PENGARUH VARIASI TEKANAN HIDROSTATIS DAN MASSA MEDIA FILTER TERHADAP PERUBAHAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE BIOFILTER

SKRIPSI

Oleh:
HANIF DWI CAHYO WIBOWO
NIM. 19640031

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023

HALAMAN PENGAJUAN

PENGARUH VARIASI TEKANAN HIDROSTATIS DAN MASSA MEDIA FILTER TERHADAP PERUBAHAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE BIOFILTER

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
HANIF DWI CAHYO WIBOWO
NIM. 19640031

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI TEKANAN HIDROSTATIS DAN MASSA MEDIA FILTER TERHADAP PERUBAHAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE BIOFILTER

SKRIPSI

Oleh:
Hanif Dwi Cahyo Wibowo
NIM. 19640031

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 15 Juni 2023

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes	Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I
NIP. 19750808 199903 1 003	NIDT. 19790502 20180201 2 208

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI TEKANAN HIDROSTATIS DAN MASSA MEDIA FILTER TERHADAP PERUBAHAN KANDUNGAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN METODE BIOFILTER

SKRIPSI

Oleh:
Hanif Dwi Cahyo Wibowo
NIM. 19640031

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 23 Juni 2023

Penguji Utama	Dr. H. Mokhammad Tirono, M.Si NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	Dr. Erna Hastuti, M.Si NIP. 19811119 200801 2 009	
Sekretaris Penguji	Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I NIDT. 19790502 20180201 2 208	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

Drohman Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Hanif Dwi Cahyo Wibowo
Nim	:	19640031
Jurusan	:	Fisika
Fakultas	:	Sains Dan Teknologi
Judul Penelitian	:	Pengaruh Variasi Tekanan Hidrostatis dan Massa Media Filter Terhadap Perubahan Kandungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metode Biofilter

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dalam naskah ini yang disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka yang saya gunakan. Apabila hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan

Hanif Dwi Cahyo Wibowo
NIM. 19640031

MOTTO

“SEBAIK-BAIKNYA ORANG ADALAH YANG BERMANFAAT BAGI ORANG LAIN”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kesehatan, kebahagiaan dan kasih sayang sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam tetap tercurah limpahkan kepada Rasullullah SAW atas syafa'at beliau sehingga terwujudnya peradaban keilmuan yang luas dan terus berkembang. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya tercinta, terimakasih selalu menyayangi dan mendo'akan saya, khususnya pada pengerjaan skripsi ini, Bapak Drs. Endro Wibowo dan Ibu Nur Hanik, semoga Allah selalu melimpahkan kebahagiaan dan kemudahan di dunia maupun akhirat.
2. Kakak kandung saya, Alif Putra Akbar Wibowo, S.Pd yang selalu memberi dorongan semangat
3. Kakak ipar saya, Syakinah, S.Pd yang juga selalu menyemangati saya
4. Diri saya sendiri, Hanif Dwi, walaupun ini masih permulaan, terimakasih telah berjuang sampai dititik ini (*You have something to chase*)
5. Bapak Agus Mulyono, M.Kes dan Ustadzah Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I. terimakasih atas segala bantuan, bimbingan dan motivasi
6. Almamater saya, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan Ma'had Sunan Ampel Al-aly UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Syifa' Indana, yang tidak bisa saya deskripsikan dengan kata-kata apapun. Terima kasih sudah selalu menemani dan memberikan semangat selama berada di Malang
8. Teman-teman kontrakan, yang selalu menghibur dengan canda gurau dan semangat untuk bertarung di taman bermain *Land of Dawn.*

Terima kasih kepada pihak yang telah mendo’akan dan memberi semangat kepada saya. Semoga Allah senantiasa membalas kebaikan dan menjadikan kita manusia yang berguna dan selamat baik didunia dan akhirat.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Variasi Tekanan Hidrostatis dan Massa Media Filter Terhadap Perubahan Kandungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metode Biofilter"** Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia mencapai peradaban yang lebih moderat serta membina manusia dalam keluasan wawasan disertai dengan akhlaq.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim MalangDr
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., dan Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I.selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan skripsi dengan baik.

5. Dr. Drs. H. M. Tirono, M.Si dan Dr. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan ide dan moral.
6. Seluruh Dosen Fisika UIN Malang yang telah sabar memberikan ilmunya terhadap saya.
7. Orangtua dan keluarga yang tak lelah mendukung dan memberikan doa hingga saat ini.
8. Teman-teman fisika semua angkatan dan teman-teman Biofisika yang selalu membantu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan membantu motivasi, doa dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, 10 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
ABSTRAK ..... **xvi**
ASTRACT ..... **xvii**
ملخص البحث ..... **xviii**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan 5
1.4 Batasan Masalah 6
1.5 Manfaat Penelitian 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Air Limbah Tahu 7
2.1.1 Pengertian Umum Tentang Air Limbah Tahu 7
2.1.2 Kandungan Air Limbah Tahu 8
2.1.3 Parameter Pencemar Air Limbah Tahu 8
2.1.4 Dampak Air Limbah Tahu Terhadap Lingkungan 9
2.2 Tekanan Hidrostatis 11
2.2.1 Tekanan Hidrostatis Terhadap Kemampuan Filtrasi 12
2.3 Pengaruh Massa Media Terhadap Kemampuan Filtrasi 14
2.4 Tinjauan Umum Tentang Biofilter 15
2.5 Tinjauan Umum Tentang Media Biofilter 16
2.5.1 Ijuk 16
2.5.2 Arang Aktif 17
2.5.3 Batu Zeolith 18
2.6 Tinjauan Umum Tentang Kandungan Limbah Tahu 19
2.6.2 pH 19
2.6.3 BOD 21
2.6.4 COD 22
2.6.5 TSS 23

BAB III METODE PENELITIAN **24**
3.1 Jenis Penelitian 24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 24

3.3 Alat dan Bahan 24
3.3.1 Alat Penelitian 24
3.3.2 Bahan Penelitian 24
3.4 Variabel Penelitian 25
3.5 Tahapan Penelitian 25
3.5.1 Membuat Rangkaian Biofilter 25
3.5.2 Variasi Perlakuan Biofilter 27
3.5.3 Mengukur Kandungan (pH, BOD, COD dan TSS) 29
3.6 Diagram Alir.....32
3.7 Analisis Data 35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 36
4.1 Gambaran Umum Penelitian 36
4.2 Hasil Analisis Data.....37
4.2.1 Hasil Analisis BOD 38
4.2.2 Hasil Analisis COD 42
4.2.3 Hasil Analisis TSS.....47
4.2.4 Hasil Analisis pH.....56
4.3 Pembahasan.....56
4.3.1 Pengaruh Tekanan Hidrostatis Terhadap Proses Filtrasi.....56
4.3.2 Pengaruh Massa Media Terhadap Proses Filtrasi.....58
4.4 Hasil Penelitian Dari Perspektif Islam 64

BAB V PENUTUP.....66
5.1 Simpulan.....66
5.2 Saran.....66

DAFTAR PUSTAKA.....65
LAMPIRAN.....71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Sketsa Reaktor Biofilter 26
Gambar 3.2 Sketsa Biofilter Variasi Massa 0,5 Kg 27
Gambar 3.3 Sketsa Biofilter Variasi Massa 0,75 Kg 28
Gambar 3.4 Sketsa Biofilter Variasi Masa 1 Kg 29
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian 30
Gambar 4.1 Pengaruh Massa Pada Kadar BOD Dengan Variasi Tekanan 39
Gambar 4.2 Pengaruh Massa Pada Kadar COD Dengan Variasi Tekanan 44
Gambar 4.3 Pengaruh Massa Pada Kadar TSS Dengan Variasi Tekanan 49
Gambar 4.4 Pengaruh Massa Pada Kadar pH Dengan Variasi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Tahu 9
Tabel 3.1 Tabel Data BOD Pada Air Limbah Tahu.....33
Tabel 3.2 Tabel Data COD Pada Air Limbah Tahu.....33
Tabel 3.3 Tabel Data TSS Pada Air Limbah Tahu 34
Tabel 3.4 Tabel Data pH Pada Air Limbah Tahu 34
Tabel 4.1 Data Hasil Uji BOD 37
Tabel 4.2 Analisis Faktorial SPSS kadar BOD.....40
Tabel 4.3 Hasil DMRT Tekanan Hidrostatis Pada Hasil BOD.....41
Tabel 4.4 Hasil DMRT Massa Media Pada Hasil BOD 41
Tabel 4.5 Data Hasil Uji COD 42
Tabel 4.6 Analisis Faktorial SPSS kadar COD.....45
Tabel 4.7 Hasil DMRT Tekanan Hidrostatis Pada Hasil COD.....46
Tabel 4.8 Hasil DMRT Massa Media Pada Hasil COD 46
Tabel 4.9 Data Hasil Uji TSS.....47
Tabel 4.10 Analisis Faktorial SPSS kadar TSS 50
Tabel 4.11 Hasil DMRT Tekanan Hidrostatis Pada Hasil TSS 51
Tabel 4.12 Hasil DMRT Massa Media Pada Hasil TSS 52
Tabel 4.13 Data Hasil Uji pH.....52
Tabel 4.14 Analisis Faktorial SPSS kadar pH 54
Tabel 4.15 Hasil DMRT Tekanan Hidrostatis Pada Hasil pH 55
Tabel 4.16 Hasil DMRT Massa Media Pada Hasil pH 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Analisis Uji Faktorial 71
Lampiran 2 Reaktor Biofilter.....74
Lampiran 3 Hasil Uji dari LabKesDa 76
Lampiran 4 Perhitungan Tekanan Hidrostatis.....77
Lampiran 6 Dokumentasi Tahu.....78
Lampiran 5 Dokumentasi Kegiatan 79
Lampiran 6 Bukti Konsultasi Skripsi 82

ABSTRAK

Wibowo, Hanif Dwi Cahyo. 2023. **Pengaruh Variasi Tekanan Hidrostatis dan Massa Media Filter Terhadap Perubahan Kandungan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metode Biofilter**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes (II) Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I

Kata Kunci: Tekanan hidrostatis; Massa media; Biofilter; BOD; COD; TSS; pH

Industri tahu merupakan salah satu industri yang bisa meningkatkan sektor perekonomian masyarakat, namun disisi lain juga bisa memberikan dampak negatif dikarenakan sisa air limbah yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu adanya teknologi untuk mengolah air tersebut sebelum dibuang langsung ke badan air sehingga kualitas air dapat memenuhi standar baku mutu air limbah. Salah satu teknologinya yaitu menggunakan biofilter. Pada penelitian ini rangkaian biofilter akan didesign dengan memvariasikan tekanan hidrostatis dan massa media. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dari variasi tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap perubahan kandungan pada air limbah tahu Parameter yang diuji adalah kadar BOD, COD, TSS dan pH.

Penelitian ini menggunakan tipe biofilter *downflow* dengan perpaduan 3 variasi tekanan hidrostatis dan 3 variasi massa media pada setiap variasi tekanan hidrostatis. Untuk kandungan BOD variasi perlakuan terbaik yaitu pada variasi tekanan hidrostatis P = 5.530,5 Pa dengan massa M=1 Kg yaitu dengan efektivitas penurunan sebesar 92,65%. Untuk kandungan COD variasi perlakuan terbaik yaitu pada variasi tekanan hidrostatis hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan massa m = 1 kg dengan efektivitas penurunan 64,65%. Lalu untuk kandungan TSS variasi perlakuan terbaik adalah pada tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan massa media m=1 kg dengan efektivitas penurunan sebesar 94,59% Dan untuk kadar pH variasi perlakuan terbaik yaitu pada variasi tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan massa m=1 kg yang mampu menetralkan pH limbah air tahu diangka 6-9 dengan nilai pH 6,3.

ABSTRACT

Wibowo, Hanif Dwi Cahyo. 2023. **The Effect of Hydrostatic Pressure and Filter Media Mass Variations on Changes in the Liquid Waste Content of the Tofu Industry Using the Biofilter Method**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes (II) Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I

Keywords: hydrostatic pressure; Mass media; Biofilters; BOD; COD; TSS; pH.

The tofu industry is one of the industries that can improve the community's economic sector, but on the other hand it can also have a negative impact because the remaining wastewater produced can pollute the environment. Therefore it is necessary to have technology to treat the water before it is discharged directly into water bodies so that the water quality can meet the waste water quality standards. One of the technologies is using a biofilter. In this study a series of biofilters will be designed by varying the hydrostatic pressure and media mass. This study aims to determine the effect of variations in hydrostatic pressure and filter media mass on changes in content in tofu wastewater. The parameters tested were BOD, COD, TSS and pH levels.

This study used a type of downflow biofilter with a combination of 3 variations of hydrostatic pressure and 3 variations of media mass for each variation of hydrostatic pressure. For the BOD content, the best treatment variation was the hydrostatic pressure variation P = 5,530.5 Pa with a mass of m = 1 kg, with a reduction effectiveness of 92.65%. For the COD content, the best treatment variation was the hydrostatic pressure variation P = 5,530.5 Pa with a mass of m = 1 kg with a reduction effectiveness of 64.65%. Then for the TSS content the best treatment variation was at hydrostatic pressure P = 5,530.5 Pa with a mass of media m = 1 kg with a reduction effectiveness of 94.59% And for pH levels the best treatment variation was at hydrostatic pressure variation P = 5,530.5 Pa with a mass = 1 kg which is able to neutralize the pH of tofu waste water at number 6-9 with a pH value of 6.3.

ملخص البحث

ويوو،حنيف دوي كاهو. ٢٠٢٣ . تأثير تغيرات الضغط الهيدروستاتيكي وكتلة وسائط المرشح على محتوى النفايات السائلة لصناعة التوفو باستخدام طريقة المرشح البيولوجي. أُطرُوحَة. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفان: (١) الدكتورالحاج أجوس موليونو الماجستير ،(٢) مبشرة الماجستير

الكلمات الرئيسية: الضغط الهيدروليكي، كتلة وسائط المرشح ؛ المرشحات الحيوية. BOD ؛ سمك القد؛ TSS. الرقم الهيدروجيني.pH .

. تعد صناعة التوفو من الصناعات التي يمكنها فى ترقية القطاع الاقتصادي للمجتمع ، ولكن من ناحية أخرى يمكن أن يكون لها تأثير سلبي لأن المياه العادمة المتبقية المنتجة يمكن أن تلوث البيئة. لذلك من الضروري أن يكون لديك تقنية لمعالجة المياه قبل تصريفها في المسطحات المائية حتى تتوافق جودة المياه مع معايير جودة مياه الصرف الصحي. من إحدى التقنيات هي استخدام التصفية الحيوية. في هذه الدراسة، سيتم تصميم التصفية الحيوية عن طريق تغيير الضغط الهيدروستاتيكي وكتلة وسائط المرشح. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التغيرات في الضغط الهيدروستاتيكي وكتلة وسائط المرشح على التغيرات في المحتوى في مياه الصرف الصحي للتوفو، كانت المعلمات التي تم اختبارها هي الطلب البيولوجي على الأكسجين، والطلب الكيميائي للأكسجين، وإجمالي المواد الصلبة العالقة ودرجة الحموضة.

استخدمت هذه الدراسة نوعًا من التصفية الحيوية ذي التدفق الهابط مع مزيج من ٣ اختلافات للضغط الهيدروستاتيكي و ٣ أشكال مختلفة من كتلة وسائط المرشح لكل اختلاف في الضغط الهيدروستاتيكي. بالنسبة لمحتوى الطلب الأوكسجيني البيولوجي ، كان أفضل اختلاف في المعالجة هو اختلاف الضغط الهيدروستاتيكي البالغ ٥،٥٣٠.٥ باسكال بكتلة ١ كيلوغرام ، مع فعالية اختزال بنسبة ٩٢.٦٥٪. بالنسبة لمحتوى الأكسجين الكيميائي ، فإن أفضل علاج هو الضغط الهيدروستاتيكي ٥٥٣٠.٥ باسكال الكتلة ١ كيلوجرام مع فعالية اختزال تبلغ ٦٤.٦٥٪. ثم بالنسبة لمحتوى المواد الصلبة المعلقة الكلية ، كان أفضل اختلاف في المعالجة عند ضغط ٥٥٣٠.٥ باسكال مع كتلة وسط ١ كيلوغرام مع فعالية اختزال ٩٥.٥٩٪. وبالنسبة لدرجة الحموضة ، فإن أفضل اختلاف في المعالجة يكون عند الضغط الهيدروستاتيكي ٥٥٤٠.٥ باسكال الكتلة ١ كيلوجرام وهو قادر على تحييد درجة حموضة مياه الصرف الصحي من التوفو بالأرقام ٦-٩ بقيمة درجة الحموضة ٦.٣.

.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi keberlangsung hidup manusia. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian terhadap kualitas maupun kuantitas sumber daya air agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan bagi mahluk hidup yang lain.

Kualitas air saat ini semakin lama semakin menurun dikarenakan kurangnya pengelolaan air dari kegiatan manusia di sektor industri seperti pembuangan limbah langsung ke badan sungai yang menyebabkan kualitas air menurun. Salah satu sektor industri penghasil sisa limbah adalah industri tahu. Kegiatan manusia di industri tahu dapat berdampak negatif terhadap kualitas air. Kondisi tersebut dapat menimbulkan kerusakan, gangguan dan bahaya bagi semua mahluk hidup yang tergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan dan perlindungan sumber daya air secara seksama (Effendi, 2003: 11).

Limbah usaha kecil pangan seperti tahu dapat menimbulkan masalah karena air limbah tahu mengandung sejumlah besar lemak, karbohidrat, protein, garam-garam, mineral dan sisa bahan kimia yang terdapat dalam proses pengolahan dan pembersihan (Undang-Undang Republik Indonesia No. 23 th 1997).

Industri tahu sendiri bisa meningkatkan sector perekonomian untuk masyarakat, namun disisi lain juga bisa memberikan dampak negatif dikarenakan sisa air limbah yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan (Matilda et al., 2016). Pengolahan tahu sendiri akan menghasilkan buangan berupa limbah.

