**STUDI PERENCANAAN DESAIN INSTALASI PENGELOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM KOLAM SANITA PADA INDUSTRI TAHU DI KECAMATAN KEMLAGI, KABUPATEN MOJOKERTO**

**Muhammad Zalfain.1, Eko Noerhayati 2, Anita Rahmawati3**

**1Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,**

**e-mail:** [**m.zalfain@gmail.com**](mailto:m.zalfain@gmail.com)

**2Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,**

**e-mail:** [**eko.noerhayati@unisma.ac.id**](mailto:eko.noerhayati@unisma.ac.id)

**3Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,**

**e-mail:** [**anita.rahmawati@unisma.ac.id**](mailto:anita.rahmawati@unisma.ac.id)

**ABSTRAK**

Industri pembuatan tahu di Indonesia menjadi salah satu usaha yang digemari, dikarenakan pembuatan tahu dilakukan dengan cara atau teknologi yang sederhana. Industri tahu yang menghasilkan limbah cair, apabila tidak dilakukan pengelolahan dan dibuang ke perairan, akan mempengaruhi sifat fisik, kimia air yang berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi pencemaran limbah secara langsung di Pabrik Tahu Suyanto di Dusun Rembu Kidul, Desa Japanan, Kecamatan Kemlagi, Kabupaten Mojokerto. Sesuai hasil uji laboratorium Pabrik Tahu Suyanto menghasilkan kandungan organik yang tinggi pH sebesar 3,91, TSS sebesar 1050 mg/L, BOD sebesar 2063 mg/L, dan COD sebesar 5135 mg/L. Dari hasil kondisi eksisting maka diperlukan sarana IPAL agar tidak merugikan dan merusak ekosistem drainasi sekitar. Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan sarana Instalasi Pengelolahan Air Limbah dengan sistem Kolam Sanita menggunakan media tanaman eceng gondok. Hasil analisa dari penelitian ini adalah instalasi pengelolahan air limbah Kolam Sanita mampu menurunkan kadar organik sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

**Kata Kunci**: Limbah Cair, Kolam Sanita, Industri Tahu

***ABSTRACT***

*The tofu making industry in Indonesia is one of the most popular businesses, because tofu making is done using simple methods or technology. If the tofu industry produces liquid waste, if it is not treated and disposed of into the waters, it will affect the physical and chemical properties of the water which will affect the survival of aquatic organisms. This research aims to address waste pollution directly at the Suyanto Tofu Factory in Rembu Kidul Hamlet, Japanan Village, Kemlagi District, Mojokerto Regency. According to laboratory test results, the Suyanto Tofu Factory produces a high organic content, pH of 3.91, TSS of 1050 mg/L, BOD of 2063 mg/L, and COD of 5135 mg/L. From the results of the existing conditions, IPAL facilities are needed so that they do not harm and damage the surrounding drainage ecosystem. The research method used was a waste water treatment plant with a Sanita pond system using water hyacinth plants as media. The results of the analysis from this research are that the Sanita Pond wastewater treatment installation is able to reduce organic levels in accordance with Minister of Environment and Forestry Regulation No. 5 of 2014 concerning Waste Water Quality Standards.*

