

repository.ub.ac.id

**STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) DAN ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI KONSERVASI SUMBERDAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MIFTAKHUL RAHMAH**  
**NIM. 145060400111031**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**

**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA***  
***STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) DAN**  
**ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS LIMBAH**  
**CAIR INDUSTRI TAHU**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI KONSERVASI**  
**SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MIFTAKHUL RAHMAH**  
**NIM. 145060400111031**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 4 Maret 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.  
NIP. 19610131 198609 2 001

Dosen Pembimbing

  
Ir. Moh. Sholichin, MT., Ph.D  
NIP. 19670602 199802 1 001

*Kupersembahkan  
sebuah karya kecil  
untuk Bapak, Ibu serta  
Adik Tercinta*

Beribu terimakasih kuucapkan atas segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tak mungkin kubalas dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.



# TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 26/UN10.F07.14.11/TU/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

**MIFTAKHUL RAHMAN**

Dengan Judul Skripsi :

STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (PISTIA STRATIOTES), MELATI AIR  
(ECHINODORUS PALAEFOLIUS) DAN ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 26 MARET 2019



Ketua Jurusan Teknik Pengairan

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS**

NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

**Dr. Very Dermawan, ST., MT**

NIP. 19730217 199903 1 001



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*), Melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan Zeolit Alam Guna Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu”** dengan baik dan lancar.

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi gelar sarjana teknik sepenuhnya bahwa dalam pengerjaan ini masih jauh dari sempurna.

Dengan kesungguhan serta rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan doa serta dukungan penuh
2. Ir. Moh. Sholichin, MT.,Ph.D selaku dosen pembimbing, orang tua, sahabat yang telah memberikan banyak semangat, dukungan, masukan, kritikan, saran serta pandangan mengenai pembahasan
3. Emma Yuliani,ST.,MT.,Ph.D selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan arahan, saran serta masukan dalam penyusunan laporan skripsi.
4. Dian Chandrasasi,ST.,MT selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan arahan, saran serta masukan dalam penyusunan laporan skripsi.
5. Ir. Rini Wahyu Sayekti,MS selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan arahan, saran serta masukan dalam penyusunan laporan skripsi.
6. Windy Rosita Sari dan Naci Sevim Karinda yang telah memberi semangat, do'a dan juga bantuannya kepada penyusun.
7. Serta teman-teman Teknik Pengairan angkatan 2014 yang telah memberi semangat, do'a serta bantuannya kepada penyusun.
8. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penyusun berharap semoga Laporan ini dapat bermanfaat dan pengetahuan untuk dikembangkan dan digunakan sebagaimana mestinya. Oleh karena itu saran dan kritik yang dapat membangun dari pembaca sangat diharapkan.

Malang, April 2019

Penyusun





## DAFTAR ISI

|                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                               | <b>i</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                   | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                 | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                              | <b>xi</b>   |
| <b>RINGKASAN .....</b>                                    | <b>xiii</b> |
| <b>SUMMARY .....</b>                                      | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                  |             |
| 1.1 Latar Belakang .....                                  | 1           |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                            | 2           |
| 1.3 Rumusan Masalah .....                                 | 3           |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                 | 3           |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....                               | 4           |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....                              | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                            |             |
| 2.1 Pengertian Air Limbah .....                           | 5           |
| 2.1.1 Karakteristik Air Limbah .....                      | 7           |
| 2.1.2 Sumber air Limbah .....                             | 8           |
| 2.1.2.1 Air Limbah Rumah Tangga .....                     | 8           |
| 2.1.2.2 Air Limbah Industri .....                         | 8           |
| 2.2 Metode Pengolahan Limbah Cair .....                   | 9           |
| 2.2.1 Pengolahan Secara Fisik .....                       | 9           |
| 2.2.2 Pengolahan Secara Kimia .....                       | 9           |
| 2.2.3 Pengolahan Secara Biologi .....                     | 10          |
| 2.3 Ambang Batas Pencemar .....                           | 10          |
| 2.4 Limbah Cair Industri Tahu .....                       | 11          |
| 2.5 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu .....         | 12          |
| 2.5.1 Karakteristik Fisik Limbah Cair Industri Tahu ..... | 12          |
| 2.5.2 Karakteristik Kimia Limbah Cair Industri Tahu ..... | 13          |
| 2.5.2.1 Parameter Kimia Organik .....                     | 14          |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.2.2 Parameter Kimia Anorganik .....                             | 14 |
| 2.6 Sumber Limbah Industri Tahu .....                               | 15 |
| 2.7 Parameter Limbah Industri Tahu .....                            | 15 |
| 2.8 Dampak Limbah Industri Tahu .....                               | 16 |
| 2.9 Proses Pembuatan Tahu .....                                     | 16 |
| 2.10 Kayu Apu ( <i>Pistia Statiotes L</i> ).....                    | 22 |
| 2.11 Melati Air ( <i>Echinodorus palaefolius</i> ) .....            | 23 |
| 2.12 Filtrasi .....                                                 | 24 |
| 2.13 Kerikil .....                                                  | 24 |
| 2.14 Zeolit .....                                                   | 25 |
| 2.15 Ijuk .....                                                     | 27 |
| 2.16 Penelitian Terkait .....                                       | 27 |
| 2.17 Uji Statistik .....                                            | 30 |
| 2.17.1 Interpretasi Data .....                                      | 31 |
| 2.17.2 Uji T .....                                                  | 31 |
| 2.18 Efektifitas .....                                              | 32 |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>                                    |    |
| 3.1 Deskripsi Daerah Studi .....                                    | 33 |
| 3.2 Percobaan Awal Sebelum Perlakuan .....                          | 34 |
| 3.2.1 Alat dan Bahan .....                                          | 34 |
| 3.2.2 Metode Percobaan .....                                        | 34 |
| 3.2.3 Hasil Percobaan Awal .....                                    | 35 |
| 3.3 Alat dan Media Penelitian .....                                 | 38 |
| 3.3.1 Alat Penelitian .....                                         | 38 |
| 3.3.2 Media Penelitian .....                                        | 38 |
| 3.4 Rancangan Percobaan .....                                       | 41 |
| 3.5 Pelaksanaan Percobaan .....                                     | 44 |
| 3.6 Parameter Pengamatan dan Waktu Pengamatan .....                 | 44 |
| 3.7 Pengambilan Sampel Limbah Air di Pabrik Tahu .....              | 44 |
| 3.8 Aklimatisasi Tanaman .....                                      | 45 |
| 3.9 Diagram Alir Pengamatan .....                                   | 46 |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN</b>                                            |    |
| 4.1 Kondisi Eksisting Pada Pembuangan Limbah Cair Pabrik Tahu ..... | 47 |
| 4.2 Kondisi Perlakuan .....                                         | 50 |

|                         |                                                                                                    |    |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3                     | Hasil pengukuran Parameter Kualitas Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Lama Waktu Pengamatan ..... | 53 |
| 4.3.1                   | BOD ( <i>Biologycal Oxygen Demand</i> ) .....                                                      | 53 |
| 4.3.2                   | COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....                                                        | 59 |
| 4.3.3                   | TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....                                                         | 64 |
| 4.3.4                   | pH .....                                                                                           | 69 |
| 4.3.5                   | Suhu .....                                                                                         | 74 |
| 4.4                     | Uji Statistik (Uji T) .....                                                                        | 74 |
| 4.4.1                   | Analisa Parameter BOD .....                                                                        | 75 |
| 4.4.2                   | Analisa Parameter COD .....                                                                        | 76 |
| 4.4.3                   | Analisa Parameter TSS .....                                                                        | 77 |
| 4.4.4                   | Analisa Parameter pH .....                                                                         | 76 |
| <b>BAB V KESIMPULAN</b> |                                                                                                    |    |
| 5.1                     | Kesimpulan .....                                                                                   | 83 |
| 5.2                     | Saran .....                                                                                        | 84 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   |                                                                                                    |    |
| <b>LAMPIRAN</b>         |                                                                                                    |    |





*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

| No          | Judul                                                                                                                | Halaman |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1  | Skema Pengelompokan Bahan yang Berkumpul di Dalam Air Limbah .....                                                   | 5       |
| Gambar 2.2  | Proses Perendaman Kedelai .....                                                                                      | 17      |
| Gambar 2.3  | Proses Penggilingan Kedelai .....                                                                                    | 18      |
| Gambar 2.4  | Proses Perbusan Bubur Kedelai .....                                                                                  | 18      |
| Gambar 2.5  | Proses Penyaringan Bubur Kedelai Yang Sudah direbus .....                                                            | 19      |
| Gambar 2.6  | Proses Percetakan dan Pengepresan Tahu .....                                                                         | 20      |
| Gambar 2.7  | Diagram Alir Proses Produksi .....                                                                                   | 21      |
| Gambar 2.8  | Kayu Apu ( <i>Pistia Statiotes</i> L) .....                                                                          | 22      |
| Gambar 2.9  | Melati Air ( <i>Echinodorus palaefolius</i> ) .....                                                                  | 23      |
| Gambar 2.10 | Kerikil .....                                                                                                        | 24      |
| Gambar 2.11 | Zeolit.....                                                                                                          | 25      |
| Gambar 2.11 | Ijuk.....                                                                                                            | 27      |
| Gambar 3.1  | Lokasi Penelitian Dengan Tampilan Maps.....                                                                          | 33      |
| Gambar 3.2  | Denah Lokasi Pabrik.....                                                                                             | 34      |
| Gambar 3.3  | Percobaan Awal Menggunakan Limbah Murni dan Tanaman .....                                                            | 35      |
| Gambar 3.4  | Percobaan Awal Menggunakan Limbah Tahu Murni dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Gelas Mineral .....               | 36      |
| Gambar 3.5  | Percobaan Awal Selama 2 Hari Menggunakan Limbah Tahu Murni dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Gelas Mineral ..... | 36      |
| Gambar 3.6  | Percobaan Awal Menggunakan Limbah Tahu + Air PDAM Dengan Perbandingan 2:1 .....                                      | 37      |
| Gambar 3.7  | Percobaan Awal Selama 2 Hari Menggunakan Limbah Tahu + Air PDAM Dengan Perbandingan 2:1 .....                        | 37      |
| Gambar 3.8  | Detail Penyaringan 38                                                                                                |         |
| Gambar 3.9  | Kayu Apu ( <i>Pistia Statiotes</i> L) .....                                                                          | 38      |
| Gambar 3.10 | Melati Air ( <i>Echinodorus palaefolius</i> ) .....                                                                  | 39      |
| Gambar 3.11 | Kerikil .....                                                                                                        | 39      |
| Gambar 3.12 | Zeolit.....                                                                                                          | 40      |
| Gambar 3.13 | Ijuk.....                                                                                                            | 40      |
| Gambar 3.14 | Rancangan Percobaan.....                                                                                             | 41      |
| Gambar 3.15 | Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Melati Air Dengan Jumlah Tanaman 26 .....                                    | 42      |
| Gambar 3.16 | Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Jumlah Tanaman 26.....                                       | 42      |
| Gambar 3.17 | Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Melati Air Dengan Jumlah Tanaman 13 .....                                    | 43      |
| Gambar 3.18 | Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Jumlah Tanaman 13.....                                       | 43      |

|             |                                                                 |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.19 | Diagram Alir Penelitian .....                                   | 42 |
| Gambar 4.1  | (a) Kolam Tampungan 1, (b) Kolam Tampungan 2 .....              | 49 |
| Gambar 4.2  | Kolam Tampungan 3 .....                                         | 44 |
| Gambar 4.3  | Kondisi Pembuangan Limbah Cair Industri .....                   | 48 |
| Gambar 4.4  | Kondisi Tanaman pada hari ke-1 .....                            | 50 |
| Gambar 4.5  | Kondisi Tanaman pada harii ke-2 .....                           | 50 |
| Gambar 4.6  | Kondisi Tanaman pada harii ke-3 .....                           | 51 |
| Gambar 4.7  | Kondisi Tanaman pada harii ke-4 .....                           | 52 |
| Gambar 4.8  | Kondisi Tanaman pada harii ke-5 .....                           | 52 |
| Gambar 4.9  | Kondisi Tandon Setelah Penyaringan .....                        | 53 |
| Gambar 4.10 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1 ..... | 54 |
| Gambar 4.11 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2 ..... | 55 |
| Gambar 4.12 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1 .....   | 57 |
| Gambar 4.13 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 2 .....   | 57 |
| Gambar 4.14 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Filter .....       | 58 |
| Gambar 4.15 | Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) .....                   | 59 |
| Gambar 4.16 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1 ..... | 60 |
| Gambar 4.17 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2 ..... | 61 |
| Gambar 4.18 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1 .....   | 62 |
| Gambar 4.19 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 2 .....   | 62 |
| Gambar 4.20 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Filter .....       | 63 |
| Gambar 4.21 | Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) .....                   | 64 |
| Gambar 4.22 | Grafik hasil pengukuran TSS pada Melati Air 1 .....             | 65 |
| Gambar 4.23 | Grafik hasil pengukuran TSS pada Melati Air 2 .....             | 66 |
| Gambar 4.24 | Grafik hasil pengukuran TSS pada Kayu Apu 1 .....               | 67 |
| Gambar 4.25 | Grafik hasil pengukuran TSS pada Kayu Apu 2 .....               | 67 |
| Gambar 4.26 | Grafik hasil pengukuran TSS pada Filter .....                   | 68 |
| Gambar 4.27 | Grafik Hasil Pengukuran TSS .....                               | 69 |
| Gambar 4.28 | Grafik Hasil Pengukuran PH Melati Air 1 .....                   | 70 |
| Gambar 4.29 | Grafik Hasil Pengukuran pH Melati Air 2 .....                   | 70 |
| Gambar 4.30 | Grafik Hasil Pengukuran pH Kayu Apu 1 .....                     | 71 |
| Gambar 4.31 | Grafik Hasil Pengukuran pH Kayu Apu 2 .....                     | 71 |
| Gambar 4.32 | Grafik Hasil Pengukuran pH Filter .....                         | 72 |
| Gambar 4.33 | Grafik Hasil Pengukuran pH .....                                | 72 |
| Gambar 4.34 | Grafik Hasil Pengukuran Suhu .....                              | 74 |



## DAFTAR TABEL

| No         | Judul                                                                             | Halaman |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1  | Rata-rata Penggunaan Air Untuk Berbagai Jenis Industri .....                      | 8       |
| Tabel 2.2  | Definisi Padatan Yang Ditemukan Air Limbah .....                                  | 13      |
| Tabel 2.3  | Baku Mutu Air Limbah Tahu .....                                                   | 16      |
| Tabel 2.4  | Bidang Aplikasi Zeolit dan Penerapannya .....                                     | 26      |
| Tabel 2.5  | Penelitian Mengenai Tanaman Kayu Apu ( <i>Pistia Statiotes L</i> ) .....          | 28      |
| Tabel 2.6  | Penelitian Mengenai Tanaman Melati Air ( <i>Echinodorus palaeifolius</i> ) .....  | 29      |
| Tabel 2.7  | Penelitian Mengenai Zeolit .....                                                  | 30      |
| Tabel 3.1  | Parameter Pengamatan .....                                                        | 44      |
| Tabel 4.1  | Hasil Uji Sampel Awal Limbah Tahu .....                                           | 45      |
| Tabel 4.2  | Hasil Pengukuran BOD .....                                                        | 54      |
| Tabel 4.3  | Hasil Pengukuran COD Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari<br>Pengamatan .....  | 60      |
| Tabel 4.4  | Hasi Pengukuran TSS Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari<br>Pengamatan .....   | 65      |
| Tabel 4.5  | pH Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan .....                       | 69      |
| Tabel 4.6  | Rekapitulasi hasil dari seluruh percobaan .....                                   | 69      |
| Tabel 4.7  | Hasil Pengukuran Suhu Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari<br>Pengamatan ..... | 74      |
| Tabel 4.8  | Uji Homogenitas Dengan Uji T .....                                                | 75      |
| Tabel 4.9  | Uji T BOD .....                                                                   | 76      |
| Tabel 4.10 | Uji Homogenitas Dengan Uji T .....                                                | 77      |
| Tabel 4.11 | Uji T BOD .....                                                                   | 77      |
| Tabel 4.12 | Uji Homogenitas Dengan Uji T .....                                                | 77      |
| Tabel 4.13 | Uji T TSS .....                                                                   | 78      |
| Tabel 4.14 | Uji Homogenitas Dengan Uji T .....                                                | 79      |
| Tabel 4.15 | Uji T pH .....                                                                    | 79      |
| Tabel 4.16 | Perhitungan Efektifitas Seluruh Percobaan .....                                   | 80      |
| Tabel 4.17 | Perhitungan Efektifitas Seluruh Percobaan .....                                   | 81      |
| Tabel 4.18 | Rekapitulasi Waktu Optimal Seluruh Percobaan .....                                | 81      |