Apabila limbah tidak dilakukan penanganan yang baik tentunya akan mengakibatkan pencemaran (Indah et al., 2014)

Kerusakan dan pencemaran di lingkungan yang diakibatkan oleh tangan manusia sendiri dijelaskan dalam Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surah Ar-Rum ayat (41) telah dijelaskan, yaitu:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ اَيْدِى النَّاسِ لِيُذِيْقَهُمْ بَعْضَ الَّذِيْ عَمِلُوْا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُوْنَ (الروم : ٤١)

Artinya: *"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)"* (Q.S Ar-Rum : 41)

Dalam buku tafsir dari Al-Misbah menyatakan bahwa pada ayat ini tidak ada penciptaan dari Allah SWT yang rusak, tercemar maupun hilangnya keseimbangan sebagaimana penciptaan awal. Namun datangnya kerusakan tersebut tidak lain adalah hasil dari perbuatan manusia itu sendiri, yang secara sengaja berusaha mengubah fitrah Allah SWT pada lingkungan yang sudah diciptakan secara baik, sempurna dan seimbang ini. (Shibab, 2003)

Ulama lain seperti M. Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Misbah memahami ayat diatas yang artinya kerusakan lingkungan, sebab ayat di atas menghubungkan *al-Fasad* tersebut menggunakan kata laut dan darat. Di sisi lain pula Tafsir dari Al-Misbah tidak menyinggung mengenai udara, dapat dikatakan mengenai hal tersebut hanya sesuatu yang bisa terlihat oleh kasat mata saja. sebagaimana makna kata *zhahara*. M.Quraish Shihab juga mengartikan kata *Al-Fasad* disini dengan kekeringan yang menyebabkan paceklik, kurangnya hasil laut dan sungai. Bila diperhatikan pada masa sekarang terjadinya ketidakseimbangan sistem maupun

kerusakan alam adalah dikarenakan oleh perbuatan tangan manusia. Kerusakan terjadi dimana-mana yang menimbulkan munculnya bencana alam, baik itu di daratan, lautan maupun udara. (Shibab, 2003)

Kerusakan yang ditimbulkan oleh tangan manusia dapat menyebabkan perubahan kondisi alam (darat maupun perairan), yang dimana perubahan kondisi tersebut dapat mengakibatkan kerusakan seperti pencemaran yang akan berdampak pada kualitas kondisi alam. Salah satu kegiatan manusia yang dapat mencemari lingkungan adalah kegiatan industry cair limbah tahu.

Oleh karena itu perlu diadakan adanya pengolahan air limbah cair tahu demi menghindari adanya pencemaran lingkungan. Pembuangan air limbah industri tahu secara langsung tanpa memperhatikan standard baku mutu yang baik buat lingkungan dapat merusak dan berakibat buruk bagi lingkungan. Untuk mengatasi pencemaran air sungai yang bersumber dari limbah tahu, maka perlu dilakukan pengendalian air limbah cair tahu sebelum benar-benar dialirkan ke sungai. Salah satu cara yang bisa digunakan adalah dengan media biofilter.

Biofilter sendiri merupakan suatu sistem pengolahan dengan memanfaatkan mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang terlekat secara biologi yaitu melalui proses biofilter aerob dan biofilter anaerob maupun kombinasi keduanya. Untuk menguji air limbah industri tahu yang sudah dibiofilter akan diuji coba dengan menghitung kadar kandungan yang terdapat dalam air limbah industri tahu (Sormin, 2018).

Dalam biofilter sendiri bisa digunakan bahan maupun serat alam dintaranya ada ijuk, arang aktivasi, dan batu zeolith. Ijuk merupakan serat alam terbaik yang dapat menyaring secara sempurna, dikarenakan ijuk memiliki

kepadatan yang baik sehingga mudah menyaring kotoran dalam air, terutama kotoran yang berukuran lebih besar. (Kumalasari dan Satoto, 2011). Arang aktif merupakan arang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas bersifat adsorben, dengan karakteristik batu zeolith yang memiliki permukaan internal dan eksternal yang cukup besar sehingga mampu menghasilkan kapasitas pengikat ion yang tinggi. (Kumalasari dan Satoto, 2011).

Penambahan perlakuan pada biofilter dengan variasi tekanan hidrostatis dan massa media filter bisa digunakan untuk mencari rangkaian biofilter terbaik. Tekanan hidrostatis akan meningkatkan daya tekan air untuk masuk kedalam pori, debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien (Alda Inesya Putri, 2015). Sedangkan massa material akan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Media yang terlalu tebal biasanya mempunyai daya saring yang sangat tinggi, tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang lama. (Alda Inesya Putri, 2015).

Menurut (Hermanto, 2018) mengenai penggunaan media cangkang kerang dan batu kerikil didapatkan hasil penurunan kadar pencemar menggunakan media cangkang kerang sebesar 50,8% BOD, 62,4% COD dan 41,6% TSS sedangkan untuk media batu kerikil adalah sebesar 55,9% BOD, 75,9% COD dan 75% TSS. Hal ini dikarenakan semakin besar luar permukaan, semakin besar efektivitas penurunannya

Menurut (Muhajar, 2020) Efisiensi pengurangan limbah rumah tangga pada variasi ketebalan media dan waktu filtrasi didapatkan hasil bahwa setiap terjadi peningkatan tinggi bahan media dan waktu fitrasi maka akan terjadi

peningkatan efisiensi pengolahan limbah rumah tangga (gray water) dengan peningkatan efisiensi setiap ketebalan media berkisar 1,2% menjadi 18,19% dan peningkatan efisiensi waktu proses hingga 5,46%

Diketahui bahwa hasil air yang sudah dilakukan proses filtrasi menggunakan biofilter alam sudah sesuai dan memenuhi standard baku guna. Oleh karena itu, penelitian tentang pengolahan air limbah industri tahu perlu dilakukan guna mencapai taraf standard baku mutu dan bisa disosialisasikan terutama bagi pengelola industri tahu guna menghindari pencemaran air.

Berdasarkan latar belakang diatas, sangat perlu peneliti meneliti tentang "Pengaruh Variasi Tekanan Hidrostatis dan Massa Media Terhadap Daya Tahan Biofilter dan Perubahan Kandungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metode Biofilter"

1.2 Rumusan Masalah

Uraian yang telah dijelaskan pada latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi tekanan hidrostatis terhadap perubahan kandungan pada air limbah tahu (BOD, COD, TSS dan pH) ?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa media filter terhadap perubahan kandungan pada air limbah tahu (BOD, COD, TSS dan pH) ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi tekanan hidrostatis terhadap perubahan kandungan pada air limbah tahu (BOD, COD, TSS dan pH)

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa media filter (arang aktif, zeolith dan ijuk) terhadap perubahan kandungan pada air limbah tahu (BOD, COD, TSS dan pH) ?

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel limbah air tahu yang digunakan adalah air limbah tahu dari Industri Tahu Bapak Romo Sumidi Ledok Kulon, Bojonegoro
2. Material filter yang akan digunakan adalah ijuk, arang aktivasi dan batu zeolith
3. Kandungan yang akan diuji adalah pH yang dihitung menggunakan pH meter dan kadar BOD, COD dan TSS menggunakan metode elektrometri
4. Tekanan hidrostatis yang akan divariasikan senilai 5.530,5 , 6.007,3 dan 6.484,1 Pa. Massa media filter yang akan divariasikan adalah 0.5, 0.75, dan 1 kg

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan bisa digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya tentang pengaruh variasi tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap perubahan kandungan air limbah industri tahu.

2. Manfaat Praktis

   Hasil dari penelitian ini semoga bisa dijadikan bahan masukkan bagi Pemerintah dan khususnya pemilik usaha industry tahu terkait dengan pengolahan air limbah industrii tahu untuk menghindari efek negatif dari air limbah industri tahu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Tahu

2.1.1 Pengertian Umum tentang Air Limbah Tahu

Air Limbah tahu merupakan sisa dari hasil pengolahan kedelai yang terbuang karena dalam proses pengolahannya gagal terbentuk menjadi tahu. Jenis limbah tahu dibagi menjadi dua yaitu dalam bentuk padat dan cair. Limbah yang dalam bentuk padat yang adalah hasil dari kotoran pembersihan kedelai, seperti ampas tahu. Sedangkan air limbah tahu adalah hasil dari pencucian tahu. Limbah yang paling banyak terbuang biasanya berupa limbah cair yang berpotensi untuk mencemari suatu perairan. (Henny, 2021).

Dalam proses produksinya seperti pencucian dan perebusan akan menggunakan air yang cukup banyak. Dengan banyaknya pemakaian, akibatnya juga akan berbanding lurus dengan banyaknya air limbah tahu yang dihasilkan. (Agung, 2017). Limbah cair industri tahu memiliki nilai pencemar yang tinggi. Pencemaran air limbah industri tahu berasal dari bekas perendaman kedelai, pencucian kedelai, air bekas perendaman tahu dan air bekas pencucian tahu.

Industri pengolahan tahu sendiri menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena mengandung komponen organik yang tinggi (Azzuro, 2010). Air limbah industri tahu memiliki kandungan protein dan asam amino yang menyebabkan limbah cair mengandung zat organik yang tinggi, yang akan menyebabkan kadar BOD, COD dan TSS yang tinggi juga. (Kaswinarni, 2007).

2.1.2 Kandungan Air Limbah Tahu

Air dari limbah industry tahu memiliki kandungan berupa bahan organic yang cukup tinggi, seperti protein dan asam amino. Adanya kandungan senyawa tersebut mengakibatkan adanya kadar BOD, COD dan TSS yang cukup tinggi (Husin, 2003) yang apabila limbah cair dibuang langsung ke sungai, maka akan menyebabkan pencemaran atau gangguan ekosistem.

Muhardi (2016) menyatakan bahwa limbah cair tahu mengandung setidaknya 65% protein, 25% karbohidrat, dan 1% lemak. Sehingga limbah cair tahu yang dihasilkan mengandung bahan organik yang tinggi. Adanya senyawa organik tersebut akan mengakibatkan air limbah industri tahu yang memiliki karakteristik pH, COD, BOD, amonia dan nitrat masih melebihi baku mutu air limbah.

Menurut Herlambang (2015) gas yang terkandung dalam air limbah tahu terdiri dari oksigen, hidrogen sulfida, karbon dioksida, amonia dan metana yang dihasilkan dari dekomposisi bahan organik yang ada dalam limbah cair. Limbah cair tahu mengandung bahan berupa senyawa organik yaitu protein yang dapat didegradasi menjadi bahan anorganik, degradasi ini melalui proses oksidasi akan menghasilkan senyawa yang lebih stabil.

2.1.3 Parameter Pencemar Air Limbah Tahu

Limbah air tahu bisa menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan. Karakteristik limbah industri tahu meliputi dua macam, yaitu kimia dan fisika. Sifat fisik meliputi padatan total, padatan tersuspensi, bau, warna dan suhu, sedangkan sifat kimia meliputi bahan organik, anorganik, dan gas. Berikut tabel baku mutu limbah usaha tahu dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Usaha Tahu *(Sumber : Peraturan Gubernur Jatim No.52 Tahun 2014)*

Parameter	**Baku Mutu (mg/L)**
BOD	50
COD	100
TSS	50
pH	6-9

2.1.4 Dampak Air Limbah Tahu Terhadap Lingkungan

Banyaknya limbah cair tahu yang dibuang tanpa proses pengelolaan yang baik akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia air yang akan berdampak pada kehidupan organisme di air. Air limbah tahu harus dilakukan pengolahan sebelum limbah tersebut dibuang ke perairan untuk mencegah timbulnya masalah buangan limbah tahu. (Henny, Sulistyawati, Fitriyani, 2021)

Kelangsungan hidup biota di perairan akan sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan. Kualitas air akan berubah jika masuk bahan-bahan seperti bahan organik yang dapat mencemari perairan, menghasilkan produk penguraian berupa amoniak NH_3, CO_2, H_2S, & asam asetat yang dapat menjadi racun bagi biota perairan, dan penurunan kualitas air yang menyebabkan gangguan terhadap kehidupan akuatik. Jika limbah ini terus menerus dialirkan ke sungai, maka akan berdampak negatif terhadap lingkungan perairan, termasuk bagi ikan budidaya yang dipelihara dalam keramba di lingkungan perairan, dan ekosistem perairan menjadi tidak stabil. (Henny, 2021).

Dampak negatif dari limbah tahu yang berdampak pada perairan merupakan suatu kerusakan pada alam tersebut. Yang dimana merusak alam merupakan perbuatan yang tidak disukai oleh Allah SWT.

Allah SWT sudah melarang umat manusia untuk melakukan kerusakan pada alam sebagaimana firman Allah SWT pada surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi :

وَلَا تُفْسِدُوْا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلَاحِهَا وَادْعُوْهُ خَوْفًا وَّطَمَعًاۗ اِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ (الاعرف : ٥٦)

Artinya : "*Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, setelah (Allah) telah menciptakannya dengan baik, maka berdoalah kepadanya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat kebaikan.* (Q.S Al-A'raf : 56)

Dari (Mujiono Abdillah : 2001) mengatakan bahwa bumi merupakan sebagai tempat tinggal manusia dan mahkluk hidup Allah sudah dijadikan Allah dengan penuh rahmatnya. Gunung. Lembah, sungai, lautan, daratan dll semuanya sudah disediakan Allah untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh manusia, bukan untuk dirusak maupun dibinasakan.

Allah menegaskan bahwa salah satu kurnia-Nya yang besar dilimpahkan kepada hamba-Nya adalah Ia menggerakkan angin sebagai tanda kedatangan rahmat-Nya. Angin yang membawa awan tebal dihalau ke Negara yang kering dan tanaman yang rusak karena tidak ada air, ke penduduk yang kelaparan dan kehausan dan sumur yang kering karena tidak ada hujan. Lalu Dia menurunkan hujan yang lebat di suatu negeri sehingga negeri tersebut subuh dan penuh berisi air. Dengan demikian Ia menghidupi penduduk dengan tanaman dan air yang melimpah ruah. Oleh karena itu, kerussakan di bumi atau lingkungan hidup tergantung bagaimana sikap manusianya itu sendiri. Karena di Al-Quran sudah dijelaskan pentingnya menjaga lingkungan sekitar baik keberlangsungan kehidupan di darat maupun biota laut.. Dalam tafsir al-Misbah karya M. Quraish

Shihah, makna اِصۡلَاحِهَا / ‘baik’ dalam ayat ini diidentikan dengan pelestarian lingkungan yang mana erat kaitannya dengan penugasan kekhalifahan manusia di muka bumi. M. Quraish Shihab menjabarkan bahwa hubungan pelestarian lingkungan dan tugas kekhalifahan sangatlah erat. Relasi tersebut diklasifikasikan menjadi tiga aspek, yaitu hubungan manusia dengan alam, manusia dan Tuhan (M. Quraish Shihah. *Membumikan al-Quran,* 461)

2.2 Tekanan Hidrostatis

Fluida statis merupakan bagian dari ilmu fisika yang membahas tentang fenomena tekanan pada air. Tekanan pada cairan atau biasa disebut tekanan hidrostatis dipengaruhi oleh massa jenis, kedalaman zat cair dan juga percepatan gravitasi. Berikut adalah karakteristik yang dikerjakan oleh suatu cairan, diantaranya : suatu tekanan akan menekan ke segala arah pada titik yang sama, tekanan cenderung meningkat seiring dengan semakin dalam benda dari permukaan atas air, tekanan memiliki tingkat tekanan yang sama pada kedalaman yang sama, tekanan di dalam cairan bergantung pada ketinggian kolom cairan dan tidak bergantung pada bentuk kolom cairan. (serway, 2014 dan kanginan, 2004).

Tekanan hidrostatis dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu : massa jenis zat, kedalaman zat cair (h) dan percepatan gravitasi (g) atau biasa dirumuskan sebagai berikut : $P = \rho \times g \times h$ (2.1)

Ket :

P = Tekanan Hidrostatis (Pa)

g = percepatan gravitasi ($^{m}/_{s^2}$)

ρ = Massa Jenis Zat Zair (gr/ml)

h = Kedalaman zat cair (m)

Kedalaman cairan juga mempengaruhi tekanan hidrostatis dalam cairan. Semakin jauh suatu titik dalam cairan dari permukaannya, semakin besar tekanan hidrostatiknya. Artinya, tekanan hidrostatis akan meningkat seiring bertambahnya kedalaman titik cair (h).

2.2.1 Tekanan Hidrostatis Terhadap Kemampuan Filtrasi

Tekanan hidrostatis merupakan tekanan yang disebabkan oleh gaya yang ada pada zat cair terhadap suatu luas bidang tekanan pada kedalaman tertentu (Serway RA, 2018). Pada persamaan 2.1 bisa disimpulkan bahwa semakin besar nilai massa jenis dan kedalaman suatu zat cair, maka tekanan hidrostatisnya juga akan semakin besar.

Tekanan hidrostatis mempengaruhi proses filtrasi dengan memaksa air melewati media filter dengan kecepatan tertentu. Dengan menerapkan tekanan hidrostatis yang semakin besar, maka akan semakin cepat pula air melalui media filter sehingga akan meningkatkan laju filtrasi.(Brosillo, 2017)

Namun, menurut (Mullyadi,S,E:2014) tekanan hidrostatis yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan pada media filter dengan mengurangi kemampuannya untuk menyaring partikel-partikel dari air dan tentunya mengurangi efisiensi proses filtrasi.

Pemberian tekanan hidrostatis pada biofilter untuk mendorong laju air agar sampai melewati media filter. Pemberian tekanan yang tinggi menyebabkan debit air juga tinggi sehingga media filter menjadi kurang efisien dalam menyaring air yang melewatinya, begitu pula dengan pemberian tekanan yang terlalu rendah menyebabkan debit air yang kecil sehingga kebutuhan air untuk dapat melewati media filter tidak tercukupi. (Aryani, 2012)

Pada penelitian yang dilakukan (Arland Diadon, 2019) membuktikan bahwa semakin cepat laju alir dan semakin cepat waktu tinggal maka persentase reduksi coliform semakin kecil. Sebaliknya, semakin lambat laju alir dan semakin lama waktu tinggal maka persentase penurunan coliform semakin besar, yang berarti biofilter dengan laju alir lebih kecil dan waktu tinggal lebih lama lebih efektif dalam menurunkan kadar coliform.