***Keywords:*** *Liquid Waste, Sanita Pond, Tofu Industry*

**PENDAHULUAN  
Latar Belakang**

Air merupakan komponen lingkungan hidup yang berperan penting sebagai kebutuhan manusia dan mahluk hidup lainya. Untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengolahan kualitas air dan mencegah pencemaran limbah cair (Ariyanti at al, 2023). Air bersih dibutuhkan hampir dalam setiap aspek kehidupan manusia, penggunaan air bersih akan selalu menghasilkan limbah meskipun pada skala kecil (Rahmawati, 2020). Limbah Industri tahu memiliki kandungan bahan C-organik, yang mempengaruhi kadar BOD dan COD. Menurut Herlambang (2005) buangan dari tahu yang mengandung bahan organik dan gas seperti oksigen terlarut (O2), hydrogen sulfida (H2S), Karbondioksida (CO2), dan amoniak (NH3). Gas-gas ini apabila melebihi standar, maka akan berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan. Industri pembuatan tahu di Indonesia menjadi salah satu usaha yang digemari, dikarenakan pembuatan tahu dilakukan dengan cara atau teknologi yang sederhana. Oleh sebab itu, industri tahu mengalami perkembangan yang cukup pesat pada industri skala kecil maupun industri skala menengah (Azizah & Rahmawati, 2005). Secara umum penyebab pencemaran air dapat dibagi menjadi sumber pencemaran langsung dan tidak langsung, tergantung dari sumber pencemarannya. (Rahmawati & Noerhayati, 2021). Limbah tahu yang mengandung BOD, COD dan bahan organik tinggi akan berpengaruh terhadap daya dukung lingkungan. Teknologi yang digunakan salah satunya untuk mengatasi permasalahan pencemaran limbah cair dengan menggunakan instalasi pengelolahan air limbah sistem Kolam Sanita *(Contructed Wetland)*. Prinsip dasar kolam sanita adalah mengolah limbah secara biologi melalui proses respirasi tanaman air (Medawati & Pamekas, 2011). Tanaman Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* merupakan salah satu jenis tumbuhan air yang mengapung dan biasanya sering dimanfaatkan sebagai tanaman air penyerap polutan. Walaupun Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* dianggap sebagai gulma di perairan, sebenarnya ia berperan dalam menangkap polutan logam berat. (Rahmawati & Noerhayati, 2020).

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Limbah Tahu**

Limbah cair adalah bahan sisa atau buangan dari suatu kegiatan dan proses produksi yang sudah tidak terpakai lagi. Limbah juga tidak memiliki nilai ekonomi dan daya guna, melainkan bisa sangat membahayakan jika sudah mencemari lingkungan sekitar. Terutama untuk limbah yang mengandung bahan kimia yang tidak mudah terurai oleh bakteri. Bentuk limbah yang dihasilkan oleh industri pabrik tahu dapat berupa limbah cair. Karakteristik limbah cair terbagi dalam beberapa jenis, diantaranya karaketeristik fisik, kimia dan biologis.

**Baku Mutu Limbah Cair Tahu**

Baku mutu air limbah industri mengacu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yang mensyaratkan batas maksimum untuk tiap parameter air limbah. Kecuali, parameter pH apabila kadar masih dibawah atau melebihi baku mutu dinyatakan belum memenuhi persyaratan (Suhermanto; 2003:38).

**Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Kedelai**

|  | **Kecap** | **Tahu** | **Tempe** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | Kadar Maks  (mg/L) | Kadar Maks  (mg/L) | Kadar Maks  (mg/L) |
| **BOD** | 150 | 150 | 150 |
| **COD** | 300 | 300 | 300 |
| **TSS** | 100 | 200 | 100 |
| **pH** | 6 - 9 | | |

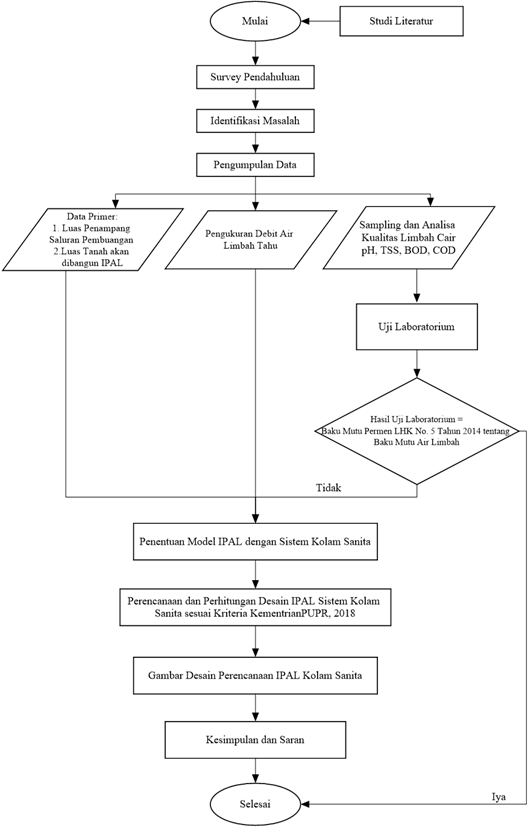
Sumber: Permen LHK No.5 Tahun 2014

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Lokasi Perencanaan**

Kabupaten Mojokerto merupakan salah satu kabupaten yang berada di wilayah Provinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian berada di pabrik tahu Suyanto pada Dusun Rembu Kidul, Desa Japanan, Kecamatan Kemlagi, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Pabrik tahu ini berdiri sejak tahun 2002, pemilik dari pabrik terserbut adalah Bapak Suyanto.