*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

**DAFTAR LAMPIRAN**

| No         | Judul                                           | Halaman |
|------------|-------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1 | Dokumentasi Penelitian .....                    | 85      |
| Lampiran 2 | Data Uji Laboratorium .....                     | 88      |
| Lampiran 3 | Peraturan Gubernur Jatim No.82 Tahun 2013 ..... | 92      |





*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*



## SUMMARY

**Miftakhul Rahmah**, Departement of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2019, *Effectivity Study Of Apu-Apu (Pistia Stratiotes), Water Jasmine (Echinodorus Palaefolius), Natural Zeolite To Enhance The Quality Of Tofu Wastewater*, Academic Supervisor : Ir. Moh. Sholichin, MT.,Ph.D

The increase in the tofu industry in Indonesia contributes the most to the entry of waste into the environment. Tofu's liquid waste is an organic waste containing anorganic compounds and it can pollute the environment. Pollution occurs if there is an excess of nutrient content needed by plants for its growth, causing eutrophication growth which can increase primary productivity in a waters. Therefore, the content of BOD, COD, and TSS in tofu's liquid waste must be minimized so that can reduce the occurrence of pollution. One of the way to minimize the occurrence of pollution is by processing waste biologically by using Apu Apu (*pistia stratiotes*) and Water Jasmine plant (*Echinodorus palaefolius*).

This study aims to determine the existing conditions at tofu industrial's waste disposal, to determine the optimal time needed to reduce BOD, COD, TSS, pH, and to determine the effectiveness of Apu Apu (*pistia stratiotes*) and Jasmine Water plant (*Echinodorus palaefolius*) in reducing the content of BOD, COD, TSS, pH in tofu factory's liquid wastewater.

This research uses jasmine water plant and apu apu as the medias and also 10 cm high gravel, zeolite as high as 10 cm, and 5 cm high palm fiber as filter materials. This experiment uses 4 pipes with 4 inch size. Samples has been taken 3 times, at day-1, day-2, and day-5.

The results showed that for 5 days of treatment on jasmine water plant number 1, the BOD content of 660 mg / L dropped to 80 mg / L, for COD content from 1950 it dropped to reach 330 mg / L, for TSS content of 883 mg / L it dropped to reach 86 mg / L, for pH from 3,91 to 5,53. On jasmine water plant number 2, the BOD content of 660 mg / L drops to reach 65 mg / L, for COD content from 1950 it drops to reach 510 mg / L, for TSS content of 883 mg / L it drops to reach 87 mg / L, for pH from 3,91 to 5,53. In Apu Apu number 1, the BOD content of 660 mg / L drops to reach 22 mg / L, for COD content from 1950 it drops to reach 400 mg / L, for TSS content of 883 mg / L it drops to reach 75 mg / L, for pH from 3.91 up to 5.67. In Apu Apu number 2 the BOD content of 660 mg / L drops to reach 82 mg / L, for COD content from 1950 falls to reach 430 mg / L, for TSS content of 883 mg / L it drops to 81 mg / L, for pH of 3,91 rise to 5,83. The filter of BOD content of 660 mg / L dropped to reach 45 mg / L, for COD content from 1950 dropped to reach 470 mg / L, for TSS content of 883 mg / L dropped to reach 87 mg / L, for pH of 3,91 rise to 5,59.

From the results of the research and analysis that has been done using medias jasmine water plant and apu apu, can reduce the content of BOD, COD, TSS, and pH with the percentage of experiments on water jasmine number 1 BOD content of 50,31%, COD content of 50%, TSS content of 54,50%, pH content of 13,10%. Experiments on water jasmine plant number 2 BOD content was 71,62%, COD content was 40,70%, TSS content was 53,48%, pH content was 12,87%. Experiments on apu apu number 1 BOD content was 69,44%, COD content was 37,50%, TSS content was 40,94%, pH content was 14,91%. Experiments on Apu Apu number 2 BOD content were 28,07%, COD content was 53,76%,

TSS content was 51,50%, pH content was 18,76%. Experiments on filter BOD content was 77,5%, COD content was 33,80%, TSS content was 66,54%, pH content was 16,95%.

Keywords: Tofu's Liquid Waste, Water Jasmine Plant, Apu Apu



## RINGKASAN

**Miftakhul Rahmah**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2018, Studi Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*), Melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan Zeolit Alam Guna Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu, Dosen Pembimbing : Ir. Moh. Sholichin, MT.,Ph.D

Meningkatnya industri tahu di Indonesia memberikan sumbangan terbesar masuknya limbah ke dalam lingkungan. Limbah cair tahu merupakan limbah organik yang mengandung senyawa anorganik dan dapat mencemari lingkungan. Pencemaran terjadi jika adanya kelebihan kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk pertumbuhannya sehingga menyebabkan pertumbuhan eutrofikasi yang mampu meningkatkan produktivitas primer pada suatu perairan. Oleh karena itu, kandungan BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu harus diminimalisir sehingga dapat menekan terjadinya pencemaran. Salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya pencemaran yaitu dengan pengolahan limbah secara biologi yaitu dengan menggunakan tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting pada pembuangan limbah industri tahu, untuk mengetahui waktu optimal yang dibutuhkan untuk mereduksi BOD, COD, TSS, pH., dan untuk mengetahui efektivitas tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam mengurangi kandungan BOD, COD, TSS, pH pada limbah pabrik cair industri tahu.

Penelitian ini menggunakan media tanaman melati air dan kayu apu serta kerikil setinggi 10 cm, zeolit setinggi 10, dan ijuk setinggi 5 cm sebagai bahan penyaring. Percobaan ini menggunakan pipa 4 inch 4 buah . dimna pengambilan sampel diambil sebanyak 3 kali yaitu pada hari ke-1, hari ke-2, dan hari ke-5.

Hasil Penelitian menunjukkan selama 5 hari perlakuan pada melati air 1 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 80 mg/L, untuk kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 330 mg/L , untuk kandungan TSS dari 883 mg/L turun hingga mencapai 86 mg/L, Untuk pH dari 3,91 naik menjadi 5,53. Pada melati air 2 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 65 mg/L, untuk kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 510 mg/L , untuk kandungan TSS dari 883 mg/L turun hingga mencapai 87 mg/L, Untuk pH dari 3,91 naik menjadi 5,53. Pada Kayu Apu 1 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 22 mg/L, untuk kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 400 mg/L , untuk kandungan TSS dari 883 mg/L turun hingga mencapai 75 mg/L, Untuk pH dari 3,91 naik menjadi 5,67. Pada Kayu Apu kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 82 mg/L, untuk kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 430 mg/L , untuk kandungan TSS dari 883 mg/L turun hingga mencapai 81 mg/L, Untuk pH dari 3,91 naik menjadi 5,83. Pada filter kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 45 mg/L, untuk kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 470 mg/L , untuk kandungan TSS dari 883 mg/L turun hingga mencapai 87 mg/L, Untuk pH dari 3,91 naik menjadi 5,59.

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan tanaman melati air dan melati air mampu menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH dengan prosentase Percobaan pada melati air 1 kandungan BOD sebesar 50,31%, kandungan COD sebesar 50%, Kandungan TSS sebesar 54,50%, kandungan pH sebesar 13,10%. Percobaan pada melati air 2 kandungan BOD sebesar 71,62%, kandungan COD sebesar 40,70%, Kandungan TSS sebesar 53,48%, kandungan pH sebesar 12,87%. Percobaan pada kayu apu 1 kandungan

BOD sebesar 69,44%, kandungan COD sebesar 37,50%, Kandungan TSS sebesar 40,94%, kandungan pH sebesar 14,91%. Percobaan pada kayu apu 2 kandungan BOD sebesar 28,07%, kandungan COD sebesar 53,76%, Kandungan TSS sebesar 51,50%, kandungan pH sebesar 18,76%. Percobaan pada filter kandungan BOD sebesar 77,5%, kandungan COD sebesar 33,80%, Kandungan TSS sebesar 66,54%, kandungan pH sebesar 16,95%.

Kata Kunci : *Limbah Cair Tahu, Melati Air, Kayu Apu*



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan zat yang paling penting bagi manusia setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita. Tidak ada seorangpun yang dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa adanya air. Air dapat dimanfaatkan untuk memasak, mencuci, mandi, dan lain sebagainya. Selain itu air juga dapat digunakan untuk keperluan pertanian, industri, pemadam kebakaran, transportasi, sanitasi kota dan lain sebagainya. Untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis (Peraturan Pemerintah No. 82, p.1)

Seiring berkembangnya jaman dan teknologi serta meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka sejalan dengan meningkatnya beban pencemaran air permukaan maupun air tanah. Pencemaran air telah banyak terjadi mulai dari pedesaan hingga perkotaan. Selain itu, dengan berkembangnya teknologi banyak sekali industri yang sangat berkembang. Industri pangan di Indonesia dari tahun ke tahun semakin berperan penting dalam pembangunan industri nasional. Perkembangan industri pangan nasional menunjukkan perkembangan yang cukup berarti. Hal ini ditunjukkan oleh berkembangnya berbagai jenis industri yang mengolah bahan baku dari hasil pertanian. Industri tahu merupakan salah satu bukti nyata dari pembangunan industri nasional di Indonesia.

Meningkatnya industri tahu di Indonesia memberikan sumbangan terbesar masuknya limbah ke dalam lingkungan. Limbah cair tahu merupakan limbah organik yang mengandung senyawa anorganik dan dapat mencemari lingkungan. Pencemaran terjadi jika adanya kelebihan kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk pertumbuhannya sehingga menyebabkan pertumbuhan eutrofikasi (pertumbuhan tanaman dengan sangat cepat) yang mampu meningkatkan produktivitas primer pada suatu perairan. Oleh karena itu, kandungan BOD, COD, TSS, dan pH pada limbah cair tahu harus diminimalisir sehingga dapat menekan terjadinya pencemaran. Salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya pencemaran yaitu dengan pengolahan limbah secara biologi.



Pengelolaan limbah secara biologi memiliki berbagai keuntungan dibandingkan dengan pengelolaan limbah secara kimia. Cara pengelolaan secara biologi juga dianggap cara yang efektif untuk menghilangkan bahan pencemar. Dari segi biaya pengelolaan limbah biologi sangat relatif lebih murah dibandingkan dengan yang lain karena memanfaatkan sumberdaya (agen biologi) yang terdapat di alam. Salah satu agen biologi yang dapat digunakan yaitu tumbuhan.

Menurut Widjaja (2004), tumbuhan air merupakan kumpulan dari berbagai golongan tumbuhan sebagian kecil terdiri dari lumut dan paku-pakuan sebagian terdiri dari *spermatophyta* atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh daur hidupnya berada di air. Tanaman kayu apu merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk menurunkan pencemaran air limbah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Tanaman kayu apu memiliki keunggulan seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, mudah ditemukan dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim. Tanaman melati air merupakan tanaman air yang hidupnya membutuhkan air pada media tanamnya. Tanaman melati air mempunyai kemampuan cukup baik dalam menyerap dan mengurai polutan serta dapat menurunkan kandungan polutan. Melati air mampu menghisap oksigen dari udara melalui batang, daun, dan akar yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran. Hal ini dikarenakan jenis tanaman ini mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Oksigen ini akan digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada.

Tanaman kayu apu mampu menyisihkan parameter COD dengan prosentase penyisihan 97,96%, menyisihkan parameter BOD dengan prosentase penyisihan 95,91%, menyisihkan parameter warna dengan prosentase penyisihan 95,60% (Widya, *et al*). Sedangkan tanaman melati air dapat dipergunakan untuk menurunkan kadar fosfat sebesar 172,1748 ppm, menurunkan nilai COD sebesar 446,890 mg/L, menurunkan nilai BOD sebesar 38,748 mg/L, dan menurunkan pH sebesar 0,18 satuan dari limbah cair *laundry* (Padmaningrum, *et al* : 2014). Oleh karena itu, hal inilah yang mendasari peneliti untuk menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) dan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai tanaman yang mampu meningkatkan kualitas limbah cair tahu.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu dari hasil produksinya umumnya mempunyai debit yang cukup besar. Limbah cair tahu mempunyai sifat bahan organik

yang tinggi sehingga jika limbah tersebut dibuang ke sungai tanpa adanya proses pengolahan yang baik maka dapat menimbulkan pencemaran terhadap badan air.

Sungai yang dijadikan sebagai tempat pembuangan dari limbah cair industri tahu ini merupakan anak dari cabang sungai Sungai Brantas yang terdapat di Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Sungai ini melintasi beberapa Desa yaitu Desa Ngenep, Kepuharjo dan sekitarnya dan bersatu kembali dengan sungai Brantas. Oleh karena itu jika limbah cair dari industri tahu tidak diolah dengan baik, maka akumulasi dari bahan pencemar yang terdapat di Sungai Brantas akan bertambah banyak dan akan mengakibatkan rusaknya keseimbangan ekosistem serta dapat merugikan masyarakat yang menggunakan air sungai Brantas dalam kehidupan sehari-hari.

Adanya kelebihan unsur hara yang terdapat di perairan dapat menyebabkan eutrofikasi (pertumbuhan tanaman dengan sangat cepat) yang mampu meningkatkan produktivitas primer. Unsur hara yang terdapat di perairan dapat dimanfaatkan oleh tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu tanaman kayu apu, dan melati air dapat dimanfaatkan untuk pengolahan secara biologi pada limbah cair tahu.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi diatas, maka rumusan masalah dapat diurikan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting pada pembuangan limbah pabrik tahu?
2. Berapa waktu optimal yang dibutuhkan untuk mereduksi BOD, COD, TSS, pH?
3. Bagaimana efektivitas tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam mengurangi kandungan BOD, COD, TSS, pH pada limbah pabrik cair industri tahu?

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel air limbah adalah:  
Limbah Pabrik Tahu di Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.
2. Tidak membahas analisa biaya dan analisa ekonomi.
3. Tidak membahas IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah).
4. Parameter uji:
  - a. BOD
  - b. COD
  - c. TSS
  - d. pH
5. Zeolit alam digunakan sebagai filter.