Debit air biasa dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t} \qquad (2.2)$$

Dimana : Q = Debit (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = waktu (s)

(Hery Setyobudiarso, 2014) dalam penelitiannya Rancang bangun Alat Pemurnian Air Limbah Cair Laundry Menggunakan Media Filter Kombinasi *Pasir–Arang Aktif*, mengatakan hasil bahwasanya pengolahan limbah laundry dengan metode filtrasi menggunakan pasir silika, zeolit menghasilkan penurunan COD, TSS tertinggi. dan warna pada tekanan 2 Bar meskipun kadar COD pada kedua perlakuan tekanan masih tinggi yaitu 746 mg/l pada tekanan 1 bar dan 908 pada tekanan 2 bar.

Keadaan ketinggian air (h) di atas media mempengaruhi jumlah debit atau laju filtrasi pada media. Ketersediaan muka air yang cukup tinggi di atas media akan meningkatkan tekanan air untuk masuk ke dalam pori-pori. Dengan muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi. Muka air di atas media akan naik jika lubang pori tersumbat (*clogging*) saat filter dalam kondisi kotor. (Alda Inesya Putri, 2015)

2.3 Pengaruh Massa Filter dalam Proses Filtrasi

Media filter adalah komponen penting dalam system filtrasi air yang digunakan untuk memisahkan partikel-partikel kecil dari air. Massa media filter merujuk pada jumlah media filter yang digunakan dalam system filtrasi. (Farahani,H. : 2021)

Studi yang dilakukan oleh Nouri et al (2019) menunjukan bahwa semakin banyak media filter yang digunakan, maka akan semakin tinggi kemampuan filtrasi yang dapat dicapai. Mereka juga menemukan bahwa penambahan media filter secara signifikan meningkatkan kemampuan filtrasi dalam system filtrasi zeolith dan arang aktif.

Massa media filter dalam proses filtrasi dapat mempengaruhi efisiensi filtrasi dan waktu proses filtrasi. Penambahan massa media filter pada proses filtrasi dapat meningkatkan efisiensi dengan cara meningkatkan luas permukaan dan ketebalan media filter. Semakin banyak media filter yang digunakan, semakin banyak partikel yang akan disaring.(Nouri, J. Khatae : 2019) Namun, dalam penambahan media filter terlalu banyak dapat menyebabkan resistensi aliran fluida yang tinggi, yang dapat mengurangi laju aliran dan waktu proses filtrasi (Karimi & Farahani : 2021)

2.4 Tinjauan Umum tentang Biofilter

Menurut khaer A (2014) dalam penelitiannya mengatakan bahwa biofilter adalah metode pengolahan air limbah secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada secara alami dalam air limbah untuk mengurangi kandungan senyawa organik dan non-organik serta bakteriologis dalam air limbah.

Prosedur kerja mengolah air kotor atau limbah menjadi sumber air higienis menggunakan biofilter pada dasarnya memanfaatkan sifat dasar bakteri pengurai. Mikroorganisme ini bersifat mengurai kotoran, meninggalkan cairan bebas kotoran dan sejenisnya. (Haridas: 2016). Sistem biofilter dilakukan dengan sengaja mengawetkan bakteri (mikroorganisme) pengurai yang dilakukan dengan memanfaatkan media kontak. Media ini lalu sengaja ditempatkan pada lokasi yang aliran air limbahnya mengalir terus menerus.

Habitat yg terbentuk melalui media kontak akan membentuk bakteri pengurai tumbuh. Pada prosedur ini biasanya ditandai dengan keluarnya lapisan mirip lendir atau biasa dikenal dengan kata biofilm. buat memastikan aliran limbah fluida cair yg selanjutnya diolah sebagai air bersih berjalan dengan baik, media kontak didesign berbentuk berongga. Mulai dari celah rongga media kontak, air akan mengalir melalui media kontak tersebut, sekaligus proses filterisasi air dilakukan oleh bakteri pengurai.

Air limbah yg masih mengandung zat organisme yg belum teruraikan di bak pengendap Jika melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis. Efisinesi biofilter tergantung dari luas kontak antara air limbah menggunakan mikroorganisme yg melekat di permukaan media filter tersebut. Makin luas bidang kontaknya, maka efisiensi penurunan zat organiknya semakin besar. Selain menghilangkan atau mengurangi konsentrasi zat organik/pencemar cara tersebu pun bisa mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi, ammonium, serta phospor (Herlambang, dkk, 2002).

Untuk mendapatkan hasil filtrasi/tingkat efluen yang baik maka juga diperlukan pemilihan media biofilter tepat juga. Pemilihan media biofilter juga

perlu diperhatikan karena peran biofilter sendiri cukup penting. Selain sebagai tempat berkembangnya mikroorganisme yang berperan dalam proses penyaringan juga berperan untuk mendapatkan unsur kehidupan yang dibutuhkan seperti kandungan nutrisi dan oksigen. Beberapa media yang dapat diperlukan tanah, kriril, ijuk, batu zeolith dan arang aktif. (Nurcahyani, 2006).

2.5 Tinjauan Umum Mengenai Media Biofilter (Ijuk, Arang Aktif dan Batu Ziolid)

2.5.1 Ijuk

Serat ijuk dan sabut kelapa merupakan serat alami yang sulit membusuk dikarenakan tidak ada dekomposer yang dapat menguraikan serat dan sabut tersebut. Selain itu, di Indonesia banyak terdapat tanaman palma dan kelapa yang serat sabut kelapanya diambil dari pohon tersebut. Kita tahu bahwa sabut kelapa dan sabut kelapa merupakan serabut yang kuat dan tahan lama. Selama ini pemanfaatan ijuk belum terlalu banyak yaitu sebagai bahan pembuatan sapu dan tali. Sabut kelapa masih banyak yang belum termanfaatkan sehingga terbuang sia-sia. Perkembangan teknologi memungkinkan perluasan penggunaan ijuk, termasuk sebagai media filter/reaktor biologis untuk proses penjernihan air (Dikper, 2014).

Ijuk memiliki struktur yang berpori dan berongga, sehingga dapat menahan partikel-partikel padat dalam air limbah. Selain itu ijuk memiliki daya serap yang tinggi terhadap zat-zat organic dan anorganik pada limbah, sehingga mampu menghilangkan kontaminan dalam air limbah.(Mohamed, Hamzah:2013). Teori tersebut didukung pada penelitian (Adebowale et al., 2015) mengenai penggunaan ijuk dalam pengolahan air limbah domestic didapat hasil bahwa

serabut ijuk dapat menghilangkan 77-96% padatan tersuspensi dan 60-98% bahan organic terlarut dalam air limbah.

Ijuk juga berfungsi menjadi penyaring kotoran yang ukurannya lebih besar .Ijuk dipergunakan sebab mempunyai kelenturan sekaligus kepadatan sebagai akibatnya mudah menyaring kotoran besar pada air (Kumalasari dan Satoto, 2011).

Fungsi dari ijuk serabut kelapa dalam proses filtrasi air ialah buat menyaring kotoran-kotoran halus dengan membentuk lapisan pasir, ijuk, arang aktif, pasir dan batu. dan pula menjadi media hambatan pasir halus supaya tidak lolos ke lapisan bawahnya. (Muhammad Nur Fajri, 2017)

2.5.2 Arang Aktif

Secara umum arang aktif atau karbon aktif merupakan jenis karbon yang diperoleh dari bahan baku alami seperti kayu, batok atau bahan organic lainnya dengan melalui proses karbonisasi yang menghasilkan material dengan pori-pori mikro yang sangat banyak dan luas permukaan yang besar, dengan adanya luas permukaan yang besar maka arang aktif memungkinkan untuk memiliki daya serap yang tinggi.(Chowdhury & Uddin: 2017).

Karbon aktif memiliki daya serap yang tinggi teerhadap berbagai jenis kontaminan dalam air atau bahan kimia. Karbon aktif juga memiliki kemampuan untuk menghilangkan bau, rasa pada air serta meningkatkan kualitas air (Kumar, A:2018)

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorf, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon maupun dari arang yang diolah dengan

cara khusus untuk menghasilkan luas permukaan yang lebih luas. (kumalasari.2011)

Arang aktif dapat dibedakan dengan arang biasa berdasarkan sifat permukaannya. Permukaan arang biasa masih tertutup oleh endapan hidrokarbon yang menghambat aktivitasnya, sedangkan pada permukaan arang aktif relatif bebas dari endapan, memiliki permukaan yang luas dan memiliki pori-pori yang terbuka, sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Untuk meningkatkan daya serap arang, bahan tersebut dapat diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi. (Lua, AC : 2004)

2.5.3 Batu Zeolith

Zeolith adalah suatu jenis mineral alam yang memiliki pori-pori kecil dan struktur Kristal yang teratur. (Heidari, M : 2015). Zeolith sering digunakan sebagai media filtrasi dalam pengolahan air, karena dapat menghilangkan sejumlah besar kontaminan dari air seperti ion logam berat, ammonia, sulfat dan senyawa organik. Air yang akan difiltrasi mengalir melalui zeolith dan kontaminan tersebut akan tersaring karena pori-pori zeolith yang kecil. Selain itu, zeolith juga dapat menyerap sejumlah besat ion logam melalui proses pertukaran ion (Younesi, H : 2015)

Batu zeolith dapat dimanfaatkan sebagai pengolahan air bersih, karena selain menyerap kandungan amonia air, batu ziolid juga dapat menjernihkan air. Selain itu juga dapat mengurangi bau amis pada air dan menjaga suhu tetap stabil.(Heidari, M : 2015)

Batu zeolith tergolong adsorben yang baik. Metode adsorpsi dapat menyerap logam berat dalam air limbah atau perairan dan memiliki selektivitas yang tinggi (Munandar, 2014)

Metode adsorbsi menyerap zat berbahaya dalam air maupun kandungan logam berat pada air limbah. Ziolid terbentuk oleh tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$ yang saling terhubungkan oleh atom-atom oksigen, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka (Chetam, 1992).

Mineral zeolith memiliki struktur kerangka tiga dimensi dan menunjukkan sifat pertukaran ion, adsorpsi dan katalis yang memungkinkannya digunakan dalam pengolahan limbah industri dan limbah nuklir. (Ary Ricardo Obe, 2011. Dilihat dari aspek fisika maupun kimia batu zeolith memiliki sifat yang unik, diantaranya : sebagai penukar ion, sebagai penyerap, katalisator yang lunak dan kering, dan sebagai penyerap. Dalam dunia industry batu ziolid dimanfaatkan sebagai filteralisasi air dalam menyerap logam berat yang menyebabkan tingkat kesadahan air (Aidha, rahman dan hartono, 2004).

2.6 Tinjauan Umum tentang Kandungan pada Limbah Cair Tahu (pH, BOD, COD dan TSS)

2.6.1 pH (Drajat Keasaman)

Menurut (Effendy, 2003) pH (drajat keasaman) adalah ukuran dari suatu tingkat konsentrasi dari ion hydrogen yang menunjukan tingkat keasaman air/perairan. Nilai besar kecilnya drajat keasaman akan menentukan sifat dari larutan tersebut.

Nilai pH (drajat keasaman) digunakan dalam menentukan maupun menyatakan tingkat kebasaan pada suatu larutan, atau bisa didefinisikan sebagai

kologaritma aktivitas dari ion hydrogen (H^+) yang terlarut. Oleh karena itu nilai pH (drajat keasaman) suatu larutan bergantung pada ion hydrogen yang terlarut. Saat semakin tinggi nilai konsentrasi ion hydrogen maka larutan tersebut akan memiliki sifat asam (Metcalf & Eddy: 2013)

Sedikit saja perubahan pH dari pH alami akan memberikan indikasi terganggunya sistem buffer. Hal ini dapat menyebabkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO_2 yang dapat membahayakan kehidupan biota perairan. PH permukaan air laut di Indonesia umumnya bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya antara 6,0 ± 8,5. Perubahan pH dapat memberikan pengaruh buruk terhadap kehidupan biota perairan, baik secara langsung maupun tidak langsung (Odum, 1993).

Menurut (sutika, 1989) ada beberapa factor yang menjadi pengaruh terhadap tingkat tinggi rendahnya suatu pH (drajad keasaman), yaitu : konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan, kondisi gas-gas dalam air seperti CO_2, temperature dan proses dekomposisi bahan organik.

Nilai pH yang kurang dari 4,8 dan lebih besar dari 9,2 maka bisa dianggap tercemar (Sary, 2006). Pada konsentrasi yang tinggi, CO_2 juga bisa masuk ke dalam perairan sehingga menyebabkan perubahan parameter kualitas air terutama pH air dan sistem karbonat. Pengasaman laut telah mengganggu kehidupan organisme laut, termasuk organisme yang mengalami pengapuran dalam siklus hidupnya, seperti *Halimeda sp*. *Halimeda sp* adalah jenis makroalga yang mengandung kadar kalsium tinggi, yang dalam siklus hidupnya terjadi proses pengapuran yang mampu menenggelamkan CO_2 di perairan (Soemarwoto, 2001).

2.6.2 BOD (Biochemical oxygen demand)

Biochemical oxygen demand (BOD) adalah parameter untuk menilai jumlah bahan organik terlarut (Metcalf, dan Eddy, 2003). BOD adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk mengetahui beban pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah, dan untuk menentukan sistem pengolahan biologis air tercemar (Trisnaini et al., 2018). Limbah cair dari industri tahu mengandung bahan organik terlarut yang cukup tinggi. (Wardana, 2004).

Terurainya bahan organik merupakan peristiwa alam, apabila suatu sungai tercemar oleh bahan organik, bakteri dapat menggunakan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi yang dapat mengakibatkan kematian ikan dan menimbulkan bau busuk pada air (Wicakso et al., 2018)

Menurut Zulkifli dan Ami (2001) nilai BOD yang cukup tinggi menandakan bahwa terdapat banyak senyawa organic dalam limbah sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organic, sedangkan nilai BOD yang rendah menunjukan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme.

Penguraian bahan organik secara biologis oleh mikroorganisme menyangkut reaksi oksidasi dengan menghasilkan karbon dioksida (CO2) dan air (H2O). Proses penguraian bahan organik dapat digambarkan sebagai berikut : (Hanum, 2002)

$$\text{Zat Organik} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

2.6.3 COD (Chemical Oxygen Demand)

Chemical oxygen demand (COD) merupakan jumlah asupan oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator dalam mengoksidasi material baik itu material organik ataupun material anorganik (Metcalf, dkk, 2003). *Chemical Oxygen Demand* (COD) juga disebut sebagai parameter yang biasanya digunakan sebagai standard tingkat pencemaran bahan organik dalam air limbah. Menurut Wicakso et al (2018) COD ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi di dalam air. Menurut Dahlan et al (2019) angka COD adalah ukuran pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat teroksidasi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Pengujian COD bisa dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan pengujian BOD, karena hanya membutuhkan waktu sekitar 2 jam.

Menurut Kaswinarni (2007) nilai COD selalu lebih besar dari nilai BOD dikarenakan sebagian besar senyawa akan lebih mudah teroksidasi secara kimia dibandingkan secara biologis. Untuk mengukur nilai COD membutuhkan waktu yang lebih singkat yaitu 3 jam, sedangkan pengukuran BOD membutuhkan waktu minimal 5 hari. Ketika nilai BOD dan COD diketahui, maka kondisi air limbah akan diketahui.

