilakukan

persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

A_0 adalah kadar pencemar sebelum dilakukan pengolahan, dan A_n adalah kadar pencemar setelah dilakukan pengolahan. Dari persamaan ini maka didapatkan efektivitas parameter uji air sehingga pengujian dapat dibandingkan dengan kadar pencemar sebelum dan setelah dilakukanya pengolahan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Data Pengambilan Sampel

Sungai Cibanten merupakan salah satu DAS (Daerah Aliran Sungai) yang memiliki nilai penting di Provinsi Banten. Sungai sepanjang sekira 35 km ini berhulu pada kawasan sekitar lereng utara Gunung Karang di Desa Sukarena, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Serang. Kemudian mengalir ke utara melintasi Kota Serang sebelum bermuara di pesisir utara Pulau Jawa. Kota Serang memanfaatkan aliran Cibanten untuk irigasi mengairi persawahan seluas 1.289 ha, terdiri dari 807 ha yang diairi induk, 350 ha yang diairi sekunder kemang, dan 132 ha diairi sekunder miring. Panjang saluran irigasi Cibanten adalah 20,1 km, dengan rincian saluran induknya 13,477 km, sekunder kemang 2,783 km, dan sekunder miring 3,85 km.

Sungai Cibanten memiliki anak sungai seperti Sungai Cikaduan, Sungai Cipadukan, Sungai Cilandak, Sungai Ciwadas, Sungai Ciconggeang, Sungai Ciwaringin, dan Sungai Ciguha. Potensi pencemaran di Sungai Cibanten diperkirakan tinggi, tingginya tingkat pencemaran di Cibanten disebabkan oleh tingginya potensi limbah pencemar yang masuk dari daratan melalui Sungai Cibanten yang akan menambah beban pencemaran dari tahun ke tahun.



Gambar 4.1 Kondisi Sungai Cibanten

Berdasarkan hasil penelitian, maka data yang telah terkumpul digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran serta dampak yang akan diakibatkan dari berbagai aktivitas yang dilakukan oleh penduduk terhadap kondisi Sungai Cibanten. Data primer yang telah diperoleh dari hasil penelitian di lapangan dibandingkan dengan standar baku mutu air sungai yang digunakan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pencemaran air (*stream standard*) dalam bentuk tabel, sehingga diketahui apakah dari beberapa parameter yang diperiksa melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan atau tidak. Kemudian dibuat grafik yang menunjukkan tingkat pencemaran dari beberapa parameter yang diperiksa terhadap jarak titik pengambilan sampel, dengan tujuan memperlihatkan apakah pada titik-titik pengambilan sampel air tersebut terjadi peningkatan atau penurunan nilai pencemaran. Lokasi pengambilan sampel dilakukan sepanjang Desa Pancanegara hingga Desa Margaluyu, Kasemen Kota Serang.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Sungai Cibanten

No.	Parameter	Satuan	Mutu Baku	Lokasi Sampel					
				1	2	3	4	5	6
1	Suhu	⁰ C	27-32.5	27.1	28.2	27.5	28.2	27	28.6
2	Warna	Unit Pt-Co	50	25 Co	20	25	25	30	40
3	Kekeruhan	NTU	25	154	147	139.5	169	212	338
4	pH	-	6-9	7.62	7.46	8.67	9.86	7.82	8.75
5	BOD	Mg/L	3	4.8	7.5	9.6	7.8	12.3	13.1