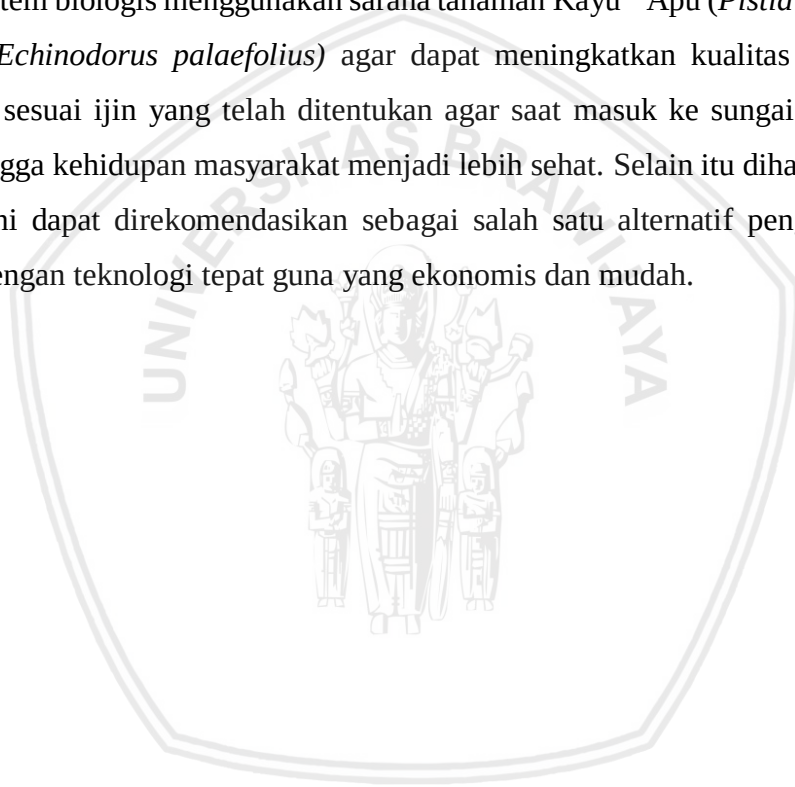
### 1.5 Tujuan Penelitian

Dengan memperhatikan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kondisi eksisting pada pembuangan limbah industri tahu.
2. Mengetahui waktu optimal yang dibutuhkan untuk mereduksi BOD, COD, TSS, pH.
3. Mengetahui efektivitas tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam mengurangi kandungan BOD, COD, TSS, pH pada limbah pabrik cair industri tahu.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui upaya reduksi BOD, COD, TSS, dan pH dengan sistem biologis menggunakan sarana tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) agar dapat meningkatkan kualitas air limbah pabrik tahu yang sesuai ijin yang telah ditentukan agar saat masuk ke sungai aman bagi masyarakat, sehingga kehidupan masyarakat menjadi lebih sehat. Selain itu diharapkan dari hasil penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah industri dengan teknologi tepat guna yang ekonomis dan mudah.



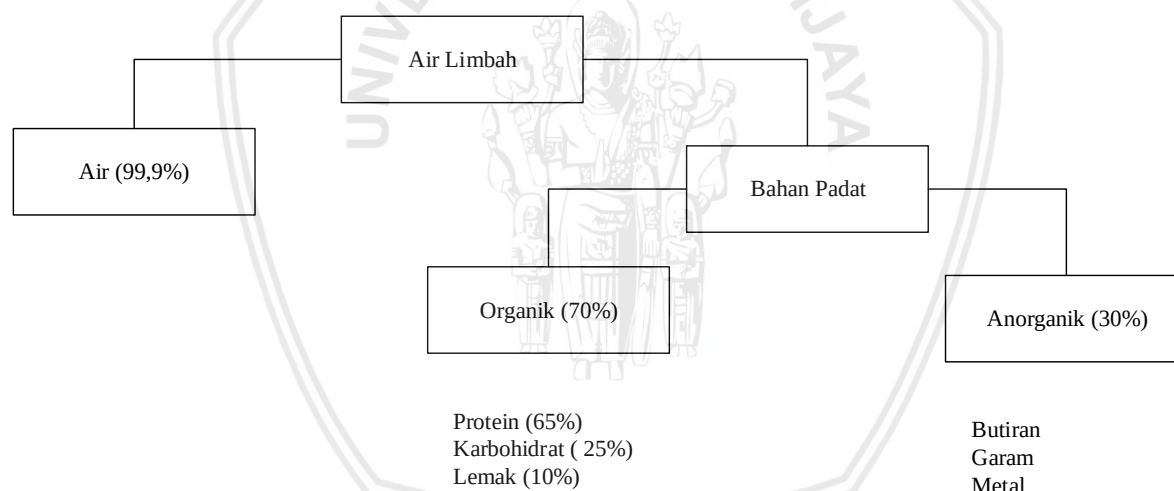
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Air Limbah

Air limbah merupakan air yang mengalami penurunan kualitas air karena adanya pengaruh dari kegiatan manusia. Air limbah biasanya berasal dari aktivitas rumah tangga, industri, dan tempat umum lainnya. Air limbah pada umumnya mengandung bahan atau zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia serta juga mengganggu lingkungan hidup.

Air limbah mempunyai komposisi yang bervariasi dari setiap tempat dan asalnya. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skema Pengelompokan Bahan yang Berkumpul di Dalam Air Limbah  
Sumber: Sugiharto, (1987:16)

Air limbah merupakan cairan yang sudah tidak dipergunakan lagi, sehingga jika air limbah tidak dikelola dengan baik maka akan menimbulkan dampak dan gangguan terhadap lingkungan. Adapun gangguan tersebut antara lain:

a. Gangguan terhadap kesehatan

Air limbah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit radang usus, kolera, hepatitis infektiosa, serta skhistosomiasis. Selain pembawa penyakit air limbah didalam air limbah itu sendiri terdapat bakteri pathogen penyebab penyakit seperti virus, vibro kolera, *Brusella spp*, *Salmonella*

*typhosa a* dan *Salmonella typhosa b*, *Shigella spp*, *Taenia spp*, *Mikobakterium tuberkulosa*, *Leptospira*.

Selain membawa kuman penyakit, air limbah juga dapat mengandung bahan-bahan beracun yang dapat menyebabkan iritasi, bau, dan bahkan suhu yang tinggi serta bahan lainnya yang mudah terbakar. Kasus yang terjadi di Teluk Minamata pada tahun 1953 merupakan salah satu contoh yang nyata dimana para nelayan dan keluarganya mengalami gejala penyempitan ruang pandang, kelumpuhan, kulit terasa menebal, serta dapat menyebabkan kematian. Kejadian ini terjadi karena termakannya ikan oleh para nelayan, sedangkan ikan tersebut mengandung air raksa pada buangan limbahnya. Air raksa ini berasal dari air limbah yang tercemar karena adanya limbah pabrik yang menghasilkan air raksa pada buangan limbahnya. Selain air raksa juga mengandung racun lainnya yang dapat membahayakan kesehatan manusia seperti timah hitam, krom, sianida.

b. Gangguan terhadap biotik

Dengan banyaknya zat yang tercemar yang terdapat pada air limbah, maka dapat menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya. Selain kematian, kehidupan di dalam air disebabkan karena kurangnya oksigen di dalam air dapat juga karena adanya zat beracun yang berada di dalam air limbah tersebut. Selain matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tanaman air.

c. Gangguan terhadap keindahan

Semakin banyak zat organik yang dibuang, maka dapat menyebabkan air mengalami proses pembusukan dari zat organik yang ada didalamnya sebagai akibat selanjutnya adalah timbul bau dari zat organik yang ada di dalamnya sebagai akibatnya akan timbul bau dari zat organik yang sangat menusuk hidung. Selain bau yang mengganggu, maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan estetika.

d. Gangguan terhadap kerusakan benda

Apabila air limbah mengandung gas karbon dioksida yang agresif, maka dapat mempercepat proses terjadinya karat pada benda yang terbuat dari besi dan logam berat lainnya. Selain itu juga dapat menimbulkan kerugian material karena dengan cepat rusaknya benda tersebut maka biaya pemeliharannya juga akan semakin besar.



### 2.1.1 Karakteristik Limbah

Karakteristik air limbah perlu dikenal karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Secara garis besar karakteristik air limbah ini digolongkan sebagai berikut:

a. Karakteristik fisik

Sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat dan suspensi. Terutama pada air limbah rumah tangga, biasanya berwarna suram, seperti larutan sabun, dan sedikit berbau. Kadang-kadang mengandung kertas, berwarna cucian beras, dan sayur, bagian-bagian tinja dan lain-lain.

b. Karakteristik Kimiawi

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik berasal dari penguraian tinja, urine, dan sampah-sampah lainnya. Oleh sebab itu pada umumnya bersifat basa pada waktu masih baru dan cenderung ke asam apabila sudah mulai membusuk

c. Karakteristik Biologis

Kandungan bakteri patogen serta organisme golongan coli terdapat juga dalam air limbah tergantung darimana sumbernya namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan.

Sesuai dengan zat-zat yang terkandung didalam air limbah ini maka air limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan menyebabkan berbagai gangguan terhadap kesehatan masyarakat dan juga lingkungan hidup diantaranya adalah sebagai berikut:

- Menjadi media berkembangnya mikroorganisme patogen.
- Menimbulkan bau yang tidak sedap dan juga pemandangan yang tidak nyaman untuk dilihat.
- Mengurangi produktivitas karena orang bekerja dengan tidak nyaman.

Untuk mengurangi ataupun mencegah akibat buruk tersebut diperlukan suatu kondisi, persyaratan dan upaya sedemikian rupa agar air limbah tersebut diantaranya sebagai berikut:

- Tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber air minum.
- Tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap permukaan air tanah.
- Tidak dapat dihindangi serangga dan tikus dan tidak menjadi tempat berkembangbiak bibit penyakit.

Salah satu langkah yang mudah yang dapat dilakukan adalah melalui sistem biologis dengan menebarkan tanaman air disekitar perairan terbuka. Dengan sistem ini diharapkan

tanaman dapat menyerap zat yang mengandung bahan tercemar sehingga tingkat pencemaran air dapat berkurang.

### 2.1.2 Sumber Air Limbah

Sumber air limbah berupa kotoran yang ada di lingkungan masyarakat sebagai dampak dari aktivitas atau kegiatan manusia sehari-hari. Sumber air limbah dapat berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, dan air tanah.

#### 2.1.2.1 Air Limbah Rumah Tangga

Sumber limbah rumah tangga umumnya berasal dari perumahan maupun pemukiman. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah limbah yang berasal dari perkantoran maupun lembaga pendidikan serta daerah fasilitas rekreasi.

#### 2.1.2.2 Air limbah Industri

Jumlah yang dihasilkan dari industri bervariasi tergantung dari besar kecilnya industri, selain itu juga dari pengawasan produksi. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar 50 m<sup>3</sup>/ha/hari. Sebagai patokan dapat dipergunakan pertimbangan bahwa 85-95% dari jumlah air yang dipergunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Apabila industri tersebut memanfaatkan kembali air limbahnya, maka jumlahnya akan lebih kecil lagi (Sugiharto, 1987. p.13).

Tabel 2.1  
Rata-Rata Penggunaan Air Untuk Berbagai Jenis Industri

| No | Jenis Industri                     | Rata-rata Aliran (m <sup>3</sup> ) |
|----|------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Industri Kalengan:                 |                                    |
|    | Sayur hijau                        | 50-70                              |
|    | buah-buahan, buah pear             | 15-20                              |
|    | Lain buah-buahan dan sayuran       | 4-35                               |
| 2  | Industri bahan kimia               |                                    |
|    | Amoniak                            | 100-130                            |
|    | Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) | 60-90                              |
|    | Bensin                             | 7-30                               |
|    | Laktosa                            | 600-800                            |
|    | Sulfur/Belerang                    | 8-10                               |
| 3  | Makanan dan Minuman:               |                                    |
|    | Bir                                | 10-16                              |
|    | Roti                               | 2-4                                |
|    | Pengepakan daging                  | 15-20                              |
|    | Produksi Susu                      | 10-20                              |

Lanjutan Tabel 2.1  
Rata-Rata Penggunaan Air Untuk Berbagai Jenis Industri

| No | Jenis Industri            | Rata-rata Aliran (m <sup>3</sup> ) |
|----|---------------------------|------------------------------------|
| 4  | Minuma Keras              | 60-80                              |
|    | Bubur kayu dan kertas:    |                                    |
|    | Bubur kayu                | 250-800                            |
|    | Pabrik Kertas             | 120-160                            |
| 5  | Tekstil: - Pengelantangan | 200-300                            |
|    | -Pencelupan               | 30-60                              |

Sumber: Metcalf dan Eddy,1979.

## 2.2 Metode Pengolahan Limbah Cair

### 2.2.1 Pengolahan Secara Fisik

Sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air limbah, diharapkan bahan tersuspensi yang berukuran besar dan mudah diendapkan atau bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan sebuah tahap atau cara yang sangat efektifitas dan murah untuk menyisihkan bahan yang tersuspensi yang berukuran besar. Untuk menyisihkan bahan yang tersuspensi biasanya menggunakan sand filter dengan ukuran silica yang disesuaikan dengan bahan-bahan tersuspensi yang akan disaring. Proses pengendapan dapat menyisihkan bahan tersuspensi yang mudah mengendap. Pada proses ini tidak menggunakan bahan kimia, jika partikel butiran tersebut berukuran besar dan mudah mengendap tapi dalam kondisi tertentu dimana bahan-bahan terususpensi sulit diendapkan maka akan digunakan bahan kimia sebagai bahan pembantu dalam proses sedimentasi, pada proses ini akan terbentuk flok-flok yang berukuran tertentu yang lebih besar sehingga dapat mudah diendapkan. Pada proses penambahan bahan kimia, diperlukan pengkondisian pH untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pada proses pengendapan ini, parameter desain utama yaitu kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

### 2.2.2 Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air limbah secara kimia dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam berat, senyawa fosfor, serta zat organik beracun, dengan membubukan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Pada prinsipnya, penyisihan bahan-bahan tersebut berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari yang tidak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

### 2.2.3 Pengolahan Secara Biologi

Pengolahan air limbah secara biologis merupakan salah satu cara yang bertujuan untuk menurunkan atau menyisihkan substrat tertentu yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan perombakan substrat. Pengolahan secara biologi ini, dipandang sebagai pengolahan limbah yang murah dan efektifitas. Pada proses pengolahan air limbah secara biologis dapat berlangsung dalam tiga lingkungan utama, diantaranya sebagai berikut:

- Lingkungan aerob, merupakan lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) didalam air cukup banyak, sehingga oksigen bukan merupakan factor pembatas.
- Lingkungan anoksik, merupakan lingkungan dimana oksigen terlarut (DO) di dalam air ada dalam konsentrasi rendah.
- Lingkungan anaerob, merupakan kebalikan dari lingkungan aerob, dimana tidak terdapat oksigen terlarut, sehingga oksigen menjadi faktor pembatas berlangsungnya metabolisme aerob.

Dalam beberapa dasawarsa ini telah berkembang berbagai metode pengolahan secara biologi dengan berbagai modifikasinya. Dalam prakteknya saat ini, teknologi pengolahan limbah cair mungkin tidak lagi sesederhana seperti uraian diatas. Namun pada prinsipnya, semua limbah yang dihasilkan harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

### 2.3 Ambang Batas Pencemar

Air limbah setelah melalui proses pengolahan akan dialirkan ke badan air penerima, misalnya danau atau sungai. Beberapa sungai tersebut mempunyai kemampuan tertentu untuk menerima limbah berdasarkan peruntukannya yang disebut ambang batas pencemar. Nilai atau besarnya ambang batas pencemar ini ditetapkan sebagai standar baku mutu air limbah. Dalam hal ini digunakan peraturan dari pemerintah yang tertuang dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014. Adapun syarat dari pembuangan limbah adalah:

- a. Tidak melampaui syarat baku mutu air limbah yang ditetapkan.
- b. Tidak mengakibatkan menurunnya golongan air menurut peruntukannya tempat air limbah tersebut dibuang.