2.6.4 TSS (*Total Disolved Solid*)

Padatan tersuspensi total (TSS) ialah padatan yg mengakibatkan kekeruhan air, serta tidak bisa mengendap secara langsung (Effendi Hefni, 2003). Bagian yang termasuk TSS adalah tanah liat, pasir, ganggang, lanau, oksida logam, fungi. berdasarkan Dewi & Buchori (2016) padatan tersuspensi erat kaitannya dengan tingkat kekeruhan. Ketika semakin tinggi tingkat padatan

tersuspensi maka tingkat kekeruhan juga semakin tinggi. Dari Dahlan et al (2019) TSS dapat dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. Dari Sari (2017) TSS dari suatu sampel air ialah berat total bahan yang tersuspensi pada volume air tertentu, umumnya dinyatakan dalam mg/L. TSS yang tinggi mencegah masuknya sinar matahari ke dalam air sebagai akibatnya merusak proses fotosintesis serta mengakibatkan penurunan oksigen terlarut pada air.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan biofilter yang dilengkapi dengan perlakuan yaitu dengan memvariasikan tekanan hidrostatis dan massa media filter yang di inginkan dengan rancangan percobaan factorial dengan factor penentu adalah tekanan hidrostatis (P) dengan variasi masing-masing 5.530,5, 6.007,3 dan 6.484,1 Pa dan massa media filter (kg) dengan variasi masing-masing 0.5, 0.75, dan 1 kg.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2023. Industri Tahu Bapak Romo Sumidi Ledok Kulon, Bojonegoro sebagai tempat pengambilan sampel air buangan limbah tahu. Pengujian parameter air limbah tahu dilakukan di Laboratorium Kesehatan Bojonegoro

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Bak penampung air limbah sebelum difiltrasi 20 L, bak penampung setelah difiltrasi 20 L, gergaji, pipa PVC 4 inch, soldier, lem paralon, dakron lembaran, tangki *effluent dan influent.*

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Sampel air limbah industry tahu, dan media filter meliputi arang aktif, ijuk, batu zeolit.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Dependent

1. Kandungan air limbah cair industri tahu (pH, BOD, COD dan TSS)

3.4.2 Variabel Independent

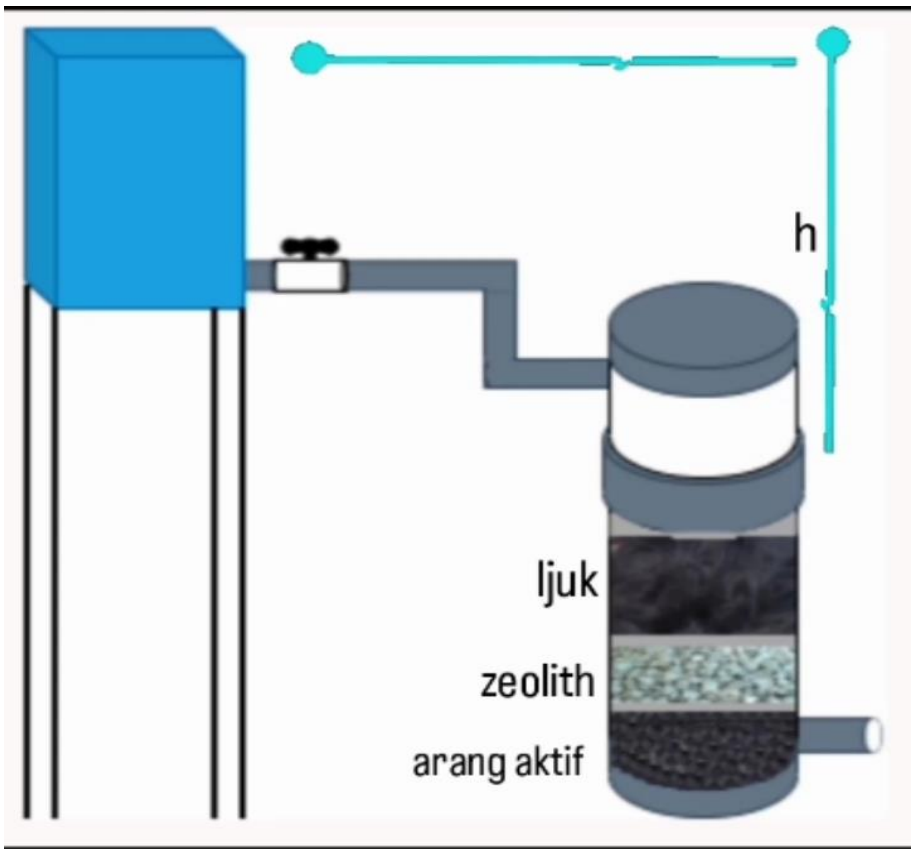
1. Tekanan Hidrostatis (Pa) : 5.530,5, 6.007,3 dan 6.484,1 Pa.
2. Massa Media Filter (kg): 0.5, 0.75, dan 1 kg.

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Membuat Rangkaian Biofilter

1) Pembuatan model untuk reaktor biofilter yang sudah direncanakan sesuai ukuran dan juga memvariasikan tekanan hidrostatis dan massa media filter.
2) Mempersiapkan seluruh alat-alat yang digunakan yaitu pipa, selang, meteran, solder dll.
3) Mempersiapkan bahan-bahan media filtrasi yaitu sampel limbah tahu, dakron, zeolith, arang aktif, dan ijuk.
4) Pada penelitian ini zeolith dan arang aktif yang akan digunakan adalah zeolith dan arang aktif dengan ukuran homogen antara 0.5-1 cm.
5) Reaktor biofilter yang siap untuk digunakan, kemudian akan diisi dengan bahan-bahan dari material filtrasi .

Sketsa dari reactor biofilter bisa dilihat pada gambar berikut :

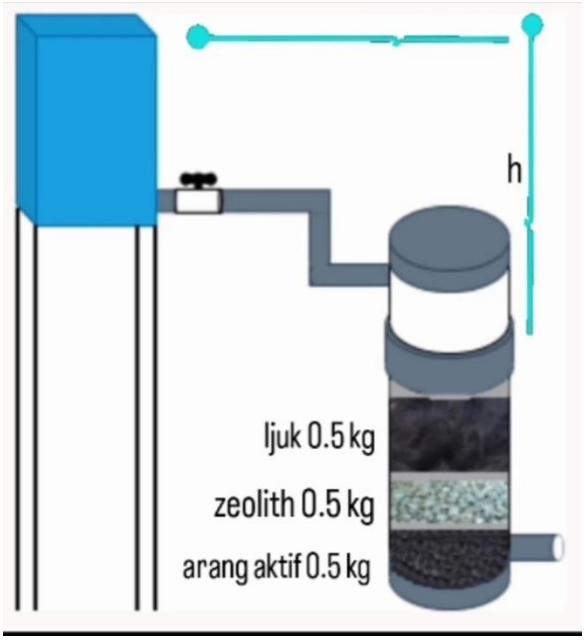


Gambar 3.1 sketsa reactor biofilter

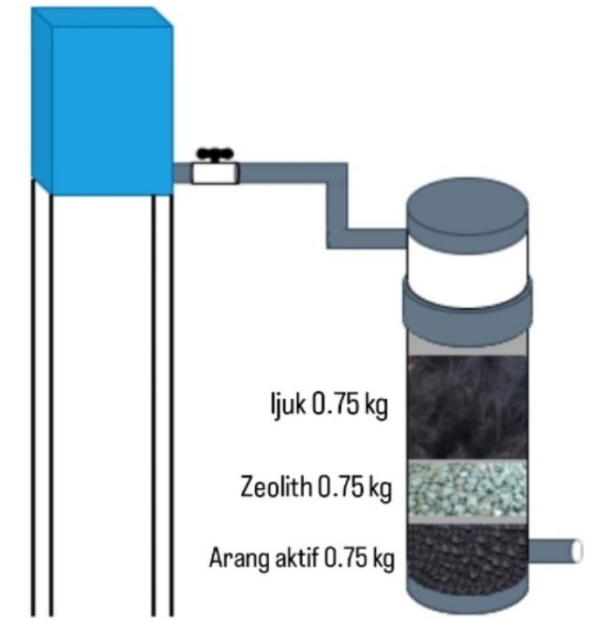
6) Pengisian pertama dimulai dari variasi pertama dengan urutan pengisian dimulai dari bawah yang pertama adalah dakron busa setebal 2 cm, lalu karbon aktif dari kelapa sawit dilanjutkan batu zeolith dan terakhir ijuk, lalu sebagai pembatas antara media satu dan yang lain digunakan dakron busa lembaran dengan ketebalan 2 cm hal ini dibertujuan supaya media filtrasi yang digunakan tidak akan bercampur satu sama lain.
7) Pemasangan pipa effluent untuk keluarnya air

3.5.2 Variasi Perlakuan pada Biofilter

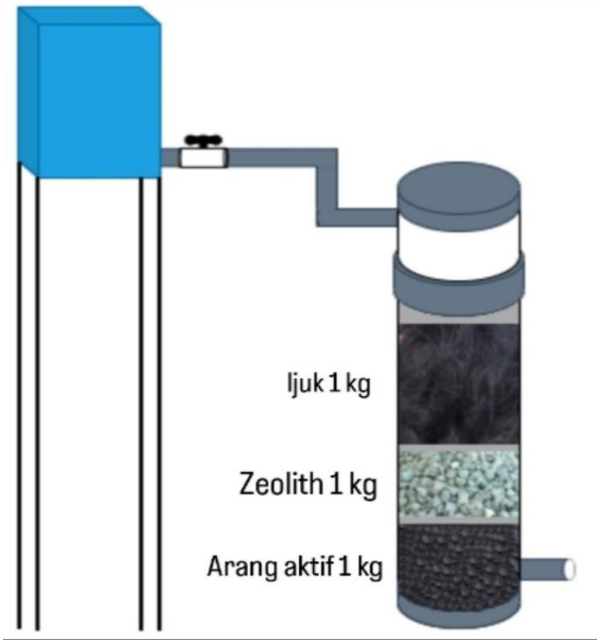
1) Saat rangkaian biofilter sudah berhasil dibuat, langkah selanjutnya adalah mengisi reactor biofilter dengan masing-masing variasi massa media filter variasi massa pertama masing-masing adalah



Gambar 3.2 sketsa biofilter variasi massa 0.5 kg



Gambar 3.3 Sketsa biofilter variasi massa 0.75 kg



Gambar 3.4 sketsa biofilter variasi massa 1 kg

2) Untuk tekanan hidrostatis divariasikan dengan masing-masing tekanan (variasi pertama tekanan hidrostatis bernilai 5.530,5 Pa, tekanan kedua bernilai 6.007,3 Pa dan dan tekanan ketiga bernilai 6.484,1 Pa)

   Nilai tekanan hidrostatis didapat dari rumus $P = \rho \times g \times h$

a. Massa jenis limbah tahu adalah sebesar $973 kg/m^3$
b. Percepatan gravitasi 9.8 m/s^2
c. Ketinggian air (gambar 3.2) dihitung dari puncak air pada tendon sampai bagian atas material filter (0.58, 0.63, 0.68 m)

3.5.3 Mengukur Kandungan (pH, BOD, COD dan TSS)

- **pH**

a) Kalibrasi pH Meter

1. Lakukan kalibrasi dahulu sebelum sampel diukur menggunakan pH meter
2. Persiapkan segelas air putih dan buffer dengan pH 6,86-7,86 sebagai bahan yang akan diuji kandungan pH air nya sebagai kelayakan alat pH meter.
3. Campurkan buffer ke dalam air putih dan diaduk hingga tercampur
4. Persiapkan pH meter dan tekan tombol ON pada pH meter
5. Masukkan sensor pH meter ke dalam campuran air dan buffer tersebut
6. Akan muncul angka pH pada layar pH meter
7. Saat angka pada pH meter pada layar sudah stabil, maka tekan tombol *cal* pada pH meter
8. Jika kadar pH air sudah sesuai dengan pH buffer, maka pH meter siap digunakan.

b) Pengukuran pH Sampel Air Limbah Industri Tahu

1. Lakukan hal yang sama terhadap air limbah tahu, namun tanpa buffer pada sampel.
2. Lakukan pembersihan terhadap sensor pH meter setiap kali selesai melakukan uji pH air
3. Catat hasil pada tabel data

- **BOD**

1. Memasukan alkali holder (pengaduk warna putih) dan tentukan volume sampel yang disesuaikan skala nilai BOD pada botol sampel;
2. Masukkan *Potassium Hydroxide* KOH di dalam botol gelas hitam sebanyak 1-2 tablet kemudian pasang BOD Sensor pada botol sampel;
3. Membuat Blangko setiap kali pemeriksaan;
4. Melakukan RESET pada alat BOD Sensor dengan cara menekan tombol SET & START secara bersamaan;
5. Menekan tombol SET, untuk mengatur skala yang sesuai jumlah volume sampel yang akan diperiksa;
6. Menekan tombol START, untuk memulai pengukuran pada alat;
7. Menentukan suhu 20°C pada Inkubator BOD, selama 15 menit;
8. Memasukan sampel botol BOD Sensor yang diletakkan pada *magnetic stirrers* di dalam inkubator BOD;
9. Lalu dibaca nilai BOD, dilakukan pada
    a. Hari I = tekan tombol START, catat hasil
    b. Hari II = tekan tombol START, catat hasil
    c. Hari III = tekan tombol START, catat hasil
    d. Hari IV = tekan tombol START, catat hasil
    e. Hari V = tekan tombol START, catat hasil
10. Tombol RESET ditekan pada apat BOD sensor dengan caraa menekan tombol SET dan START secara bersamaan
11. Dicatat hasil pada hari kelima sebagai hasil finish pemeriksaan BOD

$$Efektivitas\ nilai\ BOD = \frac{(kadar\ BOD\ awal - kadar\ BOD\ akhir)}{kadar\ BOD\ akhir} x\ 100\%$$

- **COD**

1. Menyiapkan alat dan bahan;
2. Memasukkan sampel (limbah cair) dan blanko (aquadest) sebanyak 2ml ke dalam tube test MR yang telah disiapkan;
3. Memasukkan sampel dan blanko ke dalam lubang pemanasan COD Reactor;
4. Menyalakan COD Reactor set suhunya 150ºC dan set pewaktu 120 menit;
5. Mengocok larutan minimal 2 kali selama proses pemanasan tersebut dengan cara balik vial (tutupnya menghadap ke bawah) dan kembalikan lagi, lakukan beberapa kali;
6. Mengeluarkan sampel dan blanko dari COD Reactor, dinginkan sampai suhu ruangan pada COD tube rack;
7. Menekan zero/test pada alat COD untuk pembacaan hasil;

`

$$Efektivitas\ nilai\ COD = \frac{(kadar\ COD\ awal - kadar\ COD\ akhir)}{kadar\ COD\ akhir}\ x\ 100\%$$

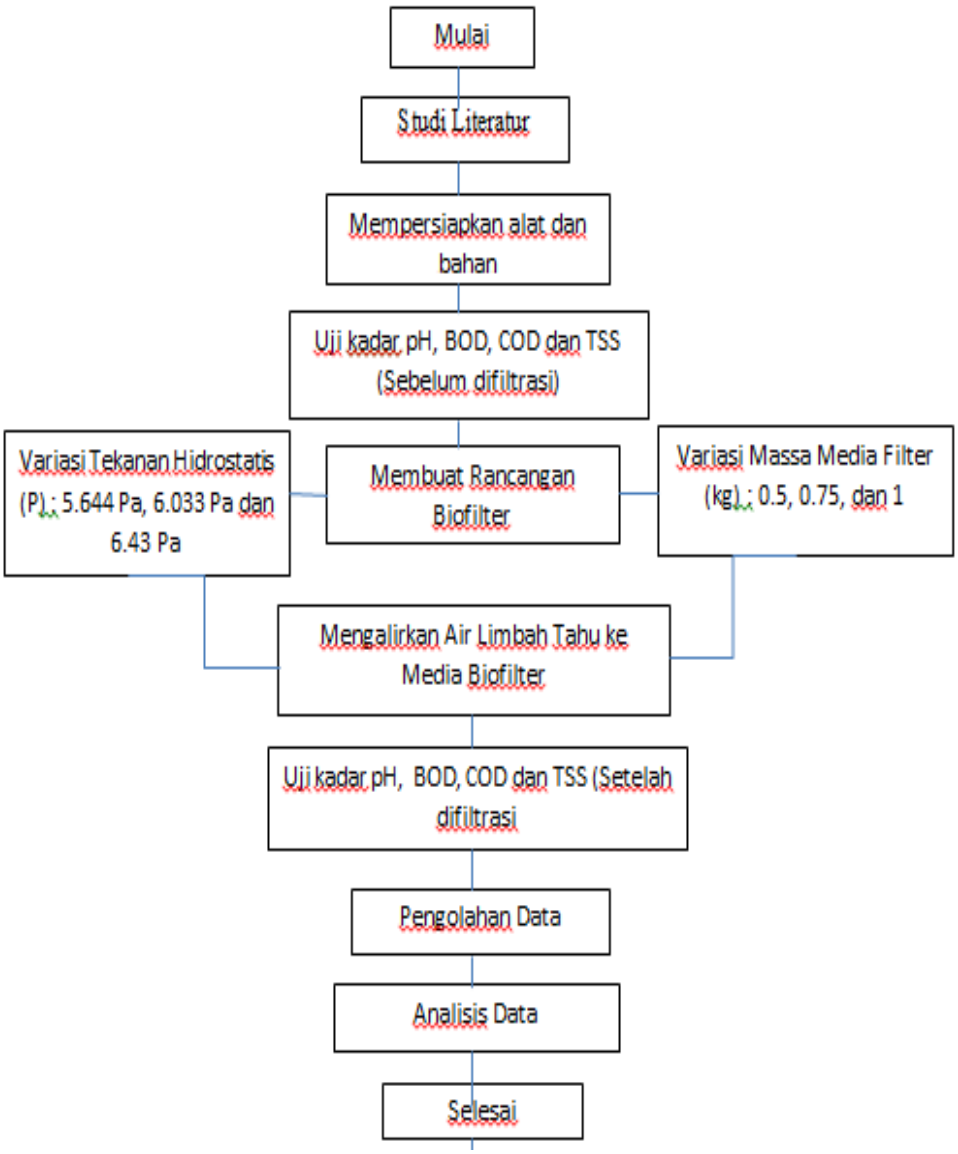
- **TSS**

1. Sampel dituang pada *beaker glass* sebanyak 50 ml;
2. Memeriksa sampel dengan menggunakan alat TSS (Total Suspended Sedimen) di *beaker glass* yang berisi sampel:
    a. Tekan ON pada alat,tunggu sampai alat ready
    b. Masukkan batang sensor test kedalam sampel air untuk uji TSS.
    c. Tunggu beberapa menit hingga muncul nilai dilayar
    d. Catat hasil pemeriksaan yang muncul pada layar
    e. Tekan tombol OFF untuk mematikan alat;

3. Membuat pencatatan dan pelaporan;

$$Efektivitas\ nilai\ TSS = \frac{(kadar\ TSS\ awal - kadar\ TSS\ akhir)}{kadar\ TSS\ akhir} x\ 100\%$$

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.5 Diagram Penelitian

3.8 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan mengukur kandungan air limbah tahu berupa kadar BOD, COD, TDS dan pH dengan variasi tekanan hidrostatis dan massa media biofilter.