6	COD	Mg/L	10	23.08	22.6	20.19	29.81	25	26.44
---	-----	------	----	-------	------	-------	-------	----	-------

Berdasarkan data pada table 4.1 dapat diketahui bahwa mulai dari lokasi 1 sampai 6 mula-mula nilai suhu sebesar 27,1 °C kemudian pada titik 2 nilai suhu meningkat menjadi 28,2 °C namun pada titik 3 terjadi penurunan dengan nilai suhu sebesar 27,5 °C dan pada titik 4 suhu kembali naik dan memiliki nilai yang sama seperti pada titik 2 yakni 28,2°C. Kemudian pada titik 5 nilainya kembali menurun sedikit di bawah suhu pada titik awal yakni sebesar 27 °C dan pada titik 6 suhu meningkat dengan nilai 28,6 °C. Tinggi rendahnya suhu berkaitan dengan interaksi udara dan air, bila udara panas dan banyaknya air panas yang dibuang ke sungai maka akan menyebabkan suhu menjadi naik. Variasi dari parameter suhu air yang diperlihatkan tidak menunjukkan perbedaan yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa semua titik lokasi pengamatan tersebut berada dalam suatu kawasan dengan pengaruh yang relatif samaterhadap suhu air normal.

Kualitas warna dimulai dari lokasi 1 ke lokasi 2 terjadi penurunan dan pada lokasi 3 dan 4 nilai warna kembali naik dengan nilai yang sama seperti pada lokasi 1 yakni sebesar 25 unit Pt-Co. Kemudian nilai warnaterus meningkat pada lokasi 5 sampai ke lokasi 6 dan terlihat bahwa nilai yang didapat semuanya masih memenuhi nilai baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 unit Pt-Co. Hal ini diduga dapat terjadi karena limbah yang terbawa akan tercampur dengan air sungai, dikarenakan pada bulan itu sering turun hujan sehingga terjadi proses pengenceran. Nilai yang didapat dari ke enam titik pengambilan sampel semuanya melebihi nilai ambang baku kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.82 Tahun 2001. Dimana batas nilai yang diperbolehkan adalah 25 NTU. Pada titik 1 kekeruhan sebesar 154 NTU, lalu menurun pada titik 2 dengan nilai 147 NTU dan kembali menurun dititik 3 sebesar 139,3 NTU.

Hal ini dikarenakan kemungkinan terjadinya penguraian selama perjalanan dari titik 1

menuju titik 2 dan 3. Lalu terjadi kenaikan pada titik 4 sampai dengan titik 5 dan 6 dengan nilai sebesar 338 NTU. Besarnya nilai kekeruhan disebabkan oleh banyaknya

limbah yang dibuang ke sungai dari berbagai aktivitas penduduk yang dapat menyebabkan bertambah banyaknya bahanbahan organik yang terlarut dalam air dan terbawa aliran sampai ke muara sungai. Selain itu terdapat juga kegiatan penambangan pasir yang dilakukan berdekatan dengan beberapa titik pengambilan sampel, sehingga menyebabkan nilai kekeruhan air sungai menjadi tinggi. Pengukuran pH dilakukan langsung di lapangan dimana nilai pH pada titik 1 adalah 7,62, pada titik 2 sebesar 7,46 pada titik 3 sebesar 8,67 pada titik 4 adalah 9,86 dan pada titik 5 adalah 7,82 sedangkan pada titik 6 nilai pH sebesar 8,75. Pada lokasi pengambilan sampel titik 1,2,3,5 dan 6 nilainya masih memenuhi standar baku mutu, dimana standar yang diperbolehkan adalah antara 6 sampai 9. Hal ini berbeda pada titik 4, dimana nilainya melebihi standar baku mutu dan konsentrasinya mendekati basa.

Tingkat keasaman (pH) pada air di titik 1 adalah sebesar 7,62, dimana pada titik ini hanya terdapat pertanian lahan kering dan diduga terjadi penguraian dalam menempuh perjalanan menuju titik 2 dengan nilai 7,46 sehingga terjadi penurunan di titik 2 dimana pada titik ini hanya terdapat permukiman penduduk, dan pada saat dilakukannya pengambilan sampel air aktivitas yang ada di sungai tersebut terlihat sepi. Selanjutnya pada titik 3 mengalami kenaikan dengan nilai 8,67 tetapi di ketiga titik ini masih berada dalam batas normal, kemudian nilai pH meningkat pada titik 4 sebesar 9,86 dan melebihi baku mutu, dimana lokasi ini merupakan Down Stream RS dan diduga adanya masukan limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit Umum Kabupaten Serang tersebut. Pada titik 5 nilai pH sebesar 7,82 dan kembali menurun, pada titik ini teridentifikasi adanya buangan yang dihasilkan dari kegiatan domestik saja dan tak jauh dari permukiman penduduk terdapat dua instalasi pengolahan air minum yang sumber air bakunya diambil dari Sungai Cibanten.