**Kerangka Perencanaan**

****

**Gambar 1 Diagram Alir Penelitian**

Sumber: (Hasil Analisis Aplikasi Microsoft, 2021)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Industri Tahu Suyanto**

Industri tahu Suyanto dalam memproduksi tahu di lakukan pada pukul 08.00 WIB – 16.00 WIB, dalam sehari produksi industri tahu Suyanto dapat menghabiskan rata-rata bahan baku kedelai 500 kg/hari dengan kebutuhan air dalam sehari 800 L/hari.

**Karakteristik Limbah Cair**

**Tabel 4.1 Karakteristik Eksisting Limbah Pabrik Tahu Suyanto**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Hasil**  **Analisa** | **Baku mutu**  **Perman LHK** | **Satuan** | **Keterangan** |
| Ph | 3,91 | 6 – 9 | - | Tidak Memenuhi Baku Mutu |
| TSS | 1050 | 200 | mg/L | Tidak Memenuhi Baku Mutu |
| COD | 5135 | 300 | mg/L | Tidak Memenuhi Baku Mutu |
| BOD | 2063 | 150 | mg/L | Tidak Memenuhi Baku Mutu |

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2023

**Debit Limbah Produksi**

**Tabel 4.2 Debit Limbah Produksi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jam kerja | Pemakaian Kedelai  (Kg/Hari) | Debit Limbah Produksi  (L/Hari) |
| 08.00 – 16.00 | 500 | 7500 |

Sumber: Hasil Survei dan Perhitungan, 2023

Pada perencanaan ini, debit yang digunakan disesuaikan dengan literatur yang dituliskan oleh potter (1994) dalam (pamungkas & slamet, 2017), bahwa dalam 1kg bahan baku kedelai menghasilkan limbah cair sebanyak 15-20L.

**Debit air**

1. Debit limbah harian = 7,5 m3/hari
2. Debit air limbah rata-rata (Qave)

7,5 m3/hari

8jam

7,5 m3/hari =

= 0,94 m3/jam

1. Debit peak

Debit peak untuk perencanaan pipa outfall adalah 2 (Direktorat Pengembangan PLP). Maka debit harian maksimum:

Qpeak = fp x Qave

= 2 x 0,94 m3/jam

= 1,88 m3/jam

= 31,3 L/menit

= 0,52 L/detik = 0,00052 m3/detik

**Bak Ekualisasi**

Direncanakan:

Debit Limbah (Q) = 0,94 m3/jam

Waktu Tinggal = 4 jam (Kementerian Kesehatan, 2011)

Perhitungan:

|  |  |
| --- | --- |
| Volume bak = Q x td  = 0,94 m3/jam x 4 jam  = 3,76 m3 | Dimensi bak = Panjang x lebar x tinggi  = 2,5m x 1,5m x 1m  = 3,75 m3 > 3,76 m3 |

**Bak Biodegester**

Direncanakan:

Debit air limbah (Q) = 7,5 mg/L

Waktu tinggal = 10 hari (ditetapkan 35oC menurut Metcalf & Eddy, 2003)

Kadar TSS = 1050 mg/L

Perhitungan:

Debit limbah pada degester dan volume yang dibutuhkan dalam reaktor:

|  |  |
| --- | --- |
| Qlimbah =  = 1,05 kg/m3 x 7,5 m3/hari  1000 x 1,02 x 0,05  = 0,15441 m3/hari | Vreaktor = Qlimbah x td  = 0,15441 m3/hari x 10 hari  = 1,5441 m3 |

Volume ruang gas yang dibentuk kubah diperhitungkan sebesar 25% dari volume total digester, sehingga:

|  |  |
| --- | --- |
| Volume Kubah =  = 1,5441 m3  4  = 0,3860 m3 | Volume total = Vreaktor x Vkubah  = 1,5441 m3 + 0,3860 m3  = 1,9301 m3 |

Maka, dimensi tabung yang ditetapkan:

|  |
| --- |
| Dimensi = × r2 × tinggi  = 3,14m × (0,55)2 m × 1,5= 1,425 m3 > 1,5441 m3 |