Tabel 3.1 Tabel data kadar BOD pada air limbah tahu

Perlakuan		Hasil BOD Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0				
5.530,5	0,5				
	0,75				
	1				
6.007,3	0,5				
	0,75				
	1				
6.484,1	0,5				
	0,75				
	1				

Tabel 3.2 Tabel data kadar COD air limbah tahu

Perlakuan		Hasil COD Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0				
5.530,5	0,5				
	0,75				
	1				
6.007,3	0,5				
	0,75				
	1				
6.484,1	0,5				
	0,75				
	1				

Tabel 3. 3 Tabel data kadar TSS air limbah tahu

Perlakuan		Hasil BOD Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0				
5.530,5	0,5				
	0,75				
	1				
6.007,3	0,5				
	0,75				
	1				
6.484,1	0,5				
	0,75				
	1				

Tabel 3.4 Tabel data kadar pH air limbah tahu

Perlakuan		Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
0	0				
5.530,5	0,5				
	0,75				
	1				
6.007,3	0,5				
	0,75				
	1				
6.484,1	0,5				
	0,75				
	1				

3.9 Analisis Data

Untuk data kandungan BOD, COD, TSS dan pH akan dianalisis dengan “analisis faktorial ANOVA” menggunakan SPSS untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap kandungan BOD, COD, TSS, dan pH dilanjut dengan uji DMRT yang bertujuan melihat mana perlakuan yang paling baik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini merupakan pengolahan limbah cair dari industri tahu dengan menggunakan teknologi biofilter yang pada rangkaian biofilternya sendiri akan diberikan berupa variasi tekanan hidrostatis dan variasi massa media filter. Tekanan hidrostatis akan mengalirkan air limbah yang akan diolah di dalam kolom biofilter dan mendistribusikan secara merata melalui media filter. Sedangkan massa media filter digunakan untuk proses filtrasi baik secara fisika maupun kimia. Dengan semakin banyak media, juga akan semakin meningkatkan kontak air limbah dengan media Hal ini memungkinkan proses penguraian bahan organik dalam air limbah tahu menjadi lebih efektif.

Air limbah industri tahu yang digunakan ini berasal dari pabrik tahu Bapak Romo Sumidi yang air limbahnya dibuang ke sungai pembuangan. Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi tekanan hidrostatis dan massa media filter akan berdampak pada efektivitas pengurangan kandungan air limbah industri tahu.

Efektivitas pengurangan dihitung menggunakan persamaan

$$Efektivitas = \frac{(a-b)}{b} x\ 100\%$$

a = kandungan air limbah sebelum difiltrasi

b = kandungan air limbah setelah difiltrasi

Kandungan yang akan dihitung dari air limbah industri tahu ini diantaranya adalah : Kadar BOD (*Bio Oxygen Demand*), kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), kadar TSS (*Total Suspend Solid*) dan pH.

Uji BOD, COD, TSS dan pH dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro, baku mutu air limbah tahu yang digunakan pada penelitan ini sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya.

4.2 Hasil Analisis Data

4.2.1 Hasil Analisis Parameter BOD

Pengujian kandungan BOD air limbah tahu yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan BOD Air Limbah Tahu

Perlakuan		Hasil BOD Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0	86	86	86	86
5.530,5	0,5	50,50	52	53,25	51,58 ± 1,37
	0,75	48,25	49,10	47,40	48,25 ± 0,85
	1	46,23	44,25	43,45	44,64 ± 1,43
6.007,3	0,5	51,23	52,50	53,50	52,41 ± 1,13
	0,75	50,25	52,66	51,25	51,47 ± 1,21
	1	48,25	50,50	53,33	50,70 ± 2,54
6.484,1	0,5	56,50	58	59,12	57,87 ± 1,31
	0,75	56,10	56,25	56,40	56,25 ± 0,15
	1	54,50	55,90	55,70	55,36 ± 0,75

(Keterangan: Kandungan BOD sebelum diberi perlakuan (Kontrol) adalah 86 mg/L)

Pada tabel 4.1 ditunjukkan kandungan BOD limbah tahu sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hasil data BOD diujikan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro. Berdasarkan hasil uji laboratorium nilai BOD awal sebelum perlakuan adalah 86 mg/L yang dimana angka tersebut masih lebih dari baku

mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu untuk BOD adalah 50 mg/L. Sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan, pada penelitian ini menggunakan alat biofilter dengan variasi perlakuan.

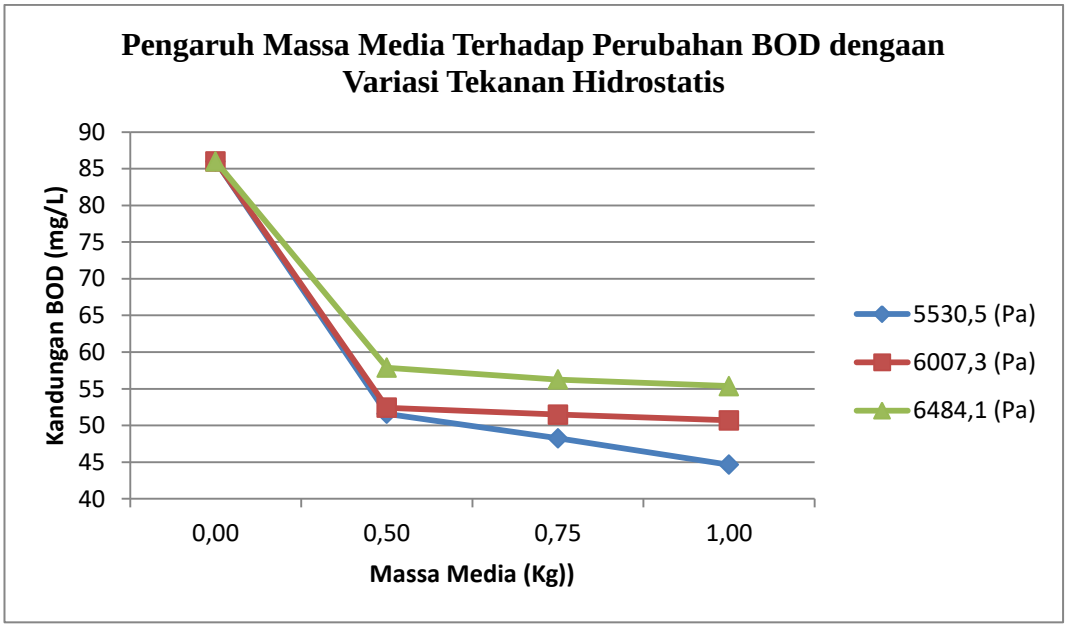
Perlakuan dilakukan dengan variasi tekanan hidrostatis dengan masing-masing nilai P=5.530,5 pa, P=6.007,3 pa dan P=6.484,1 pa dan variasi massa media filter masing-masing 0.5 kg – 1 kg. Setelah mengalami perlakuan, air limbah tahu yang pada mulanya 86 mg/L mengalami perubahan kandungan pada masing-masing perlakuan. Pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari nilai BOD 86 mg/L menjadi 44,64 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 92,65%. Lalu pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.007,3 Pa nilai penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 86 mg/L menjadi 50,70 mg/L dengan efektiviras nilai penurunan sebesar 69,63 %. Dan pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.484,1 Pa penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 86 mg/L menjadi 55,36 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 55,34 %.

Tingkat efektivitas penurunan kandungan BOD pengolahan limbah cair industri tahu dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. P=5.530,5 Pa, massa=1 kg

   Efektivitas nilai BOD = $(\frac{Kadar\ BOD\ awal - Kadar\ BOD\ akhir}{Kadar\ BOD\ akhir}) x\ 100\%$

   BOD = $\frac{(86-44.64)}{44.64}) x\ 100\% \ = 92.65\ \%$



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan BOD

Pada gambar 4.1 ditunjukkan grafik bahwa kandungan nilai BOD mengalami penurunan dari sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Pada grafik 4.1 juga ditunjukan bahwa grafik mengalami penurunan seiring bertambahnya nilai massa. Perlakuan dengan tekanan dengan nilai P=5.530,5 Pa dan massa filter terbesar dengan m=1 kg memiliki kandungan BOD yang paling rendah (memiliki efektivitas penurunan BOD paling banyak) dibanding dengan perbandingan tekanan dan massa filter lainnya.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Kandungan limbah BOD memiliki standard baku mutu yaitu 50 mg/L.

Pada tabel 4.1 ditampilkan hasil sampel sebelum dan sesudah perlakuan terhadap baku mutu air limbah. Pada data diatas setelah perlakuan bisa dilihat bahwa kandungan BOD mengalami penurunan kandungan pada seluruh perlakuan, namun untuk kandungan BOD yang memenuhi syarat baku mutu air

limbah adalah pada tekanan hidrostatis dengan massa media filter dengan nilai m=0,75 kg dan m=1 kg dan nilai P=5.530,5 Pa yaitu secara berturut-turut bernilai 44,64< 50 mg/L, dan 48,25<50 mg/L.

Berdasarkan data kandungan BOD setelah diberi perlakuan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1, selanjutnya akan dilakukan uji faktorial untuk melihat nilai rata-rata antara pengaruh tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap kandungan pada limbah cair tahu untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang ada pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Hasil analisis faktorial SPSS pada kandungan BOD limbah tahu

	Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig
Tekanan Hidrostatis	316.978	2	158.489	93.655	.000
Massa Media Filter	62.416	2	31.208	18.441	.000
Tekanan Hidrostatis* Massa Media Filter	24.0441	4	6.010	3.552	.026
Total	101068.105	27			

Berdasarkan analisis data statistik diatas menggunakan SPSS dengan uji faktorial pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada faktor tekanan hidrostatis memiliki pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan BOD pada air limbah tahu dengan nilai signifikansi 0,00 atau lebih kecil dari $\alpha < 0,05$ sehingga tekanan hidrostatis mempunyai pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan BOD pada air limbah tahu. Nilai signifikasi faktor massa media filter sebesar 0,00 dan interaksi antar kedua factor keduanya sebesar 0,026. Hasil dari kedua faktor menunjukkan hasil yang lebih kecil dari $\alpha < 0,05$ sehingga interaksi keduanya memiliki pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan BOD pada air limbah tahu, sehingga diperlukan beberapa uji lanjut. Selanjurnya dilakukan uji DMRT untuk membandingkan rata-rata masing-masing dari kelompok data. Berikut ini

adalah hasil DMRT untuk mengetahui mana variasi yang paling berpengaruh antara interaksi kedua faktor.

Tabel 4.3 Hasil uji DMRT tekanan hidrostatis terhadap kandungan BOD limbah tahu

Tekanan Hidrostatis (Pa)	Kandungan BOD (mg/L)	Notasi Huruf
5.530,5	48,1589	a
6.007,3	51,4967	b
6.484,1	56,4967	c

Notasi huruf menggambarkan apakah perlakuan masing-masing factor memiliki perbedaan atau tidak. Notasi yang berbeda menunjukan pengaruh perlakuan berbeda nyata. Pada tabel 4.3 perlakuan dari masing-masing tekanan hidrostatis memiliki notasi huruf yang berbeda. Perlakuan dengan tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan tekanan hidrostatis P=6.007,3 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda, yang berarti kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Lalu pada tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan P=6.484,1 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda, yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Begitu juga untuk tekanan hidrostatis P=6.007,3 Pa dengan P=6.484,1 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata.

Dari ketiga perlakuan tersebut tekanan hidrostatis dengan P=5.530,5Pa mengakibatkan berkurangnya selisih terbanyak dengan menyisakan kandungan BOD paling sedikit, digambarkan dengan notasi huruf a.

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT massa media filter terhadap kandungan BOD limbah tahu

Massa Media Filter (kg)	Kandungan BOD (mg/L)	Notasi Huruf
1	50,2344	a
0,75	51,9622	a
0,5	53,9556	a

Pada tabel 4.4 diperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan dari masing-masing massa media filter baik dengan m=1 kg, m=0,75 kg dan m=0,5 kg memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf a, yang berarti perlakuan dari ketiga massa media filter tersebut tidak berbeda. Namun media filter yang paling banyak mengurangi kandungan BOD limbah tahu adalah pada massa media filter m=1 kg.

4.2.2 Hasil Analisis Parameter COD

Tabel 4.5 Data Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan COD Air Limbah Tahu

Perlakuan		Hasil COD Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0	150	150	150	150
5.530,5	0,5	96,96	98,46	98,25	98,04 ± 0,81
	0,75	94,71	95,56	93,86	94,60 ± 0,85
	1	92,69	90,71	89,91	91,10 ± 1,43
6.007,3	0,5	97,69	98,96	99,96	98,87 ± 1,14
	0,75	96,72	99,12	97,71	97,93 ± 1,20
	1	94,50	96,50	99,79	97,16 ± 2,67
6.484,1	0,5	102,96	104,40	105,58	104,33 ± 1,69
	0,75	102,56	102,71	102,86	102,70 ± 0,15
	1	100,96	102,36	102,16	101,82 ± 0,75

(keterangan: kandungan COD air limbah sebelum diberi perlakuan adalah 150 mg/L)

Pada tabel 4.5 ditunjukkan kandungan COD limbah tahu sebelum, dan sesudah diberi perlakuan. Hasil data COD diujikan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro. Berdasarkan uji laboratorium nilai COD awal sebelum perlakuan adalah 150 mg/L yang dimana angka tersebut masih lebih dari baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No.

52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu untuk COD adalah 100 mg/L. Sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan, pada penelitian ini menggunakan alat biofilter dengan variasi perlakuan.

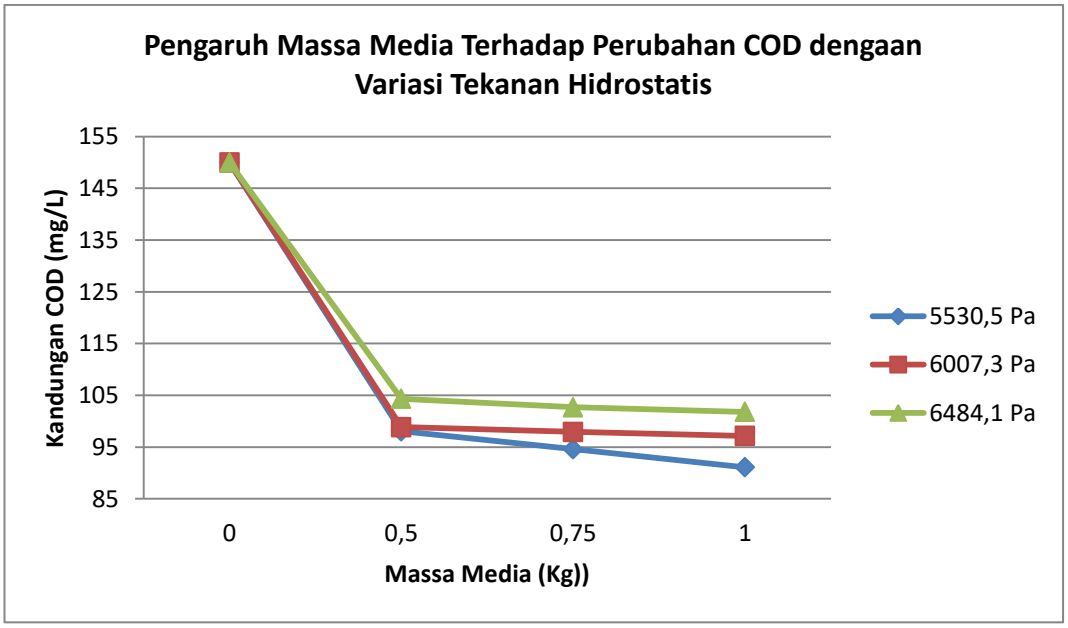
Perlakuan dilakukan dengan variasi tekanan hidrostatis dengan masing-masing nilai P=5.530,5 Pa - 6.007,3 Pa dan variasi massa media filter masing-masing 0.5 kg – 1 kg. Setelah mengalami perlakuan, air limbah tahu yang pada mulanya 150 mg/L mengalami penurunan pada masing-masing perlakuan. Pada media filter 1 kg penurunan terbaik yaitu pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa dari nilai COD 150 mg/L menjadi 91.10 mg/L dengan efektiviras nilai penurunan sebesar 64.65%. Lalu pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.007,3 Pa nilai penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 150 mg/L menjadi 97.16 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 54.38 %. Dan pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.484,1 Pa penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 150 mg/L menjadi 101.82 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 47.31 %.

Tingkat efektivitas penurunan kandungan COD pengolahan limbah cair industri tahu dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. P=5.530,5 Pa, massa=1 kg

   Efektivitas nilai COD = $\left(\frac{Kadar\ COD\ awal - Kadar\ COD\ akhir}{Kadar\ COD\ akhir}\right) x\ 100\%$

   $$\text{COD} = \frac{(150-91,14)}{98.04}) x\ 100\% = 64,65\ \%$$



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan COD

Pada gambar 4.2 ditunjukkan grafik bahwa kandungan nilai COD mengalami penurunan dari sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Pada gambar 4.2 juga ditunjukan bahwa grafik mengalami penurunan seiring bertambahnya nilai massa. Perlakuan dengan nilai P=5.530,5 Pa dan massa filter terbesar dengan m=1 kg memiliki kandungan BOD yang paling rendah (memiliki efektivitas penurunan COD paling banyak) dibanding dengan perbandingan tekanan dan massa filter lainnya.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Kandungan limbah COD memiliki standard baku mutu yaitu bernilai 100 mg/L

Pada gambar 4.2 ditampilkan hasil sampel sebelum dan sesudah perlakuan terhadap baku mutu air limbah. Pada data diatas setelah perlakuan bisa dilihat bahwa kandungan COD mengalami penurunan kandungan pada seluruh perlakuan, namun untuk kandungan COD yang memenuhi syarat baku mutu air

limbah adalah pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa dan P=6.007,3 Pa dengan seluruh variasi massa media filter dimana hasil COD <100 mg/L.

Berdasarkan data kandungan COD setelah diberi perlakuan pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2, selanjutnya akan dilakukan uji faktorial untuk melihat nilai rata-rata antara pengaruh tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap kandungan pada limbah cair tahu untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang ada pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Hasil analisis faktorial pada kandungan COD limbah tahu

	Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig
Tekanan Hidrostatis	303.547	2	151.773	84.182	.000
Massa Media Filter	64.373	2	32.187	17.853	.000
Tekanan Hidrostatis* Massa Media Filter	23.856	4	5.964	3.308	.034
Total	262140.756	27			

Berdasarkan analisis hasil data statistik dengan menggunakan SPSS dengan uji faktorial pada Tabel 4.6 menunjukkan adanya bahwa faktor tekanan hidrostatis memiliki pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan COD pada air limbah tahu dengan nilai signifikasi 0.00 atau lebih kecil dari ($\alpha < 0.05$) sehingga tekanan hidrostatis mempunyai pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan COD pada air limbah tahu. Nilai signifikasi faktor massa media filter sebesar 0.00 dan interaksi antar kedua factor keduanya sebesar 0.034. Hasil kedua faktor tersebut menunjukkan hasil yang lebih kecil dari ($\alpha = 0.05$) sehingga interaksi dari kedua perlakuan memiliki pengaruh yang nyata terhadap berkurangnya kandungan COD pada air limbah tahu, sehingga diperlukan untuk uji lanjut. Selanjurnya dilakukan uji DMRT pada uji ini akan membandingkan rata-rata masing-masing kelompok

data. Tabel di bawah merupakan hasil DMRT untuk mengetahui mana variasi yang paling berpengaruh antara interaksi kedua fackor.