Selanjutnya pada titik 6 nilai pH sebesar 8,75 kembali mengalami kenaikan, pengambilan sampel pada titik ini merupakan lokasi dekat muara Sungai Cibanten dimana banyak sekali aktivitas yang dilakukan oleh penduduk seperti bongkar muat kapal dan dekat dengan tempat pelelangan ikan, tetapi berdasarkan hasil pengukuran di lapangan nilai keasaman/ pH pada titik ini masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi BOD merupakan salah satu parameter yang paling banyak mencemari Sungai Cibanten. Nilai BOD untuk titik 1 adalah 4.8 mg/L, titik 2 adalah 7.5 mg/L, titik 3 adalah 2.6 mg/L, titik 4 adalah 5 mg/L, titik 5 adalah 12.3 mg/L dan titik 6 adalah 11.1 mg/L. Pada kualitas air nilai BOD mengalami peningkatan pada titik 1 menuju titik 2, kemudian nilainya kembali turun di titik 3 yakni sebesar 2.6 mg/L. Pada titik 4 terjadi kenaikan kembali nilai BOD kemudian perlahan naik konsentrasinya pada titik 5 lalu nilainya kembali naik di titik 6. Tingginya BOD di Sungai Cibanten disebabkan karena banyaknya limbah yang dibuang ke sungai, baik limbah yang bersifat cair maupun padat. Pada titik 1 limbah yang masuk ke sungai banyak dihasilkan dari aktivitas petani pada lahan pertanian, pada titik 2 dan 3 masukan limbahnya berasal dari permukiman penduduk dan beberapa fasilitas lainnya, pada titik 4 masukan limbahnya berasal dari rumah sakit dan adanya masukan dari titik sebelumnya, pada titik 5 pencemarnya berasal dari kegiatan rumah tangga dan adanya pembuangan lumpur yang dihasilkan dari instalasi pengolahan air minum dan pada titik 6 adanya masukan limbah dari aktivitas pelelangan ikan dan adanya masukan dari titik sebelumnya. BOD yang tinggi menunjukkan banyaknya bahan organik yang masuk ke dalam Sungai Cibanten dan terlihat bahwa nilai BOD pada semua titik pengambilan sampel melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil pemeriksaan di laboratorium, nilai COD dalam air sungai pada titik 1 sebesar 23,08 mg/L, pada titik 2 sebesar 22,6 mg/L, pada titik 3 sebesar 20,195 mg/L, pada titik 4 sebesar 29,81 mg/L, pada titik 5 sebesar 25 mg/L dan pada titik 6 nilai COD sebesar 26,445.

Terjadi penurunan nilai COD pada titik 1 menuju titik 2 dan 3 dan terjadi kenaikan pada titik 4, dikarenakan pada titik 4 adanya masukan pencemar dari aktivitas Rumah Sakit dan nilai COD kembali menurun pada titik 5 kemudian mengalami kenaikan kembali pada titik 6 yang merupakan lokasi yang dekat dengan pelelangan ikan, bongkar muat kapal, pasar tradisional dan dekat dengan lokasi tambak nelayan. Standar baku mutu yang ditetapkan adalah 10 mg/L, sehingga nilai COD pada semua titik pengambilan sampel melebihi batas baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.82 Tahun 2001 golongan I. Nilai konsentrasi DO pada titik 1 mengalami kenaikan di titik 2 dan konsentrasi DO kembali menurun di titik 3 dan 4, oksigen terlarut mengalami peningkatan pada titik 5 dan sedikit menurun kembali di titik 6.

4.2 Hasil Analisis Sampel Setelah Proses Filtrasi

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh hasil pengukuran sampel air limbah domestik rumah tangga menggunakan sistem filtrasi *upflow* yang akan diolah, tidak memenuhi baku mutu yang sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tahun 2016 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017. Berdasarkan data hasil analisis setelah proses filtrasi dapat dilihat bahwa terjadinya penurunan parameter COD, BOD, TSS, kekeruhan dan perubahan nilai pH.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Parameter Setelah Proses Filtrasi

Ketebalan Media (cm)	Waktu(s)	Debit (m ³ /s)	COD (Mg/L)	Ef. COD (%)	BOD (Mg/L)	Ef. BOD (%)	TSS (Mg/L)	Ef. TSS (%)	pH	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)
10	45:53	0.00110	220	55.19	8.2	34.2	131	50.37	6.1	186.7	54.35
15	01:02	0.00080	260	47.04	10.0	32.6	166	37.12	6.0	99.8	75.59
20	01:20:20	0.00062	260	47.04	10.6	32.5	214	18.93	6.2	90.6	77.84
10	51:26	0.00098	259	58.48	11.1	31.8	36	86.36	6.0	225	44.98
10	55:21	0.00090	204	58.45	13.2	30.1	47	82.19	6.0	204	50.12
15	50:49	0.00100	176	64.15	10.8	37.7	188	28.78	6.0	148.4	63.71
20	54:35	0.00092	240	51.12	7.7	38.7	97	63.25	6.1	157.9	61.39
10	52:59	0.00096	309	37.06	12.5	33.2	78	70.45	6.2	143.2	64.98

15	01:10:11	0.00071	159	69.45	12.9	33.7	133	49.62	6.1	99.5	75.67
20	01:24:27	0.00059	259	47025	13.3	31.5	103	60.98	6.3	59.5	85.45
15	59:17	0.00084	177	69.95	11.7	35.8	88	66.66	6.1	167.1	59.14
15	01:13:51	0.00068	296	39.71	9.6	37.5	97	63.25	6.2	68.7	83.20
10	59:59	0.00084	309	37.06	7.7	39.6	187	29.16	6.2	104.1	74.54
20	01:13:32	0.00068	169.6	65.47	8.1	36.7	166	37.12	6.3	78.7	80.75
10	56:00	0.00089	291	40.73	10.8	32.3	64	75.75	6.5	121.3	70.34
15	01:15:48	0.00066	259	47.25	12.7	30.4	24	90.92	6.7	87.5	78.60
20	01:18:51	0.00064	260	47.04	12.9	30.7	187	29.16	6.5	79.2	80.63
20	01:23:36	0.00060	262	46.63	13.7	28.8	126	52.27	6.5	65.2	84.05
10	01:18:13	0.00064	220	55.19	13.4	29.2	218	17.42	6.5	81.5	80.07
15	01:23:59	0.00060	232	52.74	14.2	31.5	95	64.01	6.5	77.2	81.12
20	01:28:23	0.00056	76.5	84.41	8.2	37.8	94	64.39	6.8	63.8	84.40
Standar baku mutu			100 mg/L		3 mg/L		30 mg/L		6-9	25 NTU	

Hasil COD sebelum perlakuan adalah 491 mg/l, sedangkan setelah perlakuan didapatkan hasil COD yang berbeda sesuai dengan ketebalan arang aktif. Penurunan nilai COD yang memiliki efektivitas maksimum dan memenuhi baku mutu terdapat pada ketebalan media karbon aktif 20 cm dengan nilai 76,5 mg/l, atau dengan persentase penurunan sebesar 84,41%. Filtrasi terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar COD hingga lebih dari 50% jika dibandingkan dengan sampel air limbah sebelum perlakuan.

Tingginya nilai COD pada air limbah menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam limbah (Pungus et al., 2019). Bahan organik yang terdapat dalam air limbah dapat disisihkan dengan adanya kandungan daya serap pada media karbon aktif, sehingga kandungan COD menurun (Hidayah, 2016). Hasil analisis data menggunakan linear model untuk mengetahui pengaruh ketebalan dan jenis media terhadap penurunan parameter COD. Keluaran nilai hasil uji pengaruh media terhadap parameter COD adalah 1,000 lebih besar dari $<$ probabilitas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara jenis media terhadap parameter COD. Sedangkan keluaran nilai pengaruh ketebalan media terhadap COD adalah 0,000 lebih kecil dari $<$

probabilitas 0,05, yang berarti bahwa adanya pengaruh antara ketebalan media terhadap parameter COD.

BOD sebelum perlakuan adalah 13.1 mg/l, sedangkan setelah perlakuan didapatkan hasil BOD yang berbeda sesuai dengan ketebalan arang aktif. Penurunan nilai BOD akhir diperoleh dengan nilai 8.2 mg/l, atau dengan persentase penurunan sebesar 37,8%. Filtrasi terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar BOD dibandingkan dengan sampel air limbah sebelum perlakuan.

Kandungan TSS sebelum perlakuan adalah 264 mg/l, sedangkan setelah perlakuan kandungan TSS berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Terjadi penurunan kandungan TSS yang paling efektif dan memenuhi baku mutu terdapat pada ketebalan media karbon aktif 15 cm, dengan kandungan TSS sebesar 24 mg/l, atau dengan persentase penurunan sebesar 90,90%. TSS atau padatan tersuspensi merupakan padatan melayang dalam cairan limbah (Gultom dkk., 2018). Penurunan nilai TSS dapat disebabkan oleh karbon aktif juga memiliki daya serap yang besar dalam menyerap partikel padat. Hal ini disebabkan, adanya sifat adsorpsi dari karbon aktif yang mempunyai sifat penukar kation sehingga mampu menyerap TSS (Sulistiyanti dkk., 2018). Hasil analisis data menggunakan linear model multivariate yaitu untuk mengetahui pengaruh ketebalan dan jenis media terhadap penurunan parameter TSS. Keluaran nilai hasil uji pengaruh jenis media terhadap parameter TSS adalah 1,000 lebih besar dari $< \text{probabilitas } 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antarjenis media terhadap parameter TSS. Sedangkan keluaran nilai pengaruh ketebalan media terhadap TSS adalah 0,000 lebih kecil dari $< \text{probabilitas } 0,05$, yang berarti bahwa adanya pengaruh antara ketebalan media terhadap parameter TSS.

Hasil pengukuran pH sebelum filtrasi adalah 7.6 yang berarti pH limbah mengandung tingkat asam yang tinggi. Keasaman limbah disebabkan oleh adanya bahan-bahan pencemar organik, seperti asam organik, organik karbon, nitrat dan fosfat (Hidayat, 2021). Sedangkan setelah perlakuan didapatkan hasil pH yang berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Penurunan nilai pH yang paling efektif dan memenuhi baku mutu terdapat pada ketebalan karbon aktif 20 cm dengan nilai sebesar 6,8. Arang aktif memiliki efektivitas dalam menetralkan pH dari kondisi asam dan sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 Tahun 2016, dengan nilai pH yaitu sebesar 6-9. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pH dipengaruhi oleh jenis dan ketebalan media, semakin tebal media yang digunakan maka semakin tinggi pula peningkatan pH. Jenis media yang digunakan juga berpengaruh terhadap penetralan pH, seperti karbon aktif yang mampu menyerap dan mengikat ion-ion logam (Heriyani dan Mugisidi, 2016).

Hasil analisis data menggunakan linear model multivariate yaitu untuk mengetahui pengaruh ketebalan dan jenis media terhadap penurunan parameter pH. Keluaran nilai hasil uji pengaruh jenis media terhadap parameter pH adalah 1,000 lebih besar dari < probabilitas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara jenis media terhadap parameter pH. Sedangkan keluaran nilai pengaruh ketebalan media terhadap pH adalah 0,000 lebih kecil dari < probabilitas 0,05, yang berarti bahwa adanya pengaruh antara ketebalan media terhadap parameter pH.

Berdasarkan hasil uji kekeruhan sebelum perlakuan adalah 409 NTU, sedangkan setelah perlakuan hasil kekeruhan didapat berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Terjadi penurunan nilai kekeruhan yang paling efektif yaitu pada ketebalan karbon aktif 20 cm dengan nilai sebesar 59,5 NTU, atau dengan persentase penurunan sebesar 85,45%. Penurunan nilai kekeruhan ini masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017, dengan nilai normal kekeruhan yaitu sebesar 25 NTU. Peraturan yang digunakan merupakan Peraturan Menteri Kesehatan untuk air bersih, dikarenakan belum adanya peraturan untuk air limbah terkait parameter kekeruhan. Hasil ini menunjukkan bahwa tingginya media filter mempunyai pengaruh terhadap penyisihan kekeruhan, karena semakin tinggi media bed maka semakin meningkat penyisihan turbiditasnya.

Kekeruhan juga saling berhubungan dengan banyaknya jumlah padatan tersuspensi, karena semakin banyak jumlah padatan tersuspensi yang terdapat dalam air limbah, maka akan semakin besar nilai kekeruhan nya. Kekeruhan disebabkan oleh adanya air yang tersuspensi, seperti lumpur, lempung, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya (Maryani dkk., 2014). Hasil analisis data menggunakan linear model multivariate yaitu untuk mengetahui pengaruh ketebalan dan jenis media terhadap penurunan parameter kekeruhan. Keluaran nilai hasil uji pengaruh jenis media terhadap parameter kekeruhan adalah 1,000 lebih besar dari $<$ probabilitas 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara jenis media terhadap parameter kekeruhan. Sedangkan keluaran nilai pengaruh ketebalan media terhadap kekeruhan adalah 0,000 lebih kecil dari $<$ probabilitas 0,05, yang berarti bahwa adanya pengaruh antara ketebalan media terhadap parameter kekeruhan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini yaitu sistem filtrasi *upflow* dengan menggunakan karbon aktif 20 cm mampu menurunkan parameter COD pada air limbah rumah tangga hingga 76,5 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 84,41%. Pada karbon aktif ketebalan 10 cm, sistem filtrasi *upflow* diperoleh penurunan BOD sebesar 39,6% dengan penurunan menjadi 7,7 mg/L. Sistem filtrasi *upflow* dengan menggunakan karbon aktif 15 cm mampu menurunkan parameter TSS pada air limbah rumah tangga sebesar 24 mg/l dengan persentase penurunan 90,90%. Sistem filtrasi *upflow* dengan menggunakan karbon aktif 20 cm mampu merubah nilai pH pada air limbah rumah tangga sebesar 6,8 (baku mutu yang ditetapkan 6-9).

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, maka diharapkan penelitian terkait filtrasi *upflow* dapat dijadikan penelitian lanjutan dengan menggunakan limbah, parameter dan media yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., & Santika, S. (2012). *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional.
- Amna, U., Wahyuningsih, P., & Halimatussakdiah. (2019). Penerapan Sistem Filtrasi Tunggal Menggunakan Zeolit Dan Arang Aktif dalam Upaya Penyediaan Air Bersih di Desa Paya Bujok Seuleumak, Kota Langsa, Aceh. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(2). <https://www.ejurnalunsam.id/index.php/JQ/article/view/1698>
- Ardiatma, D., Riyadi, A., & Setiawan, S. (2022). Efektivitas Penurunan Kadar Tss, Cod, Bod, Dan Fosfat Menggunakan Metode Kombinasi Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu Dengan Filtrasi Karbon Aktif Dan Silika Pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 9(1).
- Ariesmayana, A., Pangesti, F. S. P., & Sabil, B. H. I. (2022). Analisa Air Sungai Cibanten sebagai Sumber Air Baku Perusahaan Daerah Air Minum. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 4001–4006. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4962>
- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1), 8–15.
- Benyamin, Y., Suwari, & Darmakusuma, D. (2020). Efektivitas Pengolahan Limbah Cair RSUD Kefamenanu Melalui Proses Filtrasi. *Jurnal Biologi Edukasi*, 12(2), 43–47.
- Faradillah, N. K., & Pujiastuti, P. (2022). Potensial Fatty Oil Pollution from Restaurant Wastewater. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 3(1), 11–20. <https://doi.org/10.31001/jkireka.v3i1.40>
- Hindarko. (2015). *Mengolah Air Limbah : Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. Penerbit ESHA.
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26.
- Metcalf, & Eddy. (2018). *Wastewater Engineering, Treatment, and Reuse*. McGraw-Hill.
- Novembry, N. D., Yulistyorini, A., & Mujiyono, M. (2022). Efektivitas Septic Tank Upflow dan Downflow Filter untuk Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Permukiman*, 17(2), 69. <https://doi.org/10.31815/jp.2022.17.69-76>
- Pangesti, F. S. P. (2020). Status Mutu Air Sungai Cibanten Berdasarkan Indeks

Pencemaran Air. *JURNALIS: Jurnal Lingkungan Dan Sipil*, 3(1), 1–10.
<https://doi.org/10.47080/jls.v3i1.887>

Pongtuluran, E. H., & Damayanti, L. (2022). Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan Air Limbah (Grey Water) Domestik. *Jurnal Teknik SipilMACCA*, 7(3), 178–186. <https://doi.org/10.33096/jtsm.v7i3.578>

Pratama, Y., Juhana, S., & Yuliatmo, R. (2021). Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif, Zeolit, dan Pasir Silika Untuk Menurunkan Amonia TOTAL (N-NH₃) dan Sulfida (S²⁻) pada Air Limbah Outlet Industri Penyamakan Kulit. *Majalah Kulit Politeknik ATK Yogyakarta*, 20(1), 39–52.

Sitasari, A. N., & Khoironi, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 565–575. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.565-575>

Sudarni, S., & Haderiah, H. (2020). Aktivasi Zeolit Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kesadahan Air Di Kampung Sapiriakota Makassar. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 20(1), 19. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v20i1.1459>

Utomo, K. P., Saziati, O., & Pramadita, S. (2018). Coco Fiber as a Liquid Waste Filter for Fast Food Restaurants. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 6(2), 30.

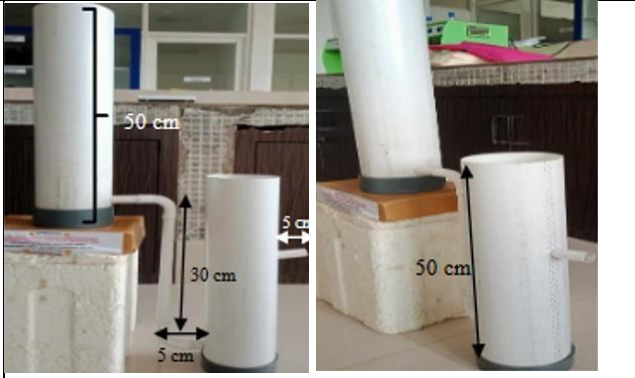
Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriani, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v3i1.3528>

Yustiani, Y. M., Wahyuni, S., & Saputra, A. (2019). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Cibanten Kabupaten Serang Provinsi Banten. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v2i1.1452>

Zulkarnain, I., Istanto, K., & Asnaning, R. (2018). Rancangan Sistem Filtrasi Ganda untuk Pengolahan Air Limbah Laundry Rumah Tangga Design Of Multiple Filtration System For The Household Wastewater Treatment Iskandar. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, 373–380.

LAMPIRAN

DOKUMENTASI KEGIATAN

Reaktor Filtrasi UpFlow	
Pengambilan Sampel Air	
Sampel Air	
Proses Filtrasi	

Sampel Air Sebelum di Filtrasi		
Sampel Air Sesudah di Filtrasi		
Pengukuran PH		
Pengukuran Kekeruhan		