Maka, dimensi kubah yang ditetapkan:

|  |
| --- |
| Dimensi = 1/2 × 4/3 × × r3  =1/2 × 4/3 × 3,14 × (0,55 m)3 = 0,3482 > 0,3860 |

Total volume pada biodigester:

|  |
| --- |
| Volume Total = volume tabung + volume kubah  = 1,5844 m3 x 0,3482 m3  = 0,555 m3 > 1,9301 m3 |

**Biofilter Anaerobik**

Direncanakan:

Debit limbah (Q) = 0,94 mg/L

BOD = 309,5 mg/L

COD = 770,3 mg/L

Perhitungan Beban BOD dan COD:

|  |  |
| --- | --- |
| BOD = Q × Kadar BOD  = 7,5 m3/hari × 309,5 g/m3  = 2321,25 g/hari  = 2,32 kg/hari | COD = Q × Kadar COD  = 7,5 m3/hari × 770,3 g/m3  = 5777,2 g/hari  = 5,76 kg/hari |

Standart beban BOD high rate dengan *packing* material berupa plastik adalah 0,6-3,2 kg BOD/m3.hari (Metcalf & Eddy, 2003). Ditetapkan beban BOD yang digunakan yaitu 3 kg BOD/m3.hari

|  |
| --- |
| V media biofilter =  =  = 0,77m3 ~ 1 m3 |

Volume media biofilter sebesar 60% dari jumlah total volume reaktor (Kementrian Kesehatan, 2011), maka:

|  |
| --- |
| V raktor biofilter  = × V media biofilter  = × 1m3  = 1,6 m3 |

Direncanakan terdapat 2 ruang sehingga

|  |
| --- |
| Vreaktor tiap ruang = 1,6 m3: 2  = 0,8 m3 |

Waktu tinggal di dalam reaktor untuk beban COD 12 – 30 kg/m3 .hari dan temperature rata – rata yaitu 36ºC, waktu tinggalnya adalah 3 – 8 jam (Metcalf & Eddy, 2003:1022). Maka, cek waktu (td) yang diperlukan sebagai berikut:

|  |
| --- |
| td =  = × 24 jam/hari  = 2,56 jam |

Maka dimensi yang ditetapkan tiap ruang:

|  |
| --- |
| Dimensi = Panjang × lebar × kedalaman  = 1m × 0.80m × 1m  = 0,8m > 0,8m |

Total volume tiap ruang:

|  |
| --- |
| Lebar = 0,80 m  Panjang = 1 m  Kedalaman =  =  = 0,60 m |

Maka media dimensi tiap ruang:

|  |
| --- |
| Dimensi = Panjang × lebar × kedalaman  = 1,6m × 0,50m × 1,25m  = 1m3 = 1 m3 (volume yang dibutuhkan) |

**Kolam Sanita**

**Tabel 1.3 Kriteria Desain SSFCW**

| **Parameter** | **Kriteria Desain** | **Satuan** |
| --- | --- | --- |
| Dasar CW | Lapisan tanah liat dengan permealibitas K=10-6 cm/s  Lapisan geomembran | - |
| Freeboard | 30 | cm |
| Side slope | 3:1 sampai 10:1 | - |
| Kedalaman kolam | 0,5-1 | m |
| Kedalaman air | <90(75) | cm |
| Material filter | Gravel halus Ø 12-20  Gravel kasar Ø 20-40 | mm |
| Laju beban hidraulik (HLR) | 0,01-0,05 | m/hari |
| Laju beban BOD maksimum | 80-112 | kg/ha.hari |
| HRT untuk meyisihkan polutan terlarut | 5-14 | hari |
| HRT untuk menyisihkan polutan tersuspensi | 0,5-3 | hari |
| Luas permukaan dibutuhkan | 0,002-0,014 | ha/m3.hari |
| Rasio Panjang:lebar | 4:1-6:1 | - |
| Kedalaman air rata-rata | 0,05-0,15 | m |
| Rasio kemiringan dasar | 3:1-10:1 | - |

Sumber: (KemenPUPR, 2018

Perhitungan SSFCW sesuai dengan kriteria desain pada Tabel 4.3 yang direncanakan sebagai berikut.