Adapun baku mutu air menurut peruntukannya dibagi menjadi lima golongan yaitu (PP No.82 tahun 2001,p.4):

1. **Kelas I** yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku minum tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. **Kelas II** yaitu air yang dapat digunakan sebagai prasarana/ sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman.
3. **Kelas III** yaitu air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman.
4. **Kelas IV** yaitu air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman.

## 2.4 Limbah Cair Industri Tahu

Tahu merupakan salah satu makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena harganya sangat murah dan mudah didapat. Tahu juga mengandung protein yang baik bagi tubuh manusia. Besarnya minat masyarakat akan konsumsi tahu membuat industri tahu berkembang pesat. Selain menghasilkan tahu, industri tahu juga menghasilkan limbah dari proses produksinya, salah satunya adalah limbah cair.

Limbah tahu merupakan air buangan atau sisa dari pengolahan kedelai menjadi tahu karena tidak terbentuk dengan baik. Limbah tahu terdiri dari dua jenis limbah yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair merupakan bagian terbesar yang dapat mencemari lingkungan perairan. Limbah ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila tidak diolah.

Limbah cair tahu mempunyai karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi kandungan total padatan yang terdiri dari bahan terapung, tersuspensi, koloid, dan terlarut. Sedangkan karakteristik kimia meliputi senyawa anorganik seperti nitrit ( $\text{N}_2$ ), oksigen ( $\text{O}_2$ ), hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan metana ( $\text{CH}_4$ ). Dari berbagai hasil penelitian, konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) di dalam Air limbah industri tahu cukup tinggi yaitu berkisar antara 7.000-10.000 ppm, serta mempunyai keasaman yang rendah yakni pH 4-5 (Said dan Wahjono, 1999). Air buangan industri tahu rata-rata mengandung BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS, dan minyak/ lemak berturut-turut sebesar 35000, 7300 mg/l, 500 mg/l, dan 280 mg/l (Romli dan Suprihatin, 2009). Jika dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Keputusan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD, COD, TSS, dan pH berturut-turut adalah 150 mg/l, 300 mg/l, 100 mg/l, dan 6-9.



## 2.5 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Terdapat dua parameter untuk karakteristik limbah cair industri yaitu fisika dan kimia. Parameter tersebut dibagi berdasarkan kontaminan yang terkandung dalam air limbah tahu tersebut. Karakteristik fisika pada limbah cair industri tahu meliputi padatan total, warna, kekeruhan, suhu, dan bau. Sedangkan karakteristik kimia pada limbah cair industri tahu meliputi kandungan bahan organik dan bahan anorganik. Suhu air limbah tahu berkisar 37-45°C, kekeruhan 535-585 FTU, warna 2.225-2.250 Pt.Co, amonia 23,3-23,5 mg/L, BOD<sub>5</sub> 6.000-8.000 mg/L, dan COD 7.500-14.000 mg/L (Herlambang, 2002,p.156).

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu umumnya sangat tinggi dan bersifat *biodegradable*. Senyawa-senyawa organik yang terdapat di dalam limbah cair industri tahu berupa protein, karbohidrat, minyak dan lemak. Dengan komposisi 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, dan 10% lemak. Dari kandungan bahan pencemar di dalam limbah cair industri tahu mengakibatkan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

1. Kualitas air di perairan akan menjadi semakin menurun sebab kandungan bahan organik yang meningkat.
2. Biaya yang dikeluarkan untuk pengolahan air minum yang mengambil sumber dari sungai yang telah tercemar menjadi semakin meningkat dan kemungkinan akan timbul senyawa klororganik yang bersifat karsinogenik diakibatkan penggunaan zat khlor yang berlebihan.
- 3 Dapat menyebabkan gangguan kesehatan serta sanitasi lingkungan tidak baik.

### 2.5.1 Karakteristik Fisik Limbah Cair Industri Tahu

Karakteristik fisik limbah cair tahu yang paling penting adalah padatan total dan suhu, berikut ini merupakan penjelasan dari karakteristik fisik limbah cair industri tahu:

#### a. Padatan total Tersuspensi (TSS)

Air limbah mengandung berbagai macam material, padatan yang mengendap atau tidak terlarut dan material yang tercampur atau tersuspensi. Padatan total tersuspensi merupakan padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. Padatan total tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen. Padatan yang terdapat di dalam air limbah yaitu sebagai berikut (Metcalf & eddy, 2003,p.43).

Tabel 2.2

Definisi Padatan Yang Ditemukan Air Limbah

| Jenis Pengujian                     | Deskripsi                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Total Solids (TS)                   | Hasil sisa dari air limbah setelah dipanaskan dan dikeringkan pada temperatur tertentu (103° C- 105 ° C)                                                            |
| Total Suspended Solid (TSS)         | Besarnya TS yang tertahan pada saringan berdiameter 0,45- 2 mikrometer, kemudian ditimbang setelah dikeringkan pada temperature 105 ° C                             |
| Total Disolved Solid (TDS) (TS-TSS) | TDS merupakan besarnya padatan yang lolos dari saringan berdiameter 2,0 mikrometer atau lebih kecil, kemudian dipanaskan dan dikeringkan pada temperature tertentu. |

Sumber: Metcalf &amp; eddy, 2003,p.43

**b. Suhu**

Suhu dari air limbah pada umumnya lebih tinggi daripada suhu yang berada di perairan. Tingginya suhu tersebut disebabkan karena adanya penambahan air yang bersuhu lebih hangat dari rumah tangga maupun dari industri. Pada air yang memiliki suhu yang lebih hangat oksigen yang dapat larut jumlahnya lebih sedikit daripada air yang dingin. Hal tersebut dikarenakan beberapa air yang searusnya menghasilkan oksigen tidak mampu bertahan hidup akibat perubahan suhu secara tiba-tiba di perairan, yaitu dari bersuhu dingin berubah menjadi hangat dan kembali dingin.

Suhu optimum untuk aktifitas bakteri sekitar 25 ° C- 35 ° C, penguraian secara aerobik dan nitrifikasi berhenti ketika suhu mencapai 50 ° C. ketika suhu menurun menjadi sekitar 15 ° C bakteri penghasil metana menjadi cukup tidak aktif. Pada suhu 5 ° C bakteri nitrit autotrop berhenti berfungsi (Metcalf & eddy, 2003,p.47)

**2.5.2 Karakteristik Kimia Limbah Cair Industri Tahu**

Parameter pengukuran kualitas air pada karakteristik kimia dibagi menjadi dua yaitu kimia organik dan kimi anorganik. Parameter kimia organik bersifat *biodegradable* yaitu BOD, COD, Minyak dan lemak. Sedangkan parameter kimia anorganik meliputi pH, nitrogen, fosfor, sulfur, dan lain-lain.

### 2.5.2.1 Parameter Kimia Organik

Pada limbah cair industri tahu memiliki dua parameter kimia organik yaitu BOD dan COD. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua parameter tersebut:

#### a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD merupakan parameter yang digunakan untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik secara biologis di dalam limbah cair. Jika nilai BOD tinggi menunjukkan bahwa terdapat senyawa organik di dalam limbah, namun jika nilai BOD rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme. Penguraian zat organik merupakan peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses *biodegradable* berlangsung, sehingga dapat menyebabkan kematian pada biota air dan keadaan pada air dapat menjadi anaerobic yang ditandai dengan timbulnya bau busuk. Penguraian bahan organik secara biologis oleh mikroorganisme menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

#### b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator (misal kalium dikromat) untuk mengoksidasi seluruh material baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air. Jika kandungan senyawa organik maupun anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut di dalam air dapat mencapai nol, sehingga tumbuhan air, maupun hewan air yang membutuhkan oksigen tidak memungkinkan hidup. Angka yang ditunjukkan pada COD merupakan parameter pencemaran air oleh zat organik yang dapat dioksidasi dan diproses secara biologis yang dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

### 2.5.2.2 Parameter Kimia Anorganik

Parameter yang terdapat pada kimia anorganik yaitu pH. pH merupakan ukuran konsentrasi ion hydrogen dari larutan. Air limbah industri umumnya mempunyai sifat asam, pada keasaman ini akan terlepas zat-zat yang mudah untuk menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair tahu mengeluarkan bau busuk. Air dapat dikatakan baik jika memiliki nilai pH yang berkisar antara 6 – 9. Pengaruh yang dapat terjadi bila pH terlalu rendah adalah penurunan oksigen terlarut. Oleh karena itu, sebelum limbah diolah diperlukan pemeriksaan pH serta menambahkan larutan penyangga agar dicapai pH yang optimal.

Nilai pH merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktifitas fotosintesis mikroalga. Proses fotosintesis merupakan proses mengambil  $\text{CO}_2$  terlarut dalam air. Penurunan  $\text{CO}_2$  akan meningkatkan pH.

## 2.6 Sumber Limbah Industri Tahu

Limbah industri tahu umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah yaitu limbah padan dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil dari pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lainnya) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan.

Limbah cair pada proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dan sari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan.

## 2.7 Parameter Limbah Industri Tahu

Beban pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri tahu dapat menyebabkan gangguan serius terutama pada untuk perairan yang berada disekitar industri tahu. Untuk air buangan dari hasil pencucian dan perendaman nilai cemarnya tidak begitu tinggi sehingga masih dapat dibuang secara langsung ke perairan. Sedangkan untuk air buangan hasil dari proses pemasakan nilai cemarnya cukup tinggi, oleh karena itu harus dioalah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.

Pada umumnya limbah cair pabrik tahu ini langsung dibuang ke sungai melalui saluran-saluran. Bila air sungai cukup deras dan lancar serta pengenceran cukup (daya dukung lingkungan masih baik) maka air buangan tersebut tidak menimbulkan masalah. Tetapi bila daya dukung lingkungan sudah terlampaui, maka air buangan yang banyak mengandung bahan-bahan organik akan mengalami proses peruraian oleh jasad renik dapat mencemari lingkungan. Parameter air limbah tahu yang biasanya diukur antara lain

temperatur, pH, padatan-padatan tersuspensi (TSS) dan kebutuhan oksigen (BOD dan COD).

Parameter air limbah yang sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.3

Baku Mutu Air Limbah Tahu

| No | Parameter                                                 | Kadar Maksimum (mg/L) |
|----|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | BOD <sub>5</sub>                                          | 150                   |
| 2  | COD                                                       | 300                   |
| 3  | TSS                                                       | 100                   |
| 4  | pH                                                        | 6,0- 9,0              |
| 5  | Volume Air Limbah Maksimum (m <sup>3</sup> / ton kedelai) | 20                    |

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013

## 2.8 Dampak Limbah Industri Tahu

Dampak yang ditimbulkan oleh penemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik. Turunnya kualitas air diperairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan, karena mengasikkan zat beracun atau menciptakan media sebagai tumbuhnya kuman penyakit. Apabila dibiarkan, air limbah akan berubah menjadi cokelat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernafasan. Jika air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur tersebut tidak dapat dimanfaatkan lagi. Jika air limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan jika digunakan maka dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus, dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik.

## 2.9 Proses Pembuatan Tahu

Proses pembuatan tahu masih dilakukan dengan cara yang tradisioanal dan sederhana dengan memakai teknologi sederhana dan memanfaatkan tenaga manusia. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan tahu adalah kedelai. Karena masih menggunakan teknologi yang sederhana, dalam proses pembuatan tahu membutuhkan jumlah air dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan proses produksi dari tahap pencucian kedelai hingga menjadi tahu yang siap untuk dipasarkan.



Pemilihan bahan baku kedelai merupakan pekerjaan awal pada proses pembuatan tahu. Kedelai yang baik adalah kedelai yang baru atau belum tersimpan lama digudang. Kedelai yang baru akan menghasilkan kualitas yang baik. Diperlukan bahan baku biji kedelai yang sudah tua, kulit biji tidak keriput, biji kedelai tidak retak dan bebas dari sisa-sisa tanaman, batu kerikil, tanah, atau biji-ijian lain. Tujuan dari pemilihan bahan baku ini adalah agar kualitas tahu tetap terjaga dengan baik.

Proses kedua adalah perendaman. Pada proses perendaman ini kedelai direndam dalam bak atau ember yang berisi air selama kurang lebih 3-12 jam. Proses perendaman ini bertujuan untuk membuat kedelai menjadi lunak dan kulitnya mudah dikelupas. Setelah direndam dan dikuliti kemudian dicuci. Pencucian sedapat mungkin dilakukan dengan air yang mengalir. Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang melekat maupun tercampur dalam kedelai.



*Gambar 2.2* Proses Perendaman Kedelai  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Setelah proses perendaman dan dicuci bersih selanjutnya dilakukan Proses penggilingan. Pada proses penggilingan dilakukan dengan mesin, karena penggunaan mesin akan memperhalus hasil gilingan kedelai. Pada saat penggilingan diberi air mengalir agar bubur kedelai terdorong keluar. Bubur kedelai yang sudah terdorong keluar akan ditampung dalam ember. Pada proses pencucian dan perendaman kedelai ini menggunakan banyak air sehingga limbah cair yang dihasilkan akan banyak pula. Namun, sifat limbah ini belum mempunyai kadar pencemaran yang tinggi.



*Gambar 2.3 Proses Penggilingan Kedelai*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Proses selanjutnya adalah perebusan bubur kedelai dengan tujuan untuk menginaktifkan zat antinutrisi kedelai yaitu tripsin inhibitor dan sekaligus meningkatkan nilai cerna, mempermudah ekstraksi atau penggilingan dan penggumpalan protein serta menambah keawetan produk. Bubur kedelai yang telah terbentuk kemudian diberi air. Selanjutnya dididihkan dalam tungku pemasakan. Setelah mendidih sampai kurang lebih 5 menit kemudian dilakukan proses penyaringan.



*Gambar 2.4 Proses Perebusan Bubur Kedelai*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Dalam keadaan panas cairan bahan baku tahu (bubur kedelai yang sudah direbus) kemudian disaring dengan kain blaco atau kain mori kasar sambil dibilas dengan air hangat, sehingga susu kedelai dapat terekstrak keluar semua. Pada proses ini menghasilkan limbah padat yang disebut dengan ampas tahu. Ampas tahu memiliki sifat yang cepat basi dan busuk bila tidak cepat diolah sehingga perlu ditempatkan secara terpisah agak jauh dari proses pembuatan tahu agar tahu terkontaminasi dengan barang kotor. Filtrat cair hasil penyaringan yang diperoleh kemudian ditampung dalam bak. Kemudian filtrat yang masih dalam keadaan hangat secara pelan-pelan diaduk sambil diberi asam (catu). Pemberian asam ini dihentikan apabila sudah terlihat penggumpalan. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan kembali. Pada proses penggumpalan menghasilkan limbah cair yang banyak dan sifat limbahnya sudah mempunyai kadar pencemaran yang tinggi karena sudah mengandung asam.



*Gambar 2.5* Proses Penyaringan Bubur Kedelai yang Sudah Direbus  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Untuk menggumpalkan tahu digunakan bahan-bahan seperti batu tahu (sioko) atau  $\text{CaSO}_4$  yaitu batu gips yang sudah dibakar dan ditumbuk halus menjadi tepung, asam cuka 90%, biang atau kecutan dan sari jeruk. Biang atau kecutan yaitu sisa cairan setelah tahap pengendapan protein atau sisa cairan dari pemisahan gumpalan tahu yang telah dibiarkan selama satu malam. Namun biasanya para pengrajin tahu memakai

kecutan dari limbah itu sendiri yang sudah didiamkan selama satu malam. Disamping memanfaatkan limbah, secara ekonomi juga dapat menghemat karena tidak perlu membeli.

Tahap selanjutnya yaitu pencetakan dan pengepresan. Proses ini dilakukan dengan cara cairan bening diatas gumpalan tahu dibuang sebagian dan sisanya untuk air asam. Gumpalan tahu kemudian diambil dan dituangkan ke dalam cetakan yang sudah tersedia dan dialasi dengan kain dan diisi sampai penuh. Cetakan yang digunakan biasanya berupa cetakan dari kayu berbentuk segi empat yang dilubangi kecil-kecil supaya air dapat keluar. Selanjutnya kain ditutupkan ke seluruh gumpalan tahu dan dipres. Semakin berat benda yang digunakan untuk mengepres semakin keras tahu yang dihasilkan. Alat pemberat atau pres biasanya mempunyai berat kurang lebih 3,5 kg dan lama pengepresan biasanya kurang lebih 1 menit, sampai airnya keluar.

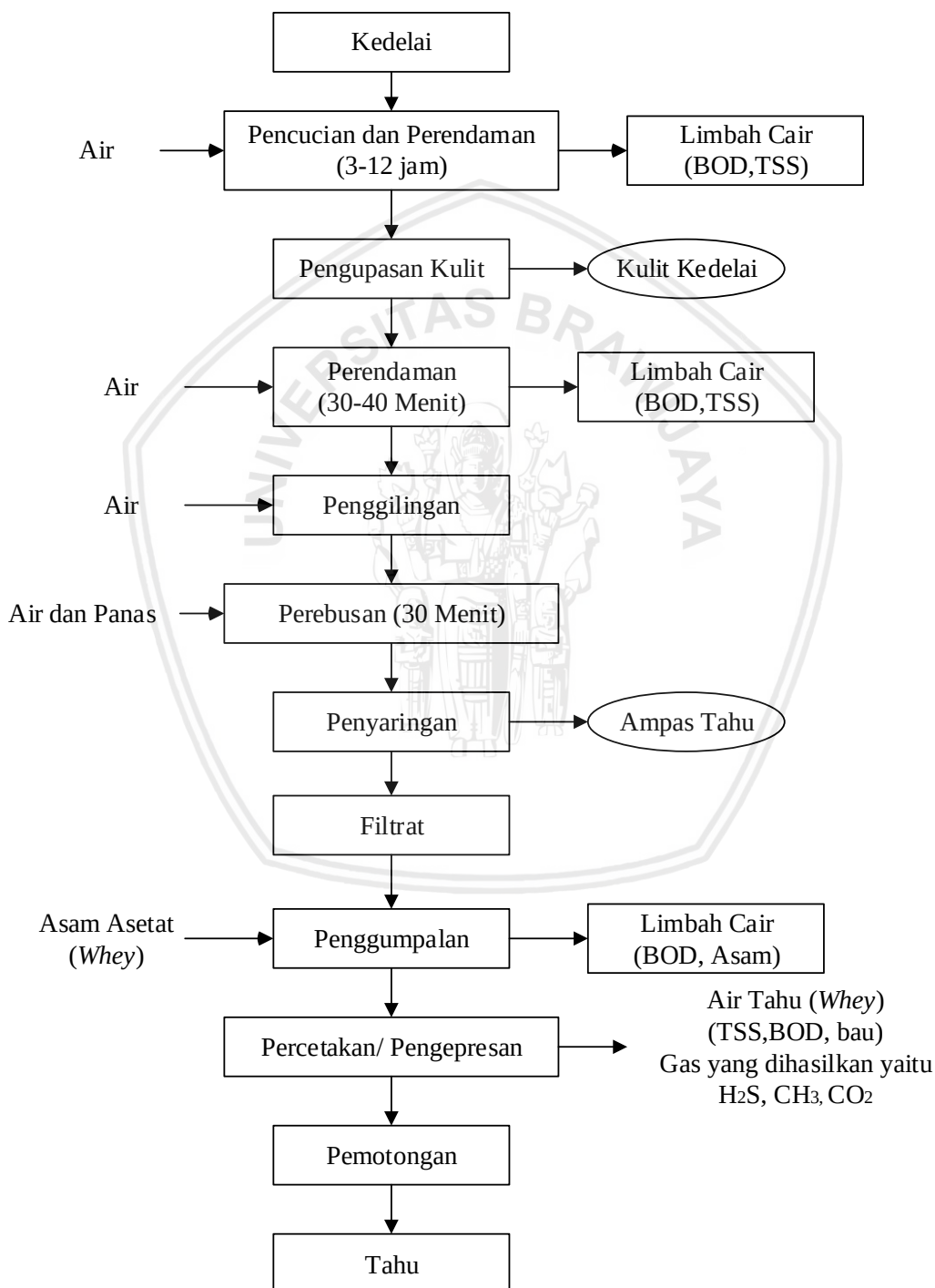


*Gambar 2.6* Proses Percetakan dan Pengepresan Tahu  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Setelah dirasa cukup dingin, kemudian tahu dipotong-potong sesuai dengan keinginan konsumen dipasar. Tahu yang sudah dipotong-potong tersebut kemudian dipasarkan. Dalam pembuatan tahu biasanya pengrajin menambahkan bahan tambahan

atau bahan pembantu antara lain yaitu batu tahu (batu gips yang sudah dibakar dan ditumbuk halus menjadi tepung), asam cuka 90%, biang/kecutan, yaitu sisa cairan setelah tahap pengendapan protein atau sisa cairan dari pemisahan gumpalan tahu yang telah dibiarkan selama satu malam, kunyit yang digunakan untuk memberikan warna kuning pada tahu, garam yang digunakan untuk memberikan rasa sedikit asin ke dalam tahu.

Berikut merupakan proses produksi tahu secara rinci:



Gambar 2.7 Diagram Alir Proses Produksi

Sumber: Said dan Wahjono, 1999



### 2.10 Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*)

Kehadiran tumbuhan di perairan dapat mempercepat penurunan kadar bahan organik karena tumbuhan melakukan absorbs dan menyumbat  $O_2$  yang diperlukan bakteri untuk proses oksidasi. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk menyerap polutan organik adalah tumbuhan kayu apu. Kayu apu merupakan tanaman yang mengapung di permukaan air dan mampu menjernihkan air. Pada umumnya tanaman ini sangat tahan terhadap unsur hara yang rendah dalam air. Nama populer dari kayu apu adalah *water lettuce* atau *shell flower*. Di kalangan pedagang tanaman ini lebih dikenal dengan nama apu-apu atau kiapu.



Gambar 2.8 Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*)

Sumber: <https://alamendah.org/2015/01/06/apu-apu-pistia-stratiotes-tanaman-hias-pembersih-air/> diakses pada tanggal 19 Februari 2108

Tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes L*) merupakan tanaman yang banyak ditemukan di rawa-rawa maupun di perairan. Tanaman ini dapat hampir terdapat diseluruh saluran permukaan air, baik dari iklim tropis maupun subtropis. Tanaman kayu apu ini mengambang diatas permukaan air dan akarnya menggantung terendam dibawah. Daunnya bisa mencapai ukuran 14 cm dan tidak memiliki batang, berwarna hijau muda, dengan urat parallel, berdaun tunggal, berbentuk solet menyerupai mawar, ujung membulat, pangkalnya runcing, tepi daun berlekuk dengan panjang sekitar 2-10 cm, lebarnya 2-6 cm dengan pertulangan sejajar (monokotil) memiliki tinggi sekitar 5-10 cm. Tanaman kayu apu ini memiliki manfaat yaitu dapat menguraikan konsentrasi limbah cair dengan proses fitoremediasi.

Kedudukan kayu apu dalassm taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:

- Divisio: *SpermatopHyta*

- Sub Divisio: *Angiospermae*
- Kelas: *Monocotyledone*
- Ordo: *spathiflorae*
- Familia: *Araceae*
- Genus: *Pistia*
- Spesies: *Pistia Staiotes L*

### 2.11 Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)

Tanaman melati air atau *Mexican sword plant* memiliki klasifikasi sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)
- Subkingdom : *Tracheobionta* (tumbuhan berpembuluh)
- Super Divisi : *Spermatophyta* (menghasilkan biji)
- Divisi : *Magnoliophyta* (tumbuhan berbunga)
- Kelas : *Liliopsida* (berkeping satu atau monokotil)
- Sub Kelas : *Alismatidae*
- Ordo : *Alismatales*
- Famili : *Alismataceae*
- Genus : *Echinodorus*
- Spesies : *Echinodorus Palaefolius*

*Echinodorus palaefolius* memiliki bunga berwarna putih tumbuh berderet pada tangkai yang panjang dalam jumlah beberapa kuntum. Setelah mekar di pagi hari secara bergantian, bunganya akan menguncup. Daun *Echinodorus palaefolius* agak kaku, permukaan dan bagian bawah daun ditumbuhi bulu-bulu yang kasar.



Gambar 2.9 Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)

Sumber: <https://ianzmynd.files.wordpress.com/2012/03/melati-air.jpg> diakses pada 1 Maret 2018

Tanaman jenis ini tidak tahan sinar matahari sepanjang hari. *Echinodorus palaefolius* dapat bertahan hidup pada suhu 20 °C -28°C dan pH Antara 5,5- 8. *Echinodorus palaefolius* bisa ditanam dimana saja cukup cahaya dan cukup air. *Echinodorus palaefolius* cepat beradaptasi dan terbiasa dengan kondisi. Jika diberi air banyak sampai menggenang untuk setiap harinya, maka melati air ini akan suka pada keadaan ini. Sebaliknya jika kita mengurangi takaran air menjadi sedikit, maka tanaman akan stress karena keadaan tidak sesuai dengan keadaannya.

### 2.12 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengalirkan air melalui suatu filter dengan media dari bahan-bahan butiran dengan diameter butir dan ketebalan tertentu. Bahan umum yang digunakan sebagai media filter sehingga bangunan filtrasi umum yang digunakan dalam pengolahan air disebut sebagai saringan pasir. Media penyaring yang banyak digunakan adalah pasir. Pasir merupakan fraksi berukuran 2,0-0,05 mm. pasir memiliki daya meloloskan air besar sekali dan dalam penyaringan digunakan dengan tujuan agar dapat menahan atau mengikat kotoran yang disaring yang dapat lolos dari saringan.

### 2.13 Kerikil

Kerikil merupakan nama Indonesia dari *gravel* yang berasal dari kata *gravelle* (bahasa Prancis) yang berarti *coarse sand* atau pasir kasar. Ukuran kerikil sekurang-kurangnya 2 mm dan tidak lebih dari 75 mm. Namun pada beberapa literatur umumnya ukuran kerikil dibatasi 2–4 mm dan untuk ukuran 4–75 mm lebih digolongkan kepada *pebble* atau batu kecil-kecil. Kerikil terbagi atas dua macam, yaitu kerikil alam yang berasal dari sungai dan kerikil batu pecah yang merupakan hasil produksi dari mesin *stone crusher*. Kerikil batu pecah mempunyai mutu yang lebih baik dari pada kerikil alam, hal ini disebabkan kerikil tersebut bersudut dan mempunyai permukaan yang lebih luas, sehingga mikroorganisme dapat tumbuh lebih banyak untuk mendekomposisi zat organik.



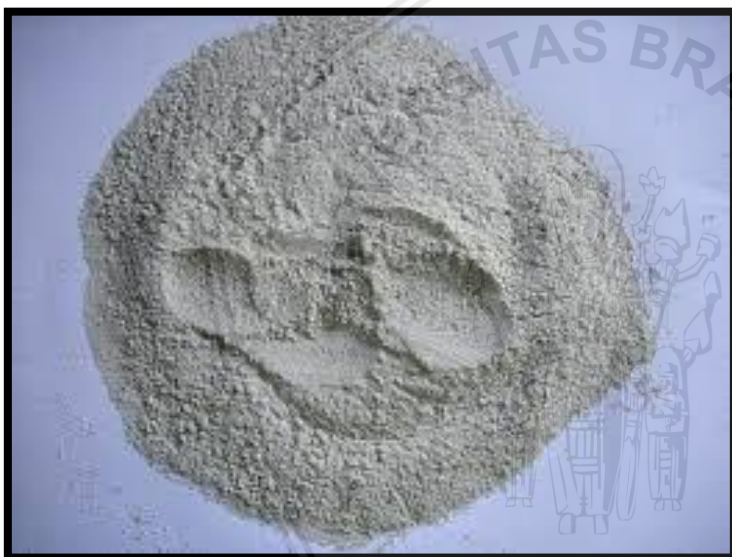
Gambar 2.10 Kerikil

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

## 2.14 Zeolit

Nama zeolit berasal dari Bahasa Yunani, “zein” yang berarti membuih, dan “litos” yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral alam yang ditemukan di daerah sekitar gunung berapi, zeolit ditemukan dalam batuan berbutir halus yang terbentuk dari hasil sedimentasi, debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Mineral alam zeolit biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit dan kuarsa atau mengendap pada daerah sumber air panas. Sifat-sifat yang dimiliki zeolit adalah sebagai berikut:

- Warna : Putih Kekuningan
- Kekerasan : 1-2
- Sifat Dalam : Rapuh
- Sifat Lain : Ringan dan Padat



Gambar 2.11 Zeolit

Sumber: <http://omegastones.net/products/zeolite.html> diakses pada 27 Februari 2108

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin sehingga akhirnya terbentuk mineral-mineral zeolit. Anggapan lain menyatakan bahwa proses terjadinya zeolit berawal dari debu-debu gunung berapi yang berterbangan kemudian mengendap di dasar danau dan dasar lautan. Debu-debu vulkanik tersebut selanjutnya mengalami berbagai macam perubahan oleh air danau dan air laut sehingga terbentuk sedimen-sedimen yang mengandung zeolit di dasar danau atau di dasar lautan.

Zeolit alam dibedakan menjadi 2 kelompok diantaranya sebagai berikut:

1. Zeolit yang terdapat diantara celah-celah batuan atau diantara lapisan batuan. Zeolit jenis ini biasanya terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit bersama-sama dengan mineral lain seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, fluorit, dan mineral sulfide
2. Zeolit yang berupa batuan, hanya sedikit jenis zeolit yang berbentuk zeolit diantaranya adalah: klinoptioit, analsium, laumantit, modernit, filipsit, erlonit, kabsit, dan heulandit.

Zeolit memiliki sejumlah sifat kimia maupun fisika yang menarik diantaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, sebagai penukar kation (*ion exchanger*), katalisator (*catalys*), dan penyaring molekul berukuran halus (*molecular sieving*). Zeolit inii sering digunakan untuk mengurangi kadar/konsentrasi bahan-bahan metal terlarut seperti Na, Mg, Ca, dan Fe. Sifat umum zeolit Antara lain mempunyai susunan Kristal yang agak lunak , berat jenis 2-2,4, berstruktur tiga dimensi serta mempunyai susunan pori-pori yang dapat diisi oleh molekul air. Zeolit ini biasanya berwarna kebiruan, kehijauan, putih dan coklat.

Pada saat ini, zeolit telah dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat. Tabel 2.4 merupakan beberapa contoh bidang aplikasi zeolit.

Tabel 2.4

Bidang Aplikasi Zeolit Dan Penerapannya

| Bidang/Sektor | Aplikasi                                                                                                                                                                                       |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pertanian     | Penetral keasaman tanah, meningkatkan aerasi tanah, sumber mineral pendukung pada pupuk dan tanah, serta sebagai pengontrol efektif dalam pembebasan ion ammonium, nitrogen, dan kalium pupuk. |
| Peternakan    | Meningkatkan nilai efektifitassi nitrogen, dapat mereduksi penyakit <i>lembuhg</i> pada hewan ruminensia, pengontrol kelembaban kotoran hewan dan kandungan ammonia kotoran hewan.             |
| Perikanan     | Membersihkan air kolam ikan yang mempunyai system resikurlasi air, dapat mengurangi kadar nitrogen pada kolam ikan.                                                                            |
| Energi        | Sebagai katalis pada proses pemecahan hidrokarbon minyak bumi, sebagai panel-panel pada pengembangan energi matahari, dan penyerapan gas freon.                                                |



## Lanjutan Tabel 2.4

## Bidang Aplikasi Zeolit Dan Penerapannya

| Bidang/Sektor | Aplikasi                                                                                                                                                                   |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Industri      | Pengisi (filter) pada industri kertas, semen, beton, kayu lapis, besi baja, dan besi tuang adsorben dalam industri tekstil dan minyak sawit, bahan baku pembuatan keramik. |

Sumber: <http://www.pasirsilika.com/2013/10/apa-itu-zeolit-alam-jual-pasir-zeolit.html>  
diakses pada 19 Februari 2018

### 2.15 Ijuk

Ijuk merupakan bagian lapisan dari pohon Aren, ijuk membungkus sebuah pohon aren yang meliputi dari bawah sampai atas batang aren. Ijuk dapat dimanfaatkan sebagai penjernihan air. Ijuk berfungsi sebagai penyaring kotoran yang berukuran besar.



Gambar 2.12 Ijuk

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

### 2.16 Penelitian Terkait

Berbagai penelitian mengenai tanaman kayu apu (*Pistia Statiotes L*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) serta Zeolit telah banyak dilaksanakan dalam usaha memperbaiki kualitas lingkungan yang tercemar dan meningkatkan kesehatan masyarakat. Penelitian mengenai tanaman kayu apu (*Pistia Statiotes L*) dan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.5

Penelitian Mengenai Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*)

| No | Peneliti                                                                                                                                                | Metode Penelitian                                                                                                                                                         | Parameter Yang Diuji | Lama Penelitian | Hasil                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Rido Wandana dan Rudy Laksmono (Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim) | Peralatan yang digunakan adalah 6 bak yang memiliki kedalaman 20 cm dan rasio tanaman masing-masing bak 2,3,4,5,6,7.                                                      | Fosfat, BOD, COD     | 10 Hari         | Penyisihan parameter fosfat dengan jumlah tanaman 6 dengan prosentase penyisihan 39,77%. Penyisihan parameter BOD dan COD dengan Prosentase penyisihan 7,87%.                               |
| 2  | Irma Yuni, Wahyu Lestari, Yelmida. (Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Kampus Bina Widyaa Pekanbaru)                   | Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan konsentrasi limbah cair tahu 20, 40, 60, 80, 100 % dan (0 %) sebagai kontrol.                                        | N-Total              | 14 Hari         | Tanaman Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes L.</i> ) tidak efektif dalam mereduksi N-total dari limbah cair tahu.                                                                               |
| 3  | Charisma Widya, Badrus Zaman, Syarifudin. (Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro)                                      | Reaktor dibuat dengan sistem <i>batch</i> , dengan dimensi panjang 19,2 cm, lebar 18,5 cm, dan tinggi 15,3 cm. Reaktor kemudian diisi dengan air limbah sebanyak 4 liter. | BOD, COD, Warna      | 15 Hari         | Penyisihan Parameter COD dengan prosentase penyisihan 97,96%, Penyisihan Parameter BOD dengan prosentase penyisihan 95,91%, Penyisihan Parameter Warna dengan prosentase penyisihan 95,60%. |

Sumber: Internet, diakses pada 29 Maret 2018

Tabel 2.6

Penelitian Mengenai Tanaman Melati Air (*Echinodorus Paleaefolius*)

| No | Peneliti                                                                                                                                        | Metode Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Parameter Yang Diuji           | Lama Penelitian | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Regina Tutik Padmaningrum, Tien Aminatun, Yuliati. (FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta)                                                        | Penelitian ini menggunakan ember dengan diameter 1 m dan menggunakan media koral. Terdapat 4 perlakuan pada penelitian ini yaitu Limbah cair laundry, koral (tanpa tanaman), Limbah cair laundry, koral, dan tanaman (tanpa pengenceran), Limbah cair laundry, koral, dan tanaman (dengan pengenceran). | Fosfat, BOD, COD, TSS, dan pH. | 30 Hari         | Tanaman melati air dapat dipergunakan untuk menurunkan kadar fosfat sebesar 172,1748 ppm, menurunkan nilai COD sebesar 446,890mg/L, menurunkan nilai BOD sebesar 38,748mg/L, dan menurunkan pH sebesar 0,18 satuan dari limbah cair laundry. Dan tanaman teratai tiak dapat digunakan sebagai tanaman pengolah limbah laundry. |
| 2  | Amalia Safira Koesputri, Nurjazuli, Hanan Lanang Dangiran. (Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro). | Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan dengan ukuran 50 cm x 20 cm x 11 cm dengan ketinggian 30-40 cm. kemudian diisi 4 buah tanaman dengan jarak masing-masing 10 cm, serta menggunakan media pasir dan kerikil yang berukuran 1-2 cm.                                                                 | BOD, COD, dan Fosfat           | 7 Hari          | Tanaman melati air ( <i>Echinodorus Palaefolius</i> ) efektif untuk menurunkan kadar BOD, COD, Fosfat dalam limbah laundry dengan prosentase penurunan berturut-turut 90%, 90,79%, dan 56,35%.                                                                                                                                 |

Sumber: Internet, diakses pada 29 Maret 2018

Tabel 2.7  
Penelitian Mengenai Zeolit

| No | Peneliti                                                                                                    | Metode Penelitian                                                                                                                                                                                                      | Parameter                                     |                                                                                                                                                                                            |  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                        | Yang Diuji                                    | Hasil                                                                                                                                                                                      |  |
| 1  | Rodiyanti<br>(Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung)                       | penelitian ini dibuat sebuah reaktor biofilter tetap menggunakan media zeolit. Air limbah tahu disirkulasi melewati media dengan variasi waktu tinggal atau Hydraulic Retention Times (HRT): 0, 3,6, 12, 24,36, 48jam. | P-Total, N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , pH, | P-Total mengalami penurunan sebesar 50,6%, Kadar N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mengalami penurunan sebesar 79,9%, Nilai pH sebelum dan sesudah filtrasi mengalami kenaikan sebesar 48,9%. |  |
| 2  | Sumarli, Ian Yulianti, Masturi, Rosyidatul Munawaroh.<br>(Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang) | Penelitian ini menggunakan media filtrasi dengan massa zeolit 200g, 300g, 400g, 500g, dan 600g. karbon aktif, pasir silika, dan batu kerikil dengan massa 200 g                                                        | TDS, pH                                       | Sempel yang menggunakan massa zeolite 600 g memiliki tingkat kejernihan yang tinggi, dengan nilai TDS 844ppm dan pH 7,8.                                                                   |  |

Sumber: Internet, diakses pada 29 Maret 2018

## 2.17 Uji Statistik

Inferensi statistik merupakan pengambilan kesimpulan tentang parameter populasi berdasarkan analisa pada sampel. Fungsi inferensi yaitu untuk menentnyukan hasil dari data yang ada sama dengan hasil populasi. Berikut merupakan beberapa kondisi yang mendorong peneliti untuk melakukan inferensi adalah:

- Keterbatasan dana, tenaga, dan waktu merupakan alasan klasik yang sering dilakukan para peneliti untuk menggunakan inferensi dalam analisis data.
- Menggunakan konsep populasi dan sampel dalam kegiatan pengambilan data.

Hipotesis dalam inferensi statistik dibedakan menjadi hipotesis nol ( $H_0$ ) yaitu tidak adanya perbedaan atau tidak adanya hubungan, dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ), yaitu hipotesis yang merupakan lawan dari hipotesis nol biasanya berupa pernyataan tentang adanya perbedaan atau adanya hubungan, yang selanjutnya akan digunakan untuk menunjukkan bahwa pernyataan mendapat dukungan kuat dari data.

Tahap-tahap uji hipotesis secara umum antara lain sebagai berikut:

1. Tentukan model probabilitas yang cocok dari data
2. Tentukan hipotesis  $H_0$  dan  $H_1$
3. Tentukan statistik pengujian
4. Tentukan tingkat signifikansi
5. Tentukan daerah kritis berdasarkan tingkat signifikansi
6. Hitung statistik pengujian
7. Alternatif, hitung p-value berdasarkan statistik pengujian
8. Ambil kesimpulan berdasarkan poin 6 dan 7

### 2.17.1 Interpretasi Data

Interpretasi data adalah suatu kegiatan yang menggabungkan suatu analisis dengan pernyataan, kriteria, atau standar tertentu untuk menemukan makna dari data yang dikumpulkan untuk menjawab permasalahan pembelajaran yang sedang diperbaiki.

Interpretasi data perlu dilakukan dengan tujuan untuk memberikan arti mengenai bagaimana tindakan yang dilakukan. Interpretasi data juga penting untuk mengecek kebenaran asumsi atau keyakinan yang dimiliki.

Uji hipotesis merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang didasarkan pada analisa data, baik dari percobaan yang terkontrol, maupun dari observasi (tidak terkontrol). Dalam statistik sebuah hasil bisa dikatakan signifikan secara statistik jika kejadian tersebut hampir tidak mungkin disebabkan oleh faktor yang kebetulan, sesuai dengan batas probabilitas yang sudah ditentukan sebelumnya.

### 2.17.2 Uji T

Statistik parametrik yang digunakan dalam pengujian hipotesis deskriptif untuk data interval atau rasio adalah uji t satu sampel. Uji T termasuk jenis uji untuk sampel kecil yaitu  $n < 30$ . Untuk mengetahui apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama, maka dihitung  $t_{\text{score}}$  dengan rumus: (Sujarweni, dkk.2012)

$$T_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{sd}{\sqrt{n}}} \dots \dots \dots (2.1)$$



Dengan:  $\bar{x}$  = rerata

$\mu$  = nilai yang dihipotesiskan

Sd = standar deviasi

n = jumlah sampel

Hipotesa:  $H_0$  = sampel berasal dari populasi yang sama

$H_1$  = sampel tidak berasal dari populasi yang sama

Harga t tabel dicari pada tabel t student. T untuk derajat bebas  $v = n - 1$  dan  $\alpha = (\text{Level of Significance})$  misal 5%.

Kriteria pengambilan kesimpulan adalah sebagai berikut:

Apabila t score  $>$  t tabel, maka  $H_0$  diterima

Apabila t score  $<$  t tabel, maka  $H_0$  ditolak

## 2.18 Efektifitas

Efektifitas yang dimaksudkan adalah membandingkan kandungan limbah awal dan kandungan limbah setelah dilakukan pengolahan menggunakan tanaman melati air dan kayu apu. Efektifitas pengurangan parameter air limbah dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Efektifitas (\%)} = \left| \frac{\text{konsentrasi limbah awal} - \text{konsentrasi limbah akhir}}{\text{konsentrasi limbah awal}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots 2.2$$

Menurut Soeparman dan Suparmin (2002), tingkat efektifitas IPAL dikelompokkan sebagai berikut:

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| Sangat Efektifitas | $= x > 80\%$           |
| Efektifitas        | $= 60\% < x \leq 80\%$ |
| Cukup Efektifitas  | $= 40\% < x \leq 60\%$ |
| Kurang Efektifitas | $= 20\% < x \leq 40\%$ |
| Tidak Efektifitas  | $= x \leq 20\%$        |

## BAB III

### METODE PENELITIAN

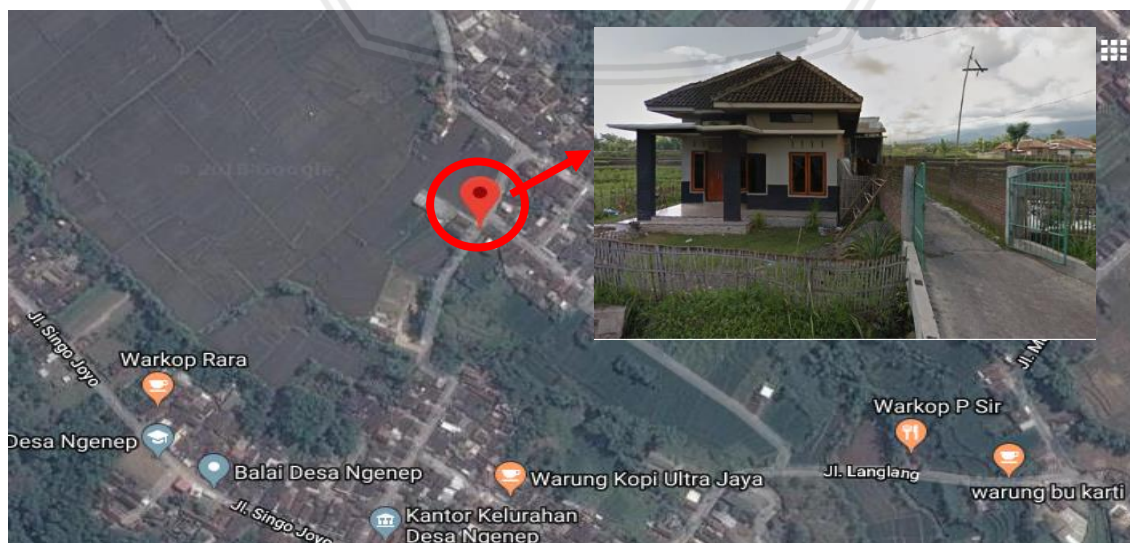
#### 3.1 Deskripsi Daerah Studi

Desa Ngenep merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Luas lahan yang diperuntukkan untuk pemukiman adalah 90.6 Ha. Luas lahan yang diperuntukkan untuk Pertanian adalah 359,65 Ha. Luas lahan untuk ladang tegalan dan perkebunan adalah 567,9 Ha. Luas lahan untuk Hutan Produksi adalah 76 Ha. Sedangkan luas lahan untuk fasilitas umum adalah sebagai berikut; untuk perkantoran 1.164 m<sup>2</sup>, sekolah 10.007 m<sup>2</sup>, olahraga 3.661 m<sup>2</sup> dan tempat pemakaman umum 2,2 Ha.

Secara geografis Desa ngenep terletak pada posoisi 7°21' - 7°31' Lintang Selatan dan 110°10' - 111°40' Bujur Timur. Secara administratif Desa Ngenep terletak di wilayah Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dengan posisi dibatasi oleh wilayah sebagai berikut:

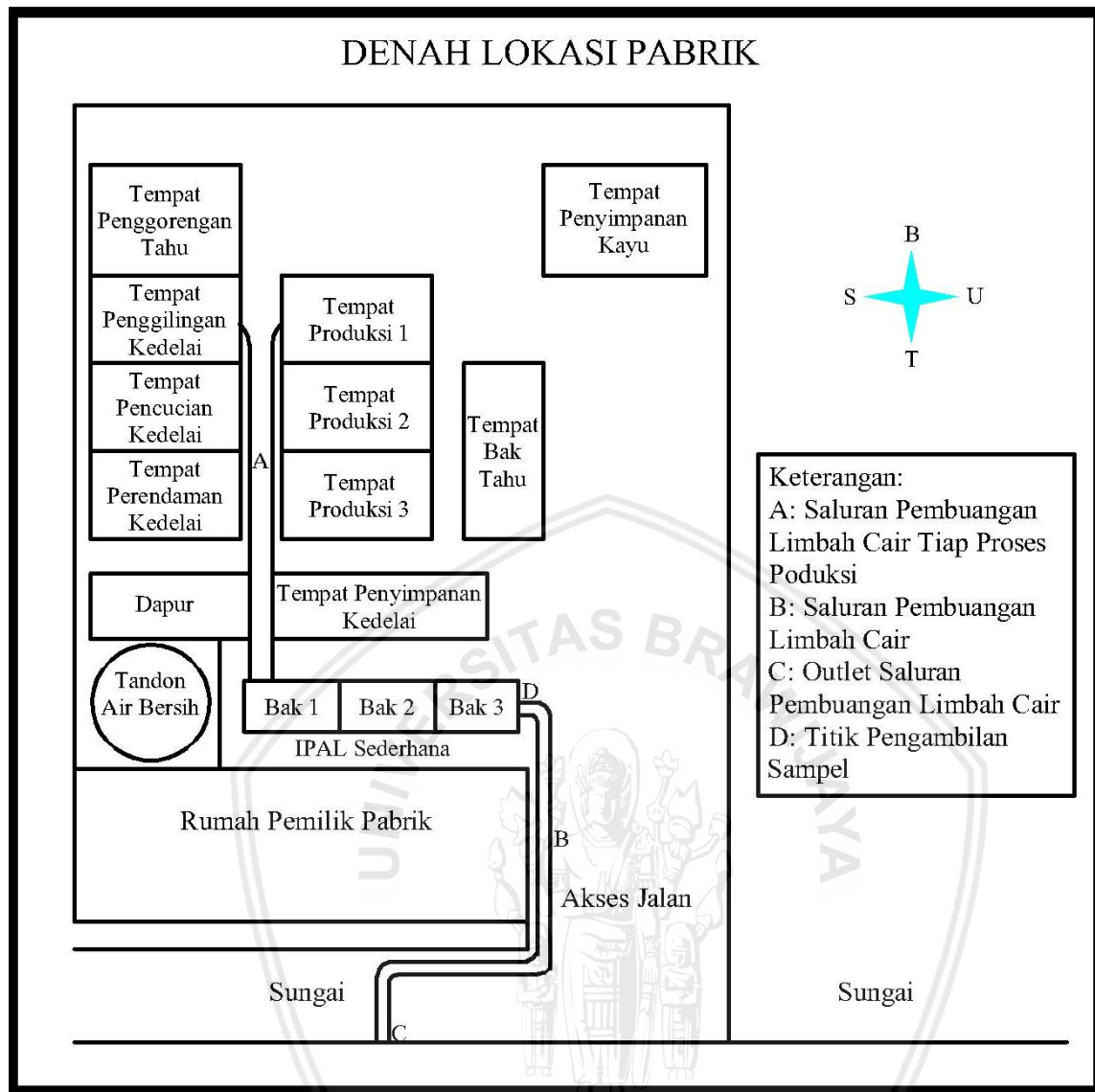
- Sebelah Utara : Desa Lang-lang Kecamatan Singosari Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Desa Ngijo dan Desa Bocek Kecamatan Karangploso
- Sebelah Selatan : Desa Ngijo dan Desa Kepuharjo Kecamatan Karangploso
- Sebelah Timur : Desa Kepuharjo Kecamatan Karangploso

Lokasi pabrik tahu berada di tepatnya Jalan Singo Joyo Desa Ngenep Utara RT.01 RW.03 Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Sedangkan untuk lokasi penelitian berada di Jalan Saxofon Kelurahan Tunggul Wulung Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.



*Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Dengan Tampilan Maps*

Sumber: Data Peta ©2018 Google Citra ©2015 CNES/Astrium.Digital Globe



Gambar 3.2 Denah Lokasi Pabrik  
Sumber: Olahan Peneliti, 2018

### 3.2 Percobaan Awal Sebelum Perlakuan

Sebelum perlakuan, dilakukan percobaan awal limbah dengan tujuan untuk mengetahui apakah tanaman melati air dan kayu apu mampu bertahan pada limbah tahu tersebut.

#### 3.2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada percobaan awal yaitu sebagai berikut:

- 2 ember dengan diameter masing-masing 15 cm dan 25 cm
- Gelas air mineral yang sudah dilubangi
- Serabut kelapa
- Tanaman melati air dan kayu apu

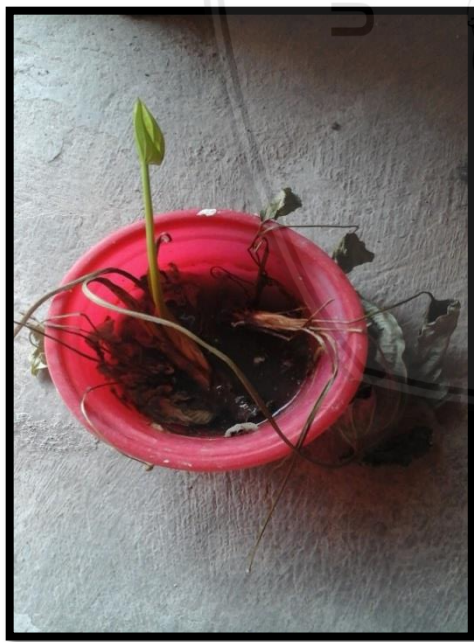
#### 3.2.2 Metode Percobaan

Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan rincian sebagai berikut:

1. Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan limbah murni sebanyak 600 ml yang diisikan pada 1 buah ember dengan diameter 15 cm serta 1 buah tanaman melati air dan 1 buah tanaman kayu apu. Kemudian dibiarkan selama 2 hari.
2. Percobaan kedua dilakukan dengan menggunakan limbah murni sebanyak 600 ml yang diisikan pada 1 buah ember dengan diameter 15 cm serta 1 buah tanaman melati air dan 1 buah tanaman kayu apu dan serabut kelapa yang diletakkan pada gelas mineral yang sudah dilubangi. Kemudian dibiarkan selama 2 hari.
3. Percobaan ketiga menggunakan limbah tahu dengan ditambahkan air PDAM dengan perbandingan 2: 1. Dimana 600 ml air limbah dan 300 ml air PDAM yang diisikan pada 1 buah ember dengan diameter 25 cm serta 1 buah tanaman melati air dan 1 buah tanaman kayu apu dan serabut kelapa yang diletakkan pada gelas mineral yang sudah dilubangi. Kemudian dibiarkan selama 2 hari.

### 3.2.3 Hasil Percobaan Awal

Berikut merupakan hasil percobaan awal pada limbah tahu dan tanaman melati air dan kayu apu.



*Gambar 3.3 Percobaan Awal Menggunakan Limbah Murni dan Tanaman*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tanaman melati air dan kayu apu tidak mampu bertahan pada limbah tahu yang tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan karena limbah bersifat asam. Selain itu limbah tahu tersebut terlalu pekat. Namun pada saat limbah tahu dibiarkan selama 2 minggu tanaman melati air mulai tumbuh



tunas baru, hal ini dikarenakan tanaman melati air cepat beradaptasi. Setelah melakukan percobaan awal dengan limbah murni dan tanaman maka dilakukan percobaan lagi dengan menggunakan serabut kelapa yang diletakkan pada gelas mineral yang sudah dilubangi.



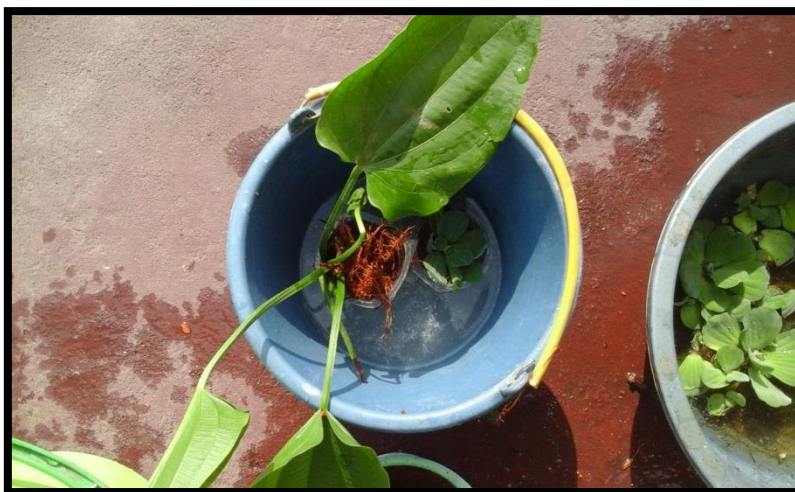
*Gambar 3.4 Percobaan Awal Menggunakan Limbah Tahu Murni dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Gelas Mineral*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018



*Gambar 3.5 Percobaan Awal Selama 2 Hari Menggunakan Limbah Tahu Murni dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Gelas Mineral*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tanaman kayu apu dan melati tidak mampu bertahan pada limbah tahu murni dengan menggunakan gelas mineral dan serabut kelapa. Hal ini dikarenakan limbah tersebut yang masih bersifat asam dan limbah tersebut masih terlalu pekat. Setelah melakukan percobaan awal dengan limbah murni dan tanaman dengan menggunakan gelas mineral dan serabut kelapa maka dilakukan percobaan lagi dengan menggunakan limbah tahu dengan ditambahkan air PDAM dengan perbandingan 2: 1. Dimana 600 ml air limbah dan 300 ml air PDAM.





*Gambar 3.6 Percobaan Awal Menggunakan Limbah Tahu + Air PDAM Dengan Perbandingan 2:1*

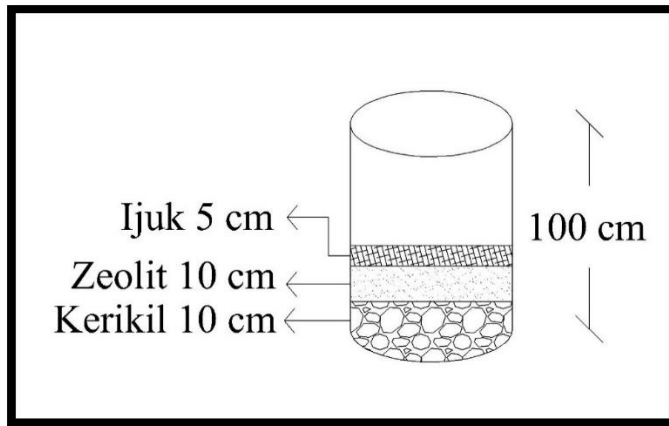
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018



*Gambar 3.7 Percobaan Awal Selama 2 Hari Menggunakan Limbah Tahu + Air PDAM Dengan Perbandingan 2:1*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tanaman melati air dan kayu apu tidak mampu bertahan pada pada limbah tahu + air PDAM. Pada daun tanaman melati air mulai mongering sedangkan pada tanaman kayu apu tepi daunnya mulai layu. Hal ini dikarenakan kondisi limbah yang masih terlalu pekat. Karena tiga percobaan awal belum berhasil maka perlu dilakukan pengolahan limbah tahu terlebih dahulu yaitu dengan cara penyaringan dengan menggunakan ijuk setinggi 5 cm, zeolit setinggi 10 cm dan kerikil setinggi 10 cm. Hal ini di dasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dwi Azrul Disyamto dan juga penelitian yang telah dilakukan oleh Mika Septiawan Muhajir.



Gambar 3.8 Detail Penyaringan  
Sumber: Pustaka, 2018

### 3.3 Alat dan Media Penelitian

#### 3.3.1 Alat Penelitian

Alat instalasi yang digunakan untuk penelitian ini dengan rincian sebagai berikut:

- 2 Tandon air berukuran sedang (100 l)
- Pipa 4 inch 4 buah
- Pipa PVC  $\frac{1}{2}$ " 2-3 m
- Kran Plastik  $\frac{1}{2}$ " 8 buah
- Stop Kran plastic  $\frac{1}{2}$ " 1 buah

#### 3.3.2 Media Penelitian

Media penelitian yang digunakan adalah tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan Melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai berikut:



Gambar 3.9 Tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*)

Sumber: <https://alamendah.org/2015/01/06/apu-apu-pistia-stratiotes-tanaman-hias-pembersih-air/> diakses pada tanggal 19 Februari 2108



Gambar 3.10 Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*)

Sumber: <https://ianzmynd.files.wordpress.com/2012/03/melati-air.jpg> diakses pada 1 Maret 2018

Selain tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) juga terdapat media filter yang berfungsi sebagai penyaring partikel kasar yang di letakkan di tandon dengan susunan 10 cm kerikil, 10 cm zeolit yang berdiameter 2-3 mm, dan 5 cm ijuk.



Gambar 3.11 Kerikil

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018





Gambar 3.12 Zeolit  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

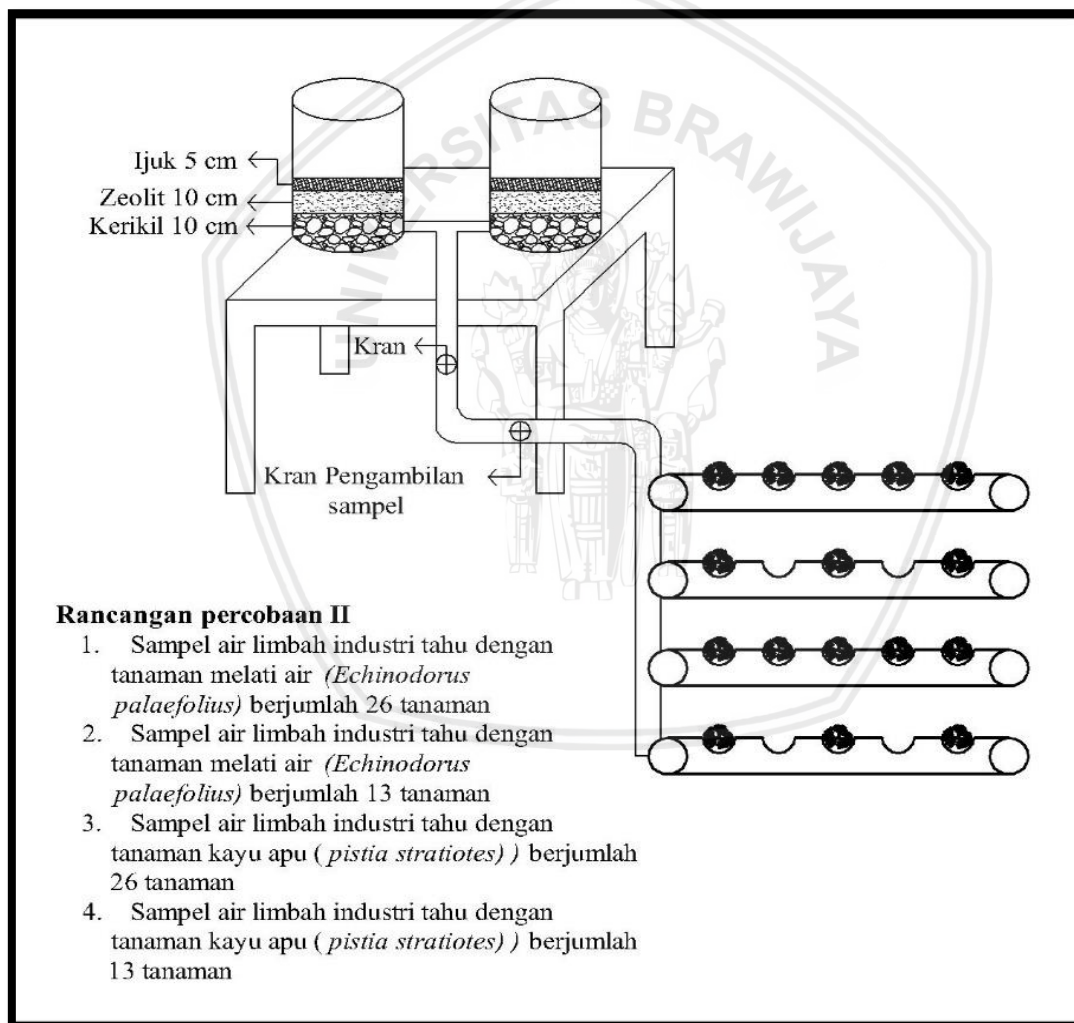


Gambar 3.13 Ijuk  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

### 3.4 Rancangan Percobaan

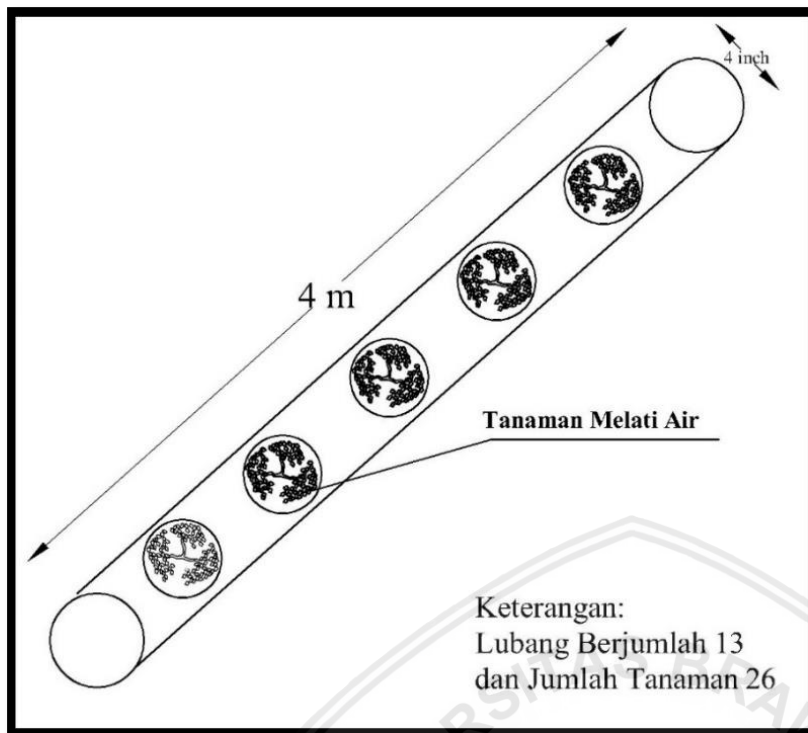
Rancangan Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dengan jumlah tanaman 26.
- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dengan jumlah tanaman 13.
- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman Melati air (*Echinodorus palaeifolius*) dengan jumlah tanaman 26.
- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman Melati air (*Echinodorus palaeifolius*) dengan jumlah tanaman 13.



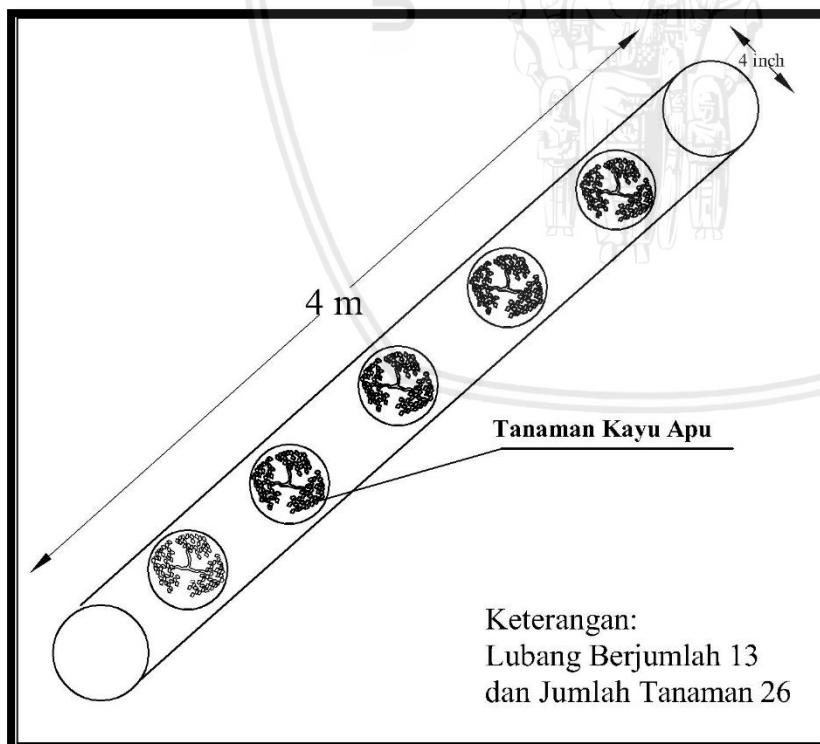
Gambar 3.14 Rancangan Percobaan  
Sumber:Olahan Peneliti, 2018





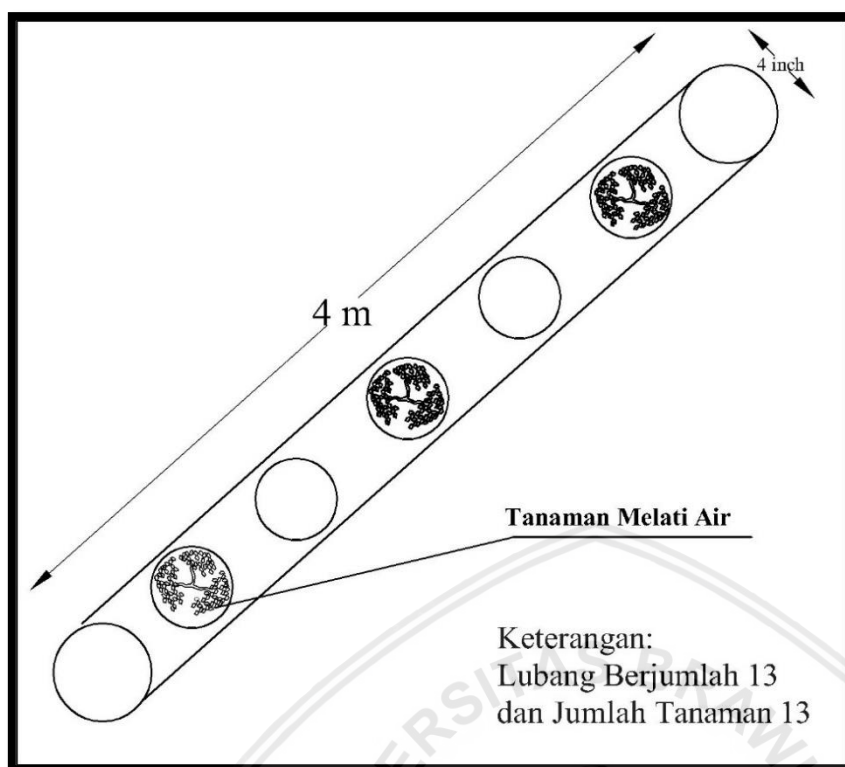
Gambar 3.15 Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Melati Air Dengan Jumlah Tanaman 26

Sumber: Olahan Peneliti, 2018



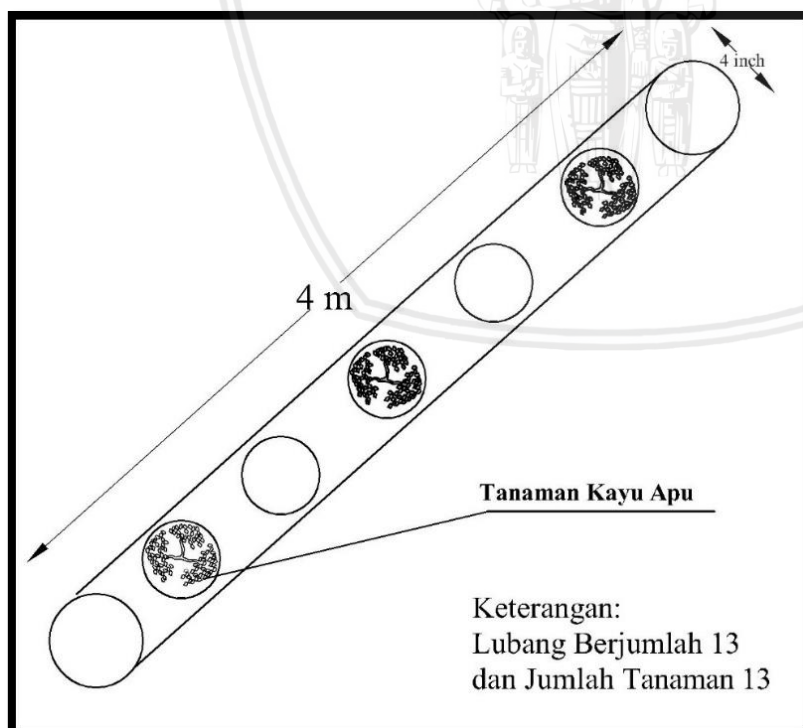
Gambar 3.16 Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Jumlah Tanaman 26

Sumber: Olahan Peneliti, 2018



*Gambar 3.17* Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Melati Air Dengan Jumlah Tanaman 13

Sumber: Olahan Peneliti, 2018



*Gambar 3.18* Rancangan Percobaan Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Jumlah Tanaman 13

Sumber: Olahan Peneliti, 2018

### 3.5 Pelaksanaan Percobaan

Dalam pelaksanaan percobaan menggunakan tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan sampel limbah cair pabrik tahu, terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Persiapan alat dan bahan

Tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*), melati air (*Echinodorus palaefolius*) di dapat dari persawahan sedangkan zeolit di dapat dari tempat budidaya daerah Splindid Kota Malang. Untuk Limbah pabrik didapatkan dari industri tahu yang berada di daerah Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.

b. Metode instalasi

Pipa 4 inch diisi air limbah dengan cara kran dibuka seperempat dengan debit yang dihasilkan yaitu 0,00063 l/detik secara terus menerus. Kemudian dibiarkan dalam satu hari dan di setiap pipa diberi tanaman yang berbeda serta diberi label untuk memudahkan pencatatan data.

c. Pengujian sampel

Pengujian sampel dilakukan pada hari ke 1, 2, dan ke 5. Hal ini dilakukan agar efek dari perlakuan air limbah pada metode fitoremediasi dapat terlihat. Setiap pengujian dilakukan pengambilan uji sampel sebanyak 2 kali.

### 3.6 Parameter Pengamatan dan Waktu Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian kali ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:  
Tabel 3.1 Parameter Pengamatan

| No | Parameter                               | Waktu        |
|----|-----------------------------------------|--------------|
| 1  | BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) | 1, 2, 5 hari |
| 2  | COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> )   | 1, 2, 5 hari |
| 3  | TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> )    | 1, 2, 5 hari |
| 4  | pH                                      | 1, 2, 5 hari |
| 5  | Suhu                                    | 1, 2, 5 hari |

Sumber: Ketentuan Peneliti, 2018

### 3.7 Pengambilan Sampel Air Limbah Di Pabrik Tahu

Pengambilan air limbah di lokasi dilakukan dengan menggunakan pompa lalu di tamping pada bak-bak container, sehingga volume limbah yang didapat sesuai dengan tampungan tandon. Lalu diangkut menggunakan mobil pick-up dan air limbah segera

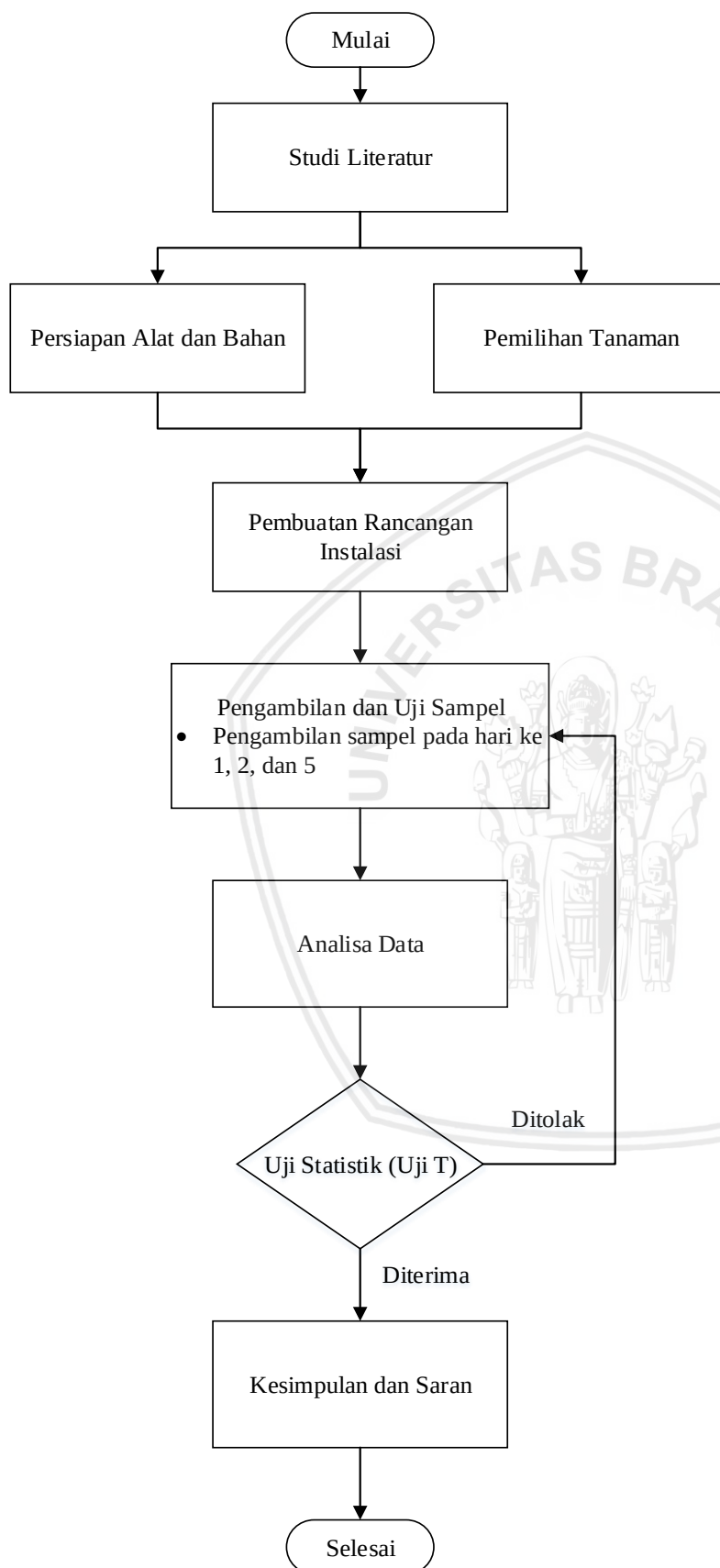
dipindahkan ke tandon. Pada hari pengambilan air limbah, dilakukan juga pengujian Sampel awal dengan parameter BOD, COD, TSS, pH.

### **3.8 Aklimatisasi Tanaman**

Aklimatisasi (proses adaptasi) tanaman dilakukan selama 4 hari. Aklimatisasi tanaman dilakukan