Tabel 4.7 Hasil uji DMRT tekanan hidrostatis terhadap kandungan COD limbah tahu

Tekanan Hidrostatis (Pa)	Kandungan COD (mg/L)	Notasi Huruf
5.530,5	94,6189	a
6.007,3	97,9596	b
6.484,1	102,7867	c

Notasi huruf menggambarkan apakah perlakuan masing-masing factor memiliki perbedaan atau tidak. Notasi yang berbeda menunjukan pengaruh perlakuan berbeda nyata. Pada tabel 4.7 perlakuan dari masing-masing tekanan hidrostatis memiliki notasi huruf yang berbeda. Perlakuan dengan tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan tekanan hidrostatis P=6.007,3 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda, yang berarti kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Lalu pada tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan P=6.484,1 Pa memiiliki notasi huruf yang berbeda, yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Begitu juga untuk tekanan hidrostatis P=6.007,3 Pa dengan P=6.484,1 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata.

Dari ketiga perlakuan tersebut tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa mengakibatkan berkurangnya selisih terbanyak dengan menyisakan kandungan COD paling sedikit, digambarkan dengan notasi huruf a.

Tabel 4.8 Hasil uji DMRT massa media filter terhadap kandungan COD limbah tahu

Massa Media Filter (kg)	Kandungan COD (mg/L)	Notasi Huruf
1	96,6422	a
0,75	98,3044	a
0,5	100,4156	a

Pada tabel 4.8 diperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan dari masing-masing massa media filter baik dengan m=1 kg, m=0.75 kg dan m=0.5 kg memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf a, yang berarti perlakuan dari ketiga massa media filter tersebut tidak berbeda. Namun media filter yang paling banyak mengurangi kandungan BOD limbah tahu adalah pada massa media filter m=1 kg.

4.2.3 Analisis Parameter TSS

Tabel 4.9 Data Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan TSS Air Limbah Tahu

Perlakuan		Hasil TSS Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan (mg/L)			Rata-rata
		1	2	3	
0	0	54	54	54	54
5.530,5	0,5	32,63	34,13	34,38	33,71±1,10
	0,75	30,38	31,23	30,53	30,70±0,45
	1	29,36	29,38	29,50	27,75±0,07
6.007,3	0,5	33,36	34,63	35,63	34,54±1,13
	0,75	32,50	34,79	33,38	33,60±1,15
	1	30,25	32,60	35,46	33,77±2,60
6.484,1	0,5	38,17	40,15	41,25	39,85±1,55
	0,75	37,26	38,39	38,53	38,06±0,69
	1	36,65	38,03	37,83	37,50±0,74

(keterangan: kandungan TSS air limbah tahu sebelum difiltrasi adalah 54 mg/L)

Pada tabel 4.10 ditunjukkan kandungan TSS limbah tahu sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hasil data TSS diujikan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro. Berdasarkan uji laboratorium nilai TSS awal sebelum perlakuan adalah 54 mg/L yang dimana angka tersebut masih melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52

tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya yaitu untuk TSS adalah 50 mg/L. Sehingga perlu adanya upaya pengolahan, pada penelitian ini menggunakan alat biofilter dengan variasi perlakuan.

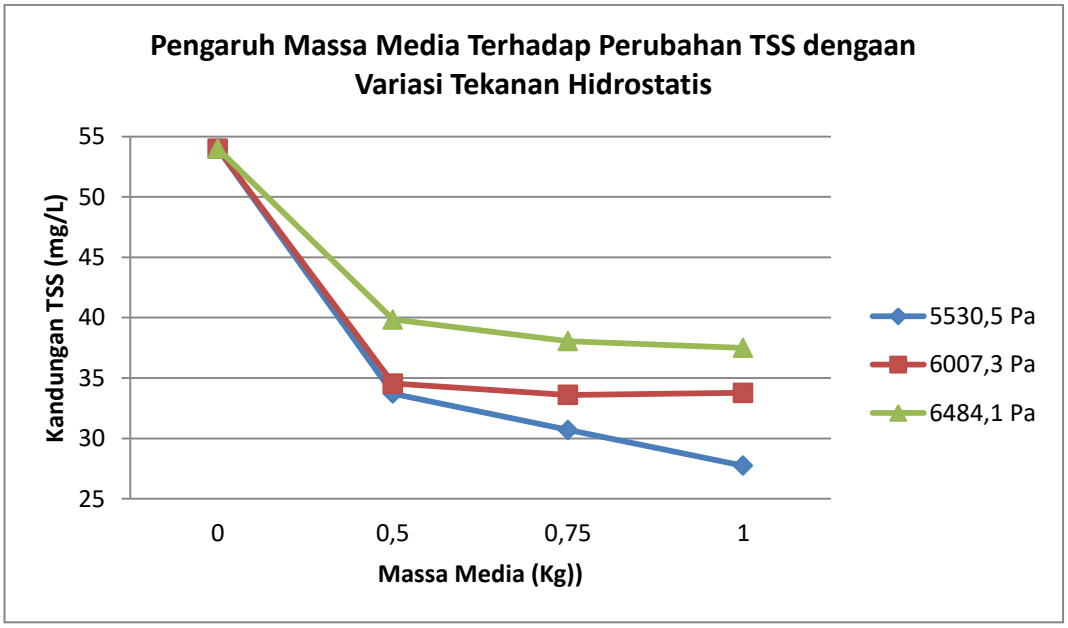
Perlakuan dilakukan dengan variasi tekanan hidrostatis dengan masing-masing nilai P=5530,5 – P=6.484,1 Pa dan variasi massa media filter masing-masing 0.5 kg – 1 kg. Setelah mengalami perlakuan, air limbah tahu yang pada mulanya 54 mg/L mengalami penurunan pada masing-masing perlakuan. Pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari nilai TSS 54 mg/L menjadi 27,75 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 94,59%. Lalu pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.007,3 Pa nilai penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 54 mg/L menjadi 33,77 mg/L dengan efektiviras nilai penurunan sebesar 59,9 %. Dan pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=6.484,1 Pa penurunan terbaik yaitu pada massa media filter 1 kg dari 54 mg/L menjadi 37,50 mg/L dengan efektivitas nilai penurunan sebesar 44 %.

Tingkat efektivitas penurunan kandungan TSS pengolahan limbah cair industri tahu dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

1. P=5.530,5 Pa, massa=1 kg

   Efektivitas nilai TSS = $(\frac{Kadar\ TSS\ awal - Kadar\ TSS\ akhir}{Kadar\ TSS\ akhir}) x\ 100\%$

   $$\text{TSS} = \frac{(54-27{,}75)}{33.71}) x\ 100\% \ = 94{,}59\ \%$$



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap Kandungan TSS

Pada gambar 4.3 ditunjukkan grafik bahwa kandungan nilai TSS mengalami penurunan dari sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Pada gambar 4.3 juga ditunjukan bahwa grafik mengalami penurunan seiring bertambahnya nilai massa. Dan dari seluruh variasi perlakuan antara tekanan dan massa filter, semua variasi perlakuan berada dalam baku mutu air limbah TSS yaitu nilai TSS<50 mg/L

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Kandungan limbah TSS memiliki standard baku mutu yaitu bernilai 50 mg/L.

Berdasarkan data kandungan TSS setelah diberi perlakuan pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.3, dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rata-rata pengaruh tekana hidrostatis dan massa media filter terhadap kandungan pada limbah cair tahu agar mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.10 Hasil analisis faktorial pada kandungan TSS limbah tahu

	Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig
Tekanan Hidrostatis	290.419	2	145.209	85.710	.000
Massa Media Filter	57.960	2	28.980	17.106	.000
Tekanan Hidrostatis* Massa Media Filter	22.036	4	1.649	3.252	.036
Total	262140.756	27			

Berdasarkan analisis data statistik menggunakan SPSS dengan uji faktorial pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa faktor tekanan hidrostatis memiliki pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan TSS pada air limbah tahu dengan nilai signifikasi 0.00 atau lebih kecil dari ($\alpha = 0.05$) sehingga tekanan hidrostatis mempunyai pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan TSS pada air limbah tahu. Nilai signifikasi faktor massa media filter sebesar 0.00 dan interaksi antar kedua factor keduanya sebesar 0.036. Hasil dari kedua faktor menunjukkan hasil yang lebih kecil dari ($\alpha = 0.05$) sehingga interaksi keduanya memiliki pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan TSS pada air limbah tahu, sehingga diperlukan uji lanjut. Selanjurnya dilakukan uji DMRT untuk membandingkan rata-rata masing-masing kelompok data. Berikut merupakan hasil DMRT untuk mengetahui mana variasi yang paling berpengaruh antara interaksi kedua factor.

Tabel 4.11 Hasil uji DMRT tekanan hidrostatis terhadap kandungan TSS limbah tahu

Tekanan Hidrostatis (Pa)	Kandungan TSS (mg/L)	Notasi Huruf
5.530,5	30,5022	a
6.005,3	33,6222	b
6.483,1	38,4733	c

Notasi huruf menggambarkan apakah perlakuan masing-masing factor memiliki perbedaan atau tidak. Notasi yang berbeda menunjukan pengaruh perlakuan berbeda nyata. Pada tabel 4.11 perlakuan dari masing-masing tekanan hidrostatis memiliki notasi huruf yang berbeda. Perlakuan dengan tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan tekanan hidrostatis P=6.005,3 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda, yang berarti kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Lalu pada tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan P=6.483,1 Pa memiiliki notasi huruf yang berbeda, yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata. Begitu juga untuk tekanan hidrostatis P=6.005,3 Pa dengan P=6.483,1 Pa memiliki notasi huruf yang berbeda yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata.

Dari ketiga perlakuan tersebut tekanan hidrostatis dengan P=5.530,5 Pa mengakibatkan berkurangnya selisih terbanyak dengan menyisakan kandungan TSS paling sedikit, digambarkan dengan notasi huruf a.

Tabel 4.12 Hasil uji DMRT massa media filter terhadap kandungan TSS limbah tahu

Massa Media Filter (kg)	Kandungan TSS (mg/L)	Notasi Huruf
1	32,4511	a
0,75	34,1100	a
0,5	36,0367	a

Pada tabel 4.12 diperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan dari masing-masing massa media filter baik dengan m=1 kg, m=0.75 kg dan m=0.5 kg memiliki notasi huruf yang sama yaitu huruf a, yang berarti perlakuan dari ketiga massa media filter tersebut tidak berbeda. Namun media filter yang paling banyak mengurangi kandungan TSS limbah tahu adalah pada massa media filter m=1 kg.

4.2.4 Analisis Parameter pH

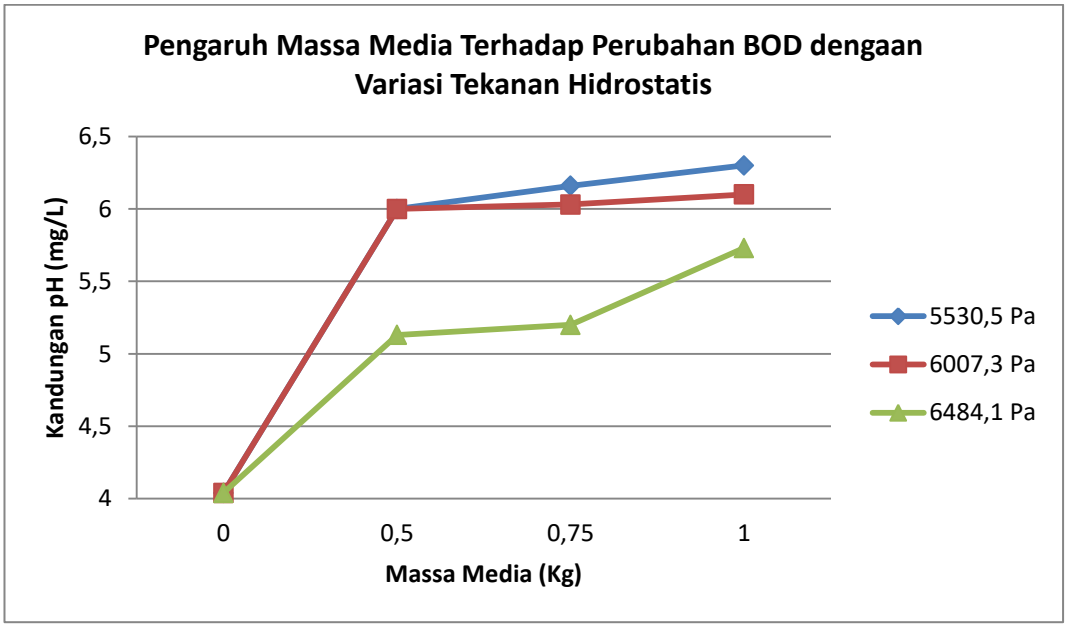
Tabel 4.13 Data Pengaruh Tekanan Hidrostatis dan Massa Filter terhadap pH Air Limbah Tahu

Perlakuan		Hasil pH Air Limbah Tahu Setelah Perlakuan			
Tekanan Hidrostatis (Pa)	Massa Media Filter (Kg)	Ulangan			Rata-rata
		1	2	3	
0	0	4,04	4,04	4,04	4,04
5.530,5	0,5	6	6,1	5,9	6±0,1
	0,75	6,2	6,3	6	6,16±0,152
	1	6,2	6,5	6,3	6,3±0,152
6.007,3	0,5	6	6,1	5,9	6±0,152
	0,75	5,9	6,1	6,1	6,03±0,1
	1	6	6,2	6,1	6,1±0,152
6.484,1	0,5	5,1	4,9	5,4	5.13±0,05
	0,75	5,1	5,3	5,2	5,2±0,152
	1	5,7	5,6	5,9	5,73±0,36

(keterangan: kadar pH awal sebelum diberi perlakuan adalah 4.04)

Pada tabel 4.13 ditunjukkan kadar pH limbah tahu sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hasil data pH diujikan di Laboratorium Kesehatan Daerah Bojonegoro. Berdasarkan uji laboratorium nilai pH awal sebelum perlakuan adalah 4.04 yang dimana angka tersebut masih belum memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya. (pH= 6-9). Sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan, pada penelitian ini menggunakan alat biofilter dengan variasi perlakuan.

Analisis data yang diperoleh menunjukkan hubungan antara tekanan hidrostatis dan massa filter terhadap pH air limbah tahu. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Pengaruh tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap kandungan pH air limbah tahu

Pada gambar 4.4 ditampilkan grafik pengaruh tekanan hidrostatis dan massa media filter dalam perubahan pH kandungan air limbah tahu. pH netral berada pada tingkat 6-9, beberapa perlakuan sudah sesuai menurut baku mutu nilai pH, sisanya belum sesuai pada baku mutu nilai pH (6-9) namun sudah mengalami kenaikan dari pH awal 4,04 dan menuju pada pH netral.

Pada gambar 4.4 juga ditampilkan perbandingan sampel sebelum dan sesudah perlakuan dengan baku mutu air limbah. Baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya adalah untuk kadar pH netral adalah 6-9. Pada data diatas setelah perlakuan bisa dilihat bahwa kadar pH mengalami kenaikan menuju netral pada seluruh perlakuan, namun untuk kadar

pH yang memenuhi syarat baku mutu air limbah adalah pada tekanan hidrostatis dengan nilai P=5.530,5 Pa dengan seluruh variasi massa filter dan P=6.007,3 Pa dengan seluruh variasi massa filter dimana kadar pH berada pada taraf netral dinilai sekitar 6-9. Sedangkan pada tekanan P=6.484,1 Pa kadar pH belum berada pada taraf netral.

Berdasarkan data kadar pH setelah diberi perlakuan pada Tabel 4.13 dan Gambar 4.4, dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rata-rata pengaruh tekanan hidrostatis dan massa media filter terhadap kandungan pada limbah cair tahu agar mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Hasil analisis faktorial pada kandungan pH limbah tahu

	Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig
Tekanan Hidrostatis	3.442	2	1.721	82.982	.000
Massa Media Filter	0.576	2	0.288	13.875	.000
Tekanan Hidrostatis* Massa Media Filter	0.256	4	0.064	3.080	.043
Total	709.470	27			

Berdasarkan analisis data statistik menggunakan SPSS dengan uji faktorial pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa faktor tekanan hidrostatis memiliki pengaruh nyata terhadap perubahan kadar pH pada air limbah tahu dengan nilai signifikasi 0.000 atau lebih kecil dari ($\alpha = 0.05$) sehingga tekanan hidrostatis mempunyai pengaruh nyata terhadap berkurangnya kandungan TSS pada air limbah tahu. Nilai signifikasi faktor massa media filter sebesar 0.00 dan interaksi antar kedua factor keduanya sebesar 0.043. Hasil dari kedua faktor menunjukkan hasil yang lebih kecil dari ($\alpha = 0.05$) sehingga interaksi keduanya memiliki pengaruh nyata terhadap perubahan kadar pH pada air limbah tahu, sehingga

diperlukan uji lanjut. Selanjurnya dilakukan uji DMRT untuk membandingkan rata-rata masing-masing kelompok data. Berikut merupakan hasil DMRT untuk mengetahui mana variasi yang paling berpengaruh antara interaksi kedua factor.

Tabel 4.15 Hasil uji DMRT tekanan hidrostatis terhadap kandungan pH limbah tahu

Tekanan Hidrostatis (Pa)	Kandungan pH	Notasi Huruf
6.484,1	5,3556	a
6.007,3	6,0444	b
5.530,5	6,1667	b

Notasi huruf menggambarkan apakah perlakuan masing-masing factor memiliki perbedaan atau tidak. Notasi yang berbeda menunjukan pengaruh perlakuan berbeda nyata. Pada tabel 4.15 perlakuan dari masing-masing tekanan hidrostatis memiliki notasi huruf yang berbeda. Perlakuan dengan tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dengan tekanan hidrostatis P=6.007,3 Pa memiliki notasi huruf yang sama, yang berarti kedua perlakuan tersebut tidak berbeda. Lalu pada tekanan hidrostatis P=5.530,5 Pa dan P=6.007,3 Pa dengan P=6.484,1 Pa memiiliki notasi huruf yang berbeda, yang artinya kedua perlakuan tersebut berbeda nyata..

Dari ketiga perlakuan tersebut tekanan hidrostatis dengan tekanan hidrostatis (P=6.484,1 Pa) memiliki pengaruh paling sedikit dalam menormalkan kadar pH dan belum termasuk dalam kadar pH netral (6-9)

Tabel 4.16 Hasil uji DMRT massa media filter terhadap kandungan pH limbah tahu

Massa Media Filter (kg)	Kandungan pH	Notasi Huruf
0,5	5,7111	a
0,75	5,8000	a
1	6,0556	a

Pada tabel 4.16 diperlihatkan bahwa perbedaan perlakuan dari masing-masing massa media filter baik dengan m=0.5 kg, m=0.75 kg dan m=1 kg memiliki notasi huruf yang sama yang artinya perlakuan ketiganya tidak berbeda yaitu dinotasikan dengan huruf a. Namun massa filter dengan m=1 kg memiliki pengaruh paling baik dalam menetralkan kadar pH dengan nilai pH 6.0556 yang sesuai dengan baku mutu kadar pH (6-9).

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Tekanan Hidrostatis terhadap Proses Filtrasi

Pada penelitian ini tekanan hidrostatis divariasikan pada ketinggian air dari permukaan material media filter. Keadaan tinggi muka air di atas media berpengaruh terhadap besarnya debit atau laju filtrasi dalam media (Muhajar:2020). Karena pengaruh gravitasi (g) dan massa jenis (ρ) dari limbah yang sama, maka kedua faktor tersebut dikatakan sejenis. Tekanan hidrostatis akan mempengaruhi waktu perjalanan limbah cair di dalam reaktor biofilter, atau lamanya proses pengolahan limbah cair tersebut. Semakin lama waktu tinggal, maka penyisihan yang terjadi akan semakin besar (Said, 2008).

Tekanan hidrostatis merupakan salah satu jenis dari fluida statis yang menggunakan gravitasi dalam pergerakan laju airnya. Menurut (Kusrini : 2020) fluida statis merupakan zat fluida yang dalam kondisi tidak bergerak atau bergerak namun tidak ada perbedaan kecepatan diantara partikel-partikelnya, artinya tekanan yang diberikan bernilai konstan.

Analisis data hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan antara pengaruh tekanan hidrostatis terhadap perubahan pada kandungan BOD, COD, TSS dan pH air limbah tahu. Tingkat efisiensi pengurangan kandungan air limbah

tahu berbeda-beda untuk setiap tekanan hidrostatis yang diberikan. Berdasarkan hasil grafik 4.1 4.2 4.3 terlihat bahwa efektivitas terbaik berada pada tekanan hidrostatis pada nilai P=5.530,5 (tekanan paling kecil) dengan rata-rata efektivitas penurunan sebesar 79.21%, jika dibandingan pada tekanan hidrostatis dengan ketinggian P=6.007,3 Pa dan P=6.484,1 Pa berturut-turut efektivitas penurunannya bernilai 66.93% dan 52.25%. Hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan dorongan yang bekerja dalam material penyaring (Budiarsosetyo, Hery : 2014). Pada tekanan tinggi terjadi pula laju difusi yang tinggi yang menyebabkan material penyaring sukar menahan larutan uji. Perbedaan konsentrasi BOD, COD, TSS dan pH akhir pada masing-masing tekanan hidrostatis disebabkan semakin tinggi tekanan yang diberikan yang maka kandungan limbah air tahu (BOD, COD, TSS dan pH) yang mampu diserap oleh material penyaring semakin kecil, hal ini dimungkinkan oleh karena deposisi pori-pori antar material penyaring akibat peningkatan tekanan hidrostatisnya (yuwono, endro : 2014).

Pada penelitian sebelumnya, pengaruh tekanan yang besar pada filtrasi menyebabkan kontak air pada media semakin cepat yang menyebabkan efektivitas proses filtrasi berkurang (Inesya, Alda : 2015). Seperti hasil (Hery Setyobudiarso, 2014), dalam penelitiannya penggunaan tekanan air yang lebih kecil dalam pengolahan air limbah laundry dapat mengurangi kandungan COD, TSS lebih banyak, dibanding tekanan air yang lebih besar.Pengurangan paling baik adalah pada tekanan air 2 bar. (Hery, Setyobudiarso : 2014)

Hasil analisis data menunjukkan bahwa variasi tekanan hidrostatis dapat memengaruhi kandungan pada air limbah tahu. Tekanan hidrostatis pada air

berpengaruh secara signifikan terhadap efektivitas pengurangan kandungan air limbah tahu. Signifikansi pengaruh tekanan hidrostatis terhadap perubahan kandungan air limbah tahu didapat nilai p=0.00 < α (0.05) Hasil uji faktorial ini menunjukkan bahwa variasi tekanan hidrostatis berpengaruh pada proses filtrasi dalam mengurangi kandungan negatif air limbah tahu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan hidrostatis dapat mempengaruhi proses filtrasi dimana kandungan air limbah tahu pada sampel awal BOD, COD, TSS dan pH berturut-turut sebanyak 86 mg/L, 150 mg/L, 54 mg/L dan pH=4.04 dan setelah perlakuan tekanan hidrostatis mengurangi kandungan BOD,COD,TSS berturut-turut adalah 48,1589 mg/l, 94.6189 mg/L, 30.5022 mg/L dan 6.01 .

4.3.2 Pengaruh Variasi Massa Media Filter terhadap Kandungan Air Limbah Tahu

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah karbon arang aktif dari kelapa sawit, batu zeolith, dan ijuk (semua bahan tersebut didapat dengan membeli secara online pada aplikasi jual beli online).

Pemilihan media dan ukuran adalah hal penting dalam perencanaan pembuatan biofilter. Beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya : menurut (Muhajar, Zulkifli: 2020) Ukuran diameter butir filtrasi yang mempengaruhi porositas, laju filtrasi, dan juga kemampuan menyaring, baik itu komposisi, proporsi, maupun bentuk susunan diameter butir media. Kondisi media yang terlalu kasar atau terlalu halus akan menyebabkan variasi ukuran rongga antar butir. Misalnya media filter setebal 10 cm dengan komposisi atau susunan rapat

akan memberikan hasil yang berbeda dengan media filter 10 cm dengan komposisi atau susunan berongga.

Ukuran pori akan menentukan tingkat/derajat porositas dan kemampuan menyaring partikel halus yang terkandung dalam air baku. Lubang pori yang terlalu besar akan meningkatkan laju filtrasi dan juga akan menyebabkan lolosnya partikel halus yang tersaring. Namun sebaliknya, ketika pori yang terlalu halus akan meningkatkan kemampuan menyaring partikel dan juga dapat menyebabkan clogging (tersumbatnya lubang pori oleh partikel halus yang tertahan) yang terlalu cepat (Alda Inesya Putri, 2015). Oleh karena itu, untuk menghindari hal tersebut maka diperlukan pemilihan ukuran material yang tepat, dan yang mulanya faktor ketebalan menjadi faktor massa dari material filter. Dengan bertambahnya massa media filter juga akan mempengaruhi ketebalan media filter namun akan lebih konstan dari media filter satu dengan yang lain (Togomi, Zulkifli:2020).

Menurut analisis hasil data pada tabel 4.1 tabel 4.6 dan tabel 4.11 menunjukan bahwa pengurangan kandungan air limbah tahu meliputi BOD, COD dan TSS adalah pada media filter dengan massa media yang paling besar yaitu 1 kg. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Ermayani : 2016) bahwa penambahan ketebalan filter meningkatkan efektivitas penurunan kandungan BOD dan COD air limbah sarung. Hasil yang didapatkan yaitu penurunan pada BOD dengan ketebalan karbon aktif 20 cm adalah 90,96 mg/L menjadi 9,82 mg/L. Pada COD dari 1397,03mg/L menjadi 13,54 mg/L.

Ketebalan material dengan ukuran tertentu akan menentukan lama dan tidaknya debit pengaliran dan daya saring. Material media yang terlalu tebal akan memiliki daya saring yang sangat tinggi,namun akan membutuhkan waktu

pengaliran yang lebih lama. Sebaliknya, material media yang terlalu tipis selain akan memiliki waktu pengaliran yang pendek, namun juga akan memiliki daya saring yang relative cukup rendah. (Alda Inesya Putri, 2015)

Hasil analisis data menunjukkan bahwa variasi massa media filter dapat memengaruhi kandungan pada air limbah tahu. Massa media berpengaruh secara signifikan terhadap efektivitas pengurangan kandungan air limbah tahu. Signifikansi pengaruh massa media filter terhadap perubahan kandungan air limbah tahu didapat nilai $p=0.00 < \alpha\ 0.05$ Hasil uji faktorial ini menunjukkan bahwa variasi massa media filter berpengaruh pada proses filtrasi dalam mengurangi kandungan negatif air limbah tahu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi massa media filter dapat mempengaruhi proses filtrasi dimana kandungan air limbah tahu pada sampel awal BOD, COD, TSS dan pH berturut-turut sebanyak 86 mg/L, 150 mg/L dan 54 mg/L dan setelah perlakuan massa media filter 0.5kg, 0.75 kg dan 1 kg mengalami perubahan kandungan BOD, COD, TSS dan pH berturut-turut adalah BOD = 54.9556 mg/L, 51.9622 mg/L dan 53.9556 mg/L. COD = 100.4156 mg/L, 98.3044 mg/L dan 96.6422 mg/L. TSS = 36.0367 mg/Lm 34.1100 mg/L dan 32.4511 mg/L

Media filter pada penelitian ini meliputi arang aktif, batu zeolith dan ijuk yang dimana setiap media memiliki manfaat dan fungsi masing-masing. Dilakukannya kombinasi media tersebut guna mendapatkan hasil penurunan kandungan air limbah secara maksimal.

1. **Media filter dalam penurunan kandunganTSS**

TSS (Total Suspended Solid) atau total padatan tersuspensi dalam air limbah merujuk pada jumlah total partikel padat yang terlarut dalam air

(Sulistyawati, 2021). Oleh karena itu, kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat tersuspensi yang ada di dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat, dan lumpur alami dalam limbah tahu sendiri zat yang tersuspensi adalah ampas dari kedelai yang diolah, yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987).

Menurut hasil analisis data pada penelitian ini penurunan kandungan TSS limbah air tahu berada pada massa media filter tertinggi yaitu pada massa media m=1 kg, lalu m=0.75 kg dan m=0.5 kg dengan efektivitas penurunan berturut-turut yaitu : 66,16%, 59,36% dan 50,67%. Dari penelitian prisusan (2019) mengatakan bahwa ijuk mampu menurunkan kadar TSS, dengan penurunan kandungan menjadi berkisar 6-8 mg/L pada bagian outlet. Dengan nilai rata-rata penurunan berkisar 165-207 mg/L dan nilai efektifitas penurunan 87-97 % . Kerapatan ijuk yang berbeda juga akan mempengaruhi proses penyaringan, bioijuk yang memiliki manfaat menyaring dan tempat menempelnya zat terlarut dan mikroorganisme (Hati, Permata :2019).

Penurunan kadar TSS yang terjadi karena beberapa faktor yakni faktor fisika dan faktor biologi. Faktor fisika padatan akan tersaring dan bahan tersuspensi akan tertahan pada serat-serat ijuk. Pada faktor biologi yaitu adanya bakteri dan alga yang menempel dan menetap dan memanfaatkan TSS (organik dan anorganik). Jenis alga yang ditemukan pada serat-serat bioijuk adalah *Osciliatoria, Cylindrocapsa* dan *Microspora stagnorum*, terjadi penurunanan TSS

karna mikroalga mampu menyerap bahan-bahan pencemaran pada perairan. Kemampuan mikroorganisme (bakteri dan alga) dalam menururunkan kadar TSS dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi sifat karaketeristik mikroba dan kepadatan sel, sedangkan faktor abiotik pH, kandungan nutrient, suhu dan cahaya (Malick dan Rai, 2012).

TSS yang tinggi berdampak pada tingkat kekeruhan air, kekeruhan air tahu berasal dari kedelai yang tercecer yang akan berdampak dengan berkurangnya penetrasi sinar matahari dalam air dan mengganggu proses fotosintesis dalam air yang mengakibatkan pasokan oksigen dalam air berkurang (sudarsono, jiyah & sukmono : 2016).

2. Media filter dalam penurunan kandungan COD dan BOD

Menurut Muhajir (2013), kecenderungan penurunan konsentrasi COD sejalan dengan penurunan konsentrasi BOD secara bertahap mengindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat biodegradable (dapat terdegradasi secara biologis).

Pada penelitian (Taufiq, Jatu : 2010) melaporkan bahwa massa terbaik karbon aktif dalam penurunan COD dan BOD berturut-turut adalah dalam variasi 1.4 gr dan 1.2 gr dengan efisiensi penurunan COD dan BOD secara bertrut-turut adalah 26.13% dan 22.27%. Hal ini disebabkan karena semakin besar perbandingan arang aktif yang dilalui aliran air limbah tahu, maka kemungkinan terjadinya interaksi antara zat-zat organik dalam limbah dengan arang aktif menjadi lebih besar. Saat setelah adsorbs maksimum makan akan terjadi penguraian (Handayani : 2005)

Arang yang sudah diaktifkan akan memiliki daya adsorbs yang tinggi zat warna, gas dan zat-zat tertentu yang toksik dan senyawa kimia-kimia lain, berbentuk amorf dan memiliki luas permukaan yang beragam 300-2500 m^2 per gram (Austin : 1996). Luas permukaan yang besar disebabkan karena karbon memiliki struk dalam (*internal surface*) yang berongga. Sehingga mempunyai kemampuan gas maupun zat yang ada dalam laarutan (Janowska *et al* 1991:103).

Selain arang aktif, kemampuan daya adsorbs zeolith juga dapat mempengaruhi kandungan pada limbah air tahu. Pada penelitian Trisnadewi, ketut gede & I, Nengeh (2017) menyatakan bahwa variasi massa zeolith 0.5, 1.0, 1.5, 2 gr mengalami efektivitas penurunan BOD berturut-turut sebesar 64.28%, 71.42%, 85.7% dan 78.5%. sedangkan untuk COD berturut-turut adalah 18.5%, 23.8%, 35.7% dan 32.7%. Karena pada zeolith mengandung senyawa alumina silica (Si/Ai) sehingga mempunyai pori dan luas permukaan yang relative besar, sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang tinggi. Bentuk Kristal zeolith relative teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah menyebabkan permukaan zeolith menjadi sangat luas, sehingga baik untuk digunakan sebagai adsorben.(Widyati, Cahyo:2013)

3. Media filter dalam perubahan kadar pH

pH merupakan suatu ukuran untuk menentukan sifat asam atau basa. pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Dalam penelitian yang telah dilakukan ini terjadi perubahan pH pada air limbah setelah melewati media adsorben zeolit dan karbon aktif. pH setelah melewati media cenderung naik dan menuju kondisi netral dari air limbah yang belum dilewatkan media adsorben zeolit dan karbon aktif baik itu pada massa filter 0.5 kg, 0.75 kg

dan 1 kg. Hal ini disebabkan oleh karbon aktif merupakan material penyerap yang efektif dan pengikat ion-ion logam dalam larutan, dengan bertambahnya tebal karbon aktif sebagai pengikat ion-ion logam, maka akan semakin meningkat nilai pH dari yg bersifat basa menuju air limbah yang bersifat normal (Athaya, Reta:2021).

Pada proses adsorpsi, unsur logam dalam air limbah akan diuraikan menjadi ion-ion logam dan ion hidroksida OH^-. Ion-ion logam akan ditarik karbon aktif dengan gaya Van der Waals sehingga yang tertinggal adalah ion OH^-. Interaksi ion-ion logam dengan karbon aktif adalah ion logam ditukar dengan gugus fungsi asam yang ada di permukaan karbon aktif sehingga ion-ion (H^+) berkurang (Elanda, Fikri : 2021).

Selain pengaruh karbon aktif, zeolit sebagai bahan filtrasi berpengaruh juga terhadap kenaikan pH hasil adsorpsi. Air limbah tahu yang melewati zeolit akan diikat kationnya karena zeolit sendiri bermuatan negatif untuk penyeimbang ion sehingga yang tertinggal adalah ion-ion negatifnya. Berkurangnya ion-ion (H^+) dan tersisanya ion-ion (OH^-) pada hasil adsorpsi menyebabkan kenaikan pH. Yosephina, Ardiani (2021) melaporkan bahwa pH hasil filtrasi menggunakan karbon aktif dan zeolith ddengan metode kapilaritas memiliki nilai kapilaritas tertinggi adalah 7.42.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa massa media filter berpengaruh terhadap pH. Massa media filter berpengaruh secara signifikan terhadap pH air limbah tahu dengan nilai $p=0.00 < \alpha = 0.05$.

4.4 Hasil Penelitian Penggunaan Biofilter Dalam Pengolahan Air Limbah Tahu dalam Perspektif Islam

Dari penelitian biofilter ini didapatkan hasil bahwa penggunaan bahan-bahan alam seperti ijuk, batu zeolith dan arang aktif pada rangkaian biofilter dapat mengurangi kandungan kurang baik yang terdapat pada air limbah tahu. Hal ini tentunya menjadikan manusia lebih memikirkan tentang segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT seperti memanfaatkan bahan yang ada di alam. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Shaad (38) : 27

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَآءَ وَالْاَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًاۗ ذٰلِكَ ظَنُّ الَّذِيْنَ كَفَرُوْا فَوَيْلٌ لِّلَّذِيْنَ كَفَرُوْا مِنَ النَّارِۗ(ص : ٢٧)

Artinya : "*dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah, yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, Maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka"* (Q.S Shaad (38) : 27)

Ayat diatas merupakan penegasan bahwa tidak ada satupun/sesuatupun di dunia ini yang diciptakan Allah yang tidak memiliki manfaat. Berdasarkan tafsir (Jalalain : 2009) pada kalimat وَمَا خَلَقْنَا السَّمَآءَ وَالْاَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا menjelaskan bahwasanya Allah SWT menciptakan segala sesuatu bukan tanpa hikmah dan manfaat, yang tidak beranggapan demikian merupakan orang kafir yang akan dimasukkan ke dalam neraka. Pada tafsir kemenag Allah menjelaskan bahwa Dia menjadikan langit, bumi, dan makhluk apa saja yang berada di antaranya, tidak sia-sia. Langit dengan segala bintang yang menghiasi, matahari yang memancarkan sinarnya di waktu siang, dan bulan yang menampakkan bentuknya yang berubah-ubah dari malam ke malam, sangat bermanfaat bagi manusia. Begitu juga bumi dengan segala isinya, baik yang tampak di permukaan ataupun

yang tersimpan dalam perutnya, sangat besar artinya bagi kehidupan manusia. Semua itu diciptakan Allah atas kekuasaan dan kehendak-Nya sebagai rahmat yang tak ternilai harganya.

Sebagai khalifah di bumi, manusia diberikan nikmat oleh Allah berupa akal yang digunakan untuk berfikir. Manusia pantas mempergunakan ide dalam pikirannya buat melindungi serta melestarikan alam yang ada disekitarnya. Manusia diciptakan, juga untuk bertanggung jawab serta berhak buat menggunakan sumber energi alam yang terdapat dalam bumi ini. Perbuatan tersebut dilakukan oleh orang yang betul- betul berfikir untuk sekedar wujud rasa syukur serta lebih mendekatkan diri kepada Allah SWT. Diantara banyak bahan alam yang kaya akan manfaat adalah batu zeolith, arang aktif dan ijuk. Pada penelitian sebelumnya maupun pabrik penghasil limbah cair sudah menggunakan bahan alam tersebut dikarenakan bahan tersebut dikenal merupakan absorben (penyerap) yang baik (ulil, amna : 2019). Kemampuan penyerapan dan filtrasi bahan tersebut menjadi landasan dibuatnya biofilter pada penelitian ini.

Adanya teknologi seperti biofilter merupakan suatu kemajuan ilmu pada bidang teknologi yang dialami manusia. Untuk mencapai titik itu manusia perlu mengalami eksperimen terhadap sesuatu, sampai membaca melalui petunjuk alam dan yang paling penting adalah sifat manusia itu sendiri yaitu rasa ingin tahu. Tidak seorangpun bisa menyangkal kalau di dalam Al-Qur'an tidak cuma diletakkan dasar-dasar peraturan hidup manusia dalam hubungannya dengan Tuhan si pencipta, dalam interaksinya sesama manusia, serta tindakannya terhadap alam di sekitarnya namun pula dinyatakan buat apa manusia diciptakan. Di dalam Al- Qur'an disebutkan pula garis besar tentang peristiwa alam semesta,

tentang penciptaan makhluk hidup, tercantum manusia didorong hasrat mau tahunya, dipacu akalnya buat menyelidiki seluruh apa yang terdapat di sekelilingnya. Dalam ayat-ayat Al-Qur'an, Allah SWT berikan bimbinganNya dengan berikan contoh apa saja yang bisa diamati serta buat tujuan apa pengamatan itu dicoba, supaya manusia senantiasa melaksanakan observasi buat mencari titik cerah dari apa yang sudah Allah gambarkan, karena alam semesta dan proses-proses yang terjadi di dalamnya sering kali dinyatakan sebagai " ayat-ayat Allah ". Maka, meneliti kosmos atau alam semesta dapat diartikan sebagai " membaca ayatullah ". Dalam Al-Qur'an surat Al 'Alaq ayat 1-5, Tuhan telah mengisyaratkan agar manusia mau belajar mengusai ilmu pengetahuan. Perintah Tuhan ini dalam firmannya:

اِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِيْ خَلَقَ ۚ خَلَقَ الْاِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۚ اِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْاَكْرَمُ ۙ الَّذِيْ عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۙ عَلَّمَ الْاِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۗ (العلق : ۱-۵)

Artinya : "*bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang telah mencipatakan. Dia menciptakan manusia dari segumpal darah, bacalah dan Tuhamnulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajari manusia dengan perantaraan kalam. Dia mengajari manusia apa yang belum diketahuinya*."

Perintahnya adalah "bacalah". Apa yang harus dibaca? Yang harus dibaca adalah alam semesta yang diciptakan Tuhan ini yang banyak mengandung ilmu pengetahuan. Dengan Tuhan sengaja menciptakan alam semesta ini agar dipelajari oleh manusia sebagai suatu ilmu pengetahuan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari analisis hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Variasi tekanan hidrostatis terbaik dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan menetralkan pH adalah pada tekanan hidrostatis dengan nilai 5.530,5 Pa
2. Variasi massa media filter terbaik dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan menetralkan pH adalah dengan massa 1 Kg untuk masing-masing media.

1.1 Saran

1. Perlu ditambahkan kandungan lain dalam parameter pengujian agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih lengkap
2. Bahan pada biofilter sendiri memiliki batas waktu penggunaan, jadi perlu diperhatikan juga kapan baiknya bahan tersebut diganti dengan yang baru, agar hasil filtrasi tetap maksimal

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Rohman, Sumantri, 2007, Analisis Makanan *"Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Protein Dalam Pangan"*, Gadjah Mada University Press, Yogjakarta.

Adi, Bingar Sasmita. 2016. *"Kualitas Tahu Kedelai Dengan Lama Fermentasi Tiga Hari dan Empat Hari ."* Program Studi Kimia, Fakultas Sains : 1–23.

Aidha, N. N. 2013. *"Aktivasi Zeolit secara Fisika dan Kimia untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) dalam Air Tanah*". J. Kimia Kemasan, 31(1), 58 – 64

Anggraini, D. 2007. *Analisis Kadar Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn pada Air Laut, Sedimen dan Lokan (Geloina coaxans) di Perairan Pesisir Dumai,Provinsi Riau. [Skripsi]*. Universitas Riau: Pekanbaru.

Aryani dan Soehoed Y.D.M (2012), *Tinjauan Tinggi tekanan Air dan Rembesan pada Bendungan Menggunakan Alat Peraga Bendung Tanpa Turap. Majalah Ilmiah* UKRIM Edisi 1/th XVII/2012. Jurusan Teknik Sipil Universitas Keristen Ianuemml Yogyakarta

Alonso, Marcelo dan Finn, edward J (1992), Dasar-Dasar Fisika Universitas, Jakarta: Penerbit Erlangga.

Chetam, D.A. 1992. *Solid State Compound*. London: Oxford University Press

Connell, D.W. and Miller G.J, 1984, *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*, John Wiley & Sons, Inc, New york

Dian Prasetyo, Yuyun Estriyanto dan Budi Harjanto, 2012. *"Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Bahan Gesek Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor* " Skripsi Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014. *Statistik Perkebunan Indonesia, Kelapa sawit 2013-2015*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Estiaty, L. M., Suwardi., Yuliana, I., Fatimah, D., dan Suherman, D. 2005. *"Pengaruh Zeolit terhadap Efisiensi Unsur Hara pada Pupuk Kandang dalam Tanah".* Jurnal Zeolit Indonesia, 4(2), 62 – 69.

Jamasri, 2008. "*Prospek Pengembangan Komposit Serat Alam Di Indonesia*". Pengukuhan Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada

Khaer A., Daud A., Stang. *Efektivitas Biofilter Anaerob Aerob Media Model Sarang Tawon dalam Mereduksi Limbah Cair Rumah Sakit* Universitas Hasanuddin. JST Kesehatan.2014; 4(4):318-27.

Kurniadie, Denny. 2011. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis.* Widya Padjadjaran.

Mitchell B., Setiawan B., dan Rahmi D.H., 2007. *Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Gadjah mada University Press. Yogyakarta.

Metcalf, and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4l Edition, McGraw-Hill, New York.

Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi ketiga. Yogayakarta*. Gajah Mada Universitypress.

Purwanto, B., 2004. *Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga di Kota Tangerang*, Percik Vol. 5 Tahun I.

Sary, 2006. *Bahan Kuliah Manajemen Kualitas Air*. Politehnik vedca. Cianjur.

Samlawi, A.K, dan Yasmina, R. (2016) "*Pembuatan Bio Metal-Matrix Composites (Mmcs) Sebagai Bahan Gesek Alternatif Rem Tromol Yang Ramah Lingkungan Dengan Memanfaatkan Serat Serabut Kelapa Sawit Dan Limbah Paduan Aluminium (Al)*" Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Soemarwoto O. (2001). *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta : Djambatan.

Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press) : Jakarta.

Suwardi. 2009. *"Teknik Aplikasi Zeolit di Bidang Pertanian sebagai Bahan Pembenah Tanah*". Jurnal Zeolit Indonesia, 8(1), 33 - 38.

Vinta, Jojor. (2015). PENGARUH JENIS PELARUT DAN TEMPERATUR REAKSI PADA SINTESIS SURFAKTAN DARI ASAM OLEAT DAN n-METIL GLUKAMINA DENGAN KATALIS KIMIA. *Jurnal Teknik Kimia.* 4(1). 25-29

Widiaastuti P. 2005 *Pengelolaan Aman Limbah Layaman Kesehatan*, Jakarta : EGC

Wiwin, Aldi, Silviyani. (2017). PEMANFAATAN BATU ZEOLIT SEBAGAI MEDIA AKLIMATISASI UNTUK MENGOPTIMALKAN PERTUMBUHAN ANGGREK BULAN (Phalaenopsis sp.) HIBRIDA. *Jurnal Bioma* (6). 29-38

Zulfa, S Indana, Nikmah, Khoirun. (2005). Analisis Penguasaan Konsep pada Tekanan Hidrostatis dan Hukum Pascal Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Artikel Riset.* (9). 26-29

Zjahra, Wahyu. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Akta Kimindo.* 3(1). 127-140

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Analisis Uji Faktorial

a) BOD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tekanan.massa

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	73553.984[a]	9	8172.665	4829.419	.000
tekanan	316.978	2	158.489	93.655	.000
massa	62.416	2	31.208	18.441	.000
tekanan * massa	24.041	4	6.010	3.552	.026
Error	30.461	18	1.692		
Total	73584.445	27			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = ,999)

b) pH

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	930.037[a]	9	103.337	4982.339	.000
tekanan	3.442	2	1.721	82.982	.000
massa	.576	2	.288	13.875	.000
tekanan * massa	.256	4	.064	3.080	.043
Error	.373	18	.021		
Total	930.410	27			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = .999)

c) COD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: tekanan.massa

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	262108.303[a]	9	29123.145	16153.301	.000
tekanan	303.547	2	151.773	84.182	.000
massa	64.373	2	32.187	17.853	.000
tekanan * massa	23.856	4	5.964	3.308	.034
Error	32.453	18	1.803		
Total	262140.756	27			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

d) TSS

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TSS

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	31949.328[a]	9	3549.925	2095.358	.000
tekanan	290.419	2	145.209	85.710	.000
massa	57.960	2	28.980	17.106	.000
tekanan * massa	22.036	4	5.509	3.252	.036
Error	30.495	18	1.694		
Total	31979.823	27			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,999)

Lampiran 2 Rangkaian Biofilter

Reaktor Bilfilter 1.

Reaktor Biofilter 2

Reaktor biofilter (3)

Reaktor Biofilter (4)

Lampiran 3 Hasil Uji Lab dari LabKesDa Bojonegoro

PEMERINTAH KABUPATEN BOJONEGORO
DINAS KESEHATAN
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH KELAS B
JL.AHMAD YANI NO 4 TELP: 08125980922
BOJONEGORO
Email : labkesdabojonegoro@gmail.com

No. Lab : 076/LAB6/2022
Jenis Sampel : Air Limbah (IPAL) Kode B1.1
Asal /Lokasi : Pabrik Tahu Bapak R.Sumidi Ds.ledok kulon , Kec. Bojonegoro
Pemilik / Pengirim : Hanif Dwi Cahyo Wibowo
Petugas Sampling : Karyawan
Tanggal Pengambilan : 06/02/2023
Tanggal Diterima & Diperiksa : 06/02/2023

No	Parameter	Satuan	Metode	Baku Mutu	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
A. Fisika							
1	Suhu	°C	-	Suhu udara ± 30 °C	-	27°C	
2	Total Suspended Solid	mg/l	Elektrometri	50	-	32,63	
B. Kimia							
1	PH	#	Elektrometri	6 - 9	-	6	
2	BOD5	mg/l	Elektrometri	50	90	50,50	
3	COD	mg/l	Elektrometri	100	-	96,96	

Pertimbangan : Parameter TSS, BOD dan COD Belum Memenuhi Batas Syarat Air Limbah

BAKU MUTU*)
*) Peraturan Gubernur Jatim No 52/2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jatim No 72/2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Mengetahui
Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah
Kabupaten Bojonegoro

NENIK MARDIASTUTIK Amd Keb
NIP. 19770321 200701 2011

Bojonegoro, 10 Februari 2023
UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah
Kabupaten Bojonegoro
Pemeriksa

ANIKA RAHAYU, A.Md.AK
NIP. 19860615 201001 2 009

Hasil data hasil LabKesDA (1)

PEMERINTAH KABUPATEN BOJONEGORO
DINAS KESEHATAN
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH KELAS B
JL.AHMAD YANI NO 4 TELP: 08125980922
BOJONEGORO
Email : labkesdabojonegoro@gmail.com

No. Lab : 078/LAB6/2022
Jenis Sampel : Air Limbah (IPAL) Kode B1.3
Asal /Lokasi : Pabrik Tahu Bapak R.Sumidi Ds.ledok kulon , Kec. Bojonegoro
Pemilik / Pengirim : Hanif Dwi Cahyo Wibowo
Petugas Sampling : Karyawan
Tanggal Pengambilan : 06/02/2023
Tanggal Diterima & Diperiksa : 06/02/2023

No	Parameter	Satuan	Metode	Baku Mutu	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
A. Fisika							
1	Suhu	°C	-	Suhu udara ± 30 °C	-	27°C	
2	Total Suspended Solid	mg/l	Elektrometri	50	-	29,36	
B. Kimia							
1	PH	#	Elektrometri	6 - 9	-	6,2	
2	BOD5	mg/l	Elektrometri	50	90	46,23	
3	COD	mg/l	Elektrometri	100	-	92,69	

Pertimbangan : Semua Parameter Memenuhi Batas Syarat Air Limbah

BAKU MUTU*)
*) Peraturan Gubernur Jatim No 52/2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jatim No 72/2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Mengetahui
Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah
Kabupaten Bojonegoro

NENIK MARDIASTUTIK Amd Keb
NIP. 19770321 200701 2011

Bojonegoro, 10 Februari 2023
UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah
Kabupaten Bojonegoro
Pemeriksa

ANIKA RAHAYU, A.Md.AK
NIP. 19860615 201001 2 009

Hasil data hasil LabKesDa (2)

Lampiran 4. Perhitungan Tekanan Hidrostatis

- Ketinggian
  - h1= 58 cm= 0,58 m
  - h2= 63 cm= 0,63 m
  - h3= 68 cm= 0,68 m

- Percepatan Gravitasi
  - g= 9,8 $^{m}/_{s^2}$

- Massa Jenis

  P = ρ x g x h
  - P= m/v
    - Massa air= m. gelas total-m. gelas kosong
      = 111,24-62,59
      = 48,65 gr = 0,04865 kg
    - Volume air = 50 ml = 0,05 L x 0,001 = 0,00005m^3
    - Massa jenis = Massa air/vol air
      = 0,04865 kg/0,00005m^3 = 973 kg/m^3

- P1 = ρ x g x h1
  = 973 x 9,8 x 0,58
  = 5.530,5 Pa
- P2 = ρ x g x h2
  = 973 x 9,8 x 0,63
  = 6.007,3 Pa
- P3 = ρ x g x h3
  = 973 x 9,8 x 0,68
  = 6.484 Pa

KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : http://fisika.uin-malang.ac.id, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Hanif Dwi Cahyo Wibowo
NIM : 19640031
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Tekanan Hidrostatis dan Massa Media Filter Terhadap Perubahan Kandungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metode Biofilter
Pembimbing 1 : Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes
Pembimbing 2 : Mubasyiroh, S.S,. M.Pd.I

- **Konsultasi Fisika**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	7 September 2022	Konsultasi Judul	
2.	15 September 2022	Konsultasi BAB I	
3.	19 September 2022	Konsultasi BAB I & II	
4.	13 Oktober 2022	Konsultasi BAB III	
5.	6 April 2023	Konsultasi BAB IV	
6.	10 April 2023	Konsultasi BAB IV	
7.	12 April 2023	Konsultasi revisi BAB IV	
8.	21 Juni 2023	Konsultasi Semua BAB	

- **Konsultasi Integrasi**

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	30 Maret 2023	Konsultasi Integrasi BAB I	
2.	3 April 2023	Konsultasi Integrasi BAB II & IV	
3	21 Juni 2023	Konsultasi Abstrak, Integrasi BAB I,II & IV	

Malang, 21 Juni 2023
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Maimam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002