Diketahui:

Debit puncak = 30,450 m3/hari

Konsentrasi TSS = 189 mg/L

Konsentrasi BOD = 46,41 mg/L

Konsentrasi COD = 115,6 mg/L

Suhu air, TA = 25OC

**Tabel 4.4 Koefisien Suhu untuk Konstanta Laju**

| **Parameter** | **Penyisihan BOD** |
| --- | --- |
| TA | 29 |
| TR | 20 |
| Residu (mg/L) | 6 |
| KR (/hari) | 1,104 |
| θR | 1,06 |

Sumber: KemenPUPR, 2018

|  |
| --- |
| KT = KRθR(TA-TR)  = 1,104 × 1,06(29-20)  = 1,86/hari |

Porositas media yang digunakan yaitu 0,4 untuk kerikil berdiameter 25mm. effisiensi penyisihan BOD pada SSFCW mencapai 59,0-93,3%. Maka.

|  |
| --- |
| BOD Tersisihkan = Konsentrasi BOD × Effisiensi penyisihan BOD  = 2063 mg/L × 60%  = 1238 mg/L  BOD effluent = BOD masuk – BOD tersisihkan  = 2063 mg/L – 1238 mg/L  = 826 mg/L  ACW =  =  = 34,69 m2 |

Rasio Panjang:Lebar = 4:1

|  |
| --- |
| 4L × L = Luas Permukaan  4L2 = 34,69 m2  L2 = 8,67 m2  L = m  L = 2,94 m  Panjang kolam = 4 × lebar bak  = 4 × 2,94 m  = 11,76 m ~ 12 m |

Kesesuaian waktu retensi hidraulik (HRT)

|  |
| --- |
| =  =  =  = 0,4 hari |

Berdasarkan perhitungan kesesuaian HRT, sudah dapat menyisihkan polutan tersuspensi yaitu 0,4 -3 hari.

|  |
| --- |
| Kesesuaian laju beban hidraulik (HLR)  =  =  = 0,88 m/hari |

Effisiensi Unit Pengelolahan BOD

|  |
| --- |
| BOD enfluen = Ci exp  = 46,41 mg/L exp  = 46,41 mg/L exp (-1,24)  = 46,41 mg/L × 0,289  = 13,41 mg/L  Effisiensi penyisihan =  =  = 71% |

Effisiensi Unit Pengelolahan COD

|  |
| --- |
| Estimasi penyisihan = 95%  COD Efluen = Ci – 95%  = 115,6 mg/L – 95%  = 5,78 mg/L |

Effisiensi Unit Pengelolahan TSS

|  |
| --- |
| TSS efluen = Ci (0.1058 + 0.0011 HLR)  =189mg/L (0.1058+ (0.0011 × 0.54 m/hari)  = 30 mg/L  Effisiensi penyisihan =  =  = 84% |

Pemilihan tanaman dapat lebih dari satu jenis tanaman yang disesuaikan berdasarkan keefektifan tanaman dalam menyisihkan polutan dan nilai estetika tanaman. SSFCW pada perencanaan ini ditanami satu jenis tanaman yaitu eceng gondok *Eichornia Crassipes.* Maka luas media tanaman kita asumsikan 40m2, sehingga jumlah tanaman yang dibutuhkan sebagai berikut:

|  |
| --- |
| Kebutuhan tanaman = luas media tanam × kerapatan tanaman  = 40m2 × 2 tanaman/m2  = 80 tanaman |

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka dimensi dan gambar desain SSFCW yang direncanakan sebagai berikut.

|  |  |
| --- | --- |
| Panjang kolam = 11,76 m ~ 12 m  Lebar kolam = 2,94 m ~ 3 m | Kedalaman kolam = 0,9 m  Kedalaman kolam total = 1,2 m |

Hasil dari perhitungan untuk dimensi instalasi perencanaan air limbah (IPAL) sebelumnya, disajikan dalam bentuk tabel berikut:

**Tabel 4.5 Rekapitulasi Dimensi IPAL Dengan Tinggi Jagaan**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Proses | Jumlah unit | Panjang  (m) | Lebar  (m) | Tinggi  (m) | Diameter  (m) |
| Bak Ekualisasi | 1 | 2,5 | 1,5 | 1,2 | - |
| Biodegester | 1 | - | - | 2,05 | 1,16 |
| Anaerobik biofilter | 2 | 1 | 0,8 | 1,2 | - |
| Kolam sanita  (Constructed Wetland) | 1 | 12 | 3 | 1,1 | - |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Pada setiap bak pengolahan terdapat efisiensi yang diperkirakan akan menurunkan kandungan senyawa organik yang ada pada limbah cair tahu. Perkiraan kualitas effluent dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.6 Perkiraan Kualitas Effluent**

| Tahapan | Parameter | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| TSS | BOD | COD | pH |
| mg/L | | | |
| *Influent* | 1050 | 2063 | 5135 | 3,91 |
| Bak Ekualisasi | 0% | 0% | 0% |  |
| 1050 | 2063 | 5135 | 7,00 |
| Bak Biodegester | 40% | 85% | 85% |  |
| 630 | 309,5 | 770,3 | 7,00 |
| Anaerobik Biofilter | 70% | 85% | 85% |  |
| 189 | 46,41 | 115,6 | 7,00 |
| Kolam Sanita (CW) | 85% | 71% | 95% |  |
| 30 | 13,41 | 5,78 | 7,00 |
| *Effluent* | 30 | 13,41 | 5,78 | 7,00 |

Sumber: (Hasil Perhitungan, 2023)

**Gambar 2 Peta Layout IPAL**

Sumber: (Data Pribadi,2023)

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan perencanaan instalasi pengelolahan air limbah kolam sanita (CW) pada pabrik tahu Suyanto kab. Mojokerto, maka dapat disimpulkan bahwa:

Berdasarkan hasil dan pembahasan perencanaan instalasi pengelolahan air limbah kolam sanita (CW) pada pabrik tahu Suyanto kab. Mojokerto, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Debit limbah cair pada pabrik tahu Suyanto sebesar 7,5 m3/hari
2. Kondisi eksisting limbah cair pada pabrik tahu Suyanto mengandung pH sebesar 3,91 mg/L; TSS sebesar 1050 mg/L; BOD sebesar 2063 mg/L; dan COD sebesar 5135 mg/L.
3. Desain pengelolahan limbah di pabrik tahu Suyanto mengunakan pengelolahan air limbah Kolam Sanita (CW) dengan tumbuhan Eceng gondok (Eichhornia crassipes). Untuk Bak Ekualisasi dengan dimensi Panjang 2,5m, lebar 1,5m, tinggi 1,2m, Bak Biodegester dengan dimensiTinggi 2,05m, diameter 1,16m, Bak Anaerobik biofilter dengan dimensi Panjang 1m, lebar 0,8m, tinggi 1,2m, dan Kolam Sanita dengan dimensi Panjang 12m, lebar 3m, tinggi 1,1m. Metode tersebut mampu menurunkan kadar kandungan organik pada limbah pabrik tahu Suyanto sehingga memenuhi baku mutu yang di anjurkan Peraturan Mentri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

**Saran**

1. Penelitian selanjutnya mampu memberikan inovasi baru dalam pengelolahan IPAL dengan cara memodifikasi berbagai metode.
2. Penelitian selanjutnya mampu membuat prototype sebagai simulasi terkait perencanaan agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan persyaratan baku mutu.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan parameter yang akan diteliti.
4. Penelitian selanjutnya apabila menggunakan bak biodigester mampu mengolah limbah menjadi gas metana sebagai pemanfaatan air limbah.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ariyanti, R., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2023). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Di Desa Kutuwetan, Ponorogo dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, *14*(1).

Azizah, R., & Rahmawati, A. (2005). Perbedaan kadar BOD, COD, TSS, Dan Mpn Coliform Pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di Rsud Nganjuk. Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair, 2(1), 3953

Medawaty, I., & Pamekas, R. (2011). Kinerja Kolam Sanita Dalam Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Di Perkantoran *Sanitation Pond Performance in Domestic Wastewater Treatment in the Office.* Jurnal Permukiman. Vol. 6. 129-137

Metcalf, dan Eddy. 2003*. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Fourth Edition. International edition. New York*: McGraw-Hill

Rahmawati, A., & Warsito. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)* untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang.” Jurnal Rekayasa Hijau 4(1): 1–8.

Rahmawati, A. (2022). Perencanaan Sistem Lahan Basah Buatan dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus papyrus. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, *14*(2), 164-168.

Rahmawati, A., & Noerhayati, E. (2021). Pengolahan Grey Water dengan Teknologi Hybrid Constructed Wetland sebagai upaya dalam Pengelolaan Kualitas Air. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, *9*(4), 357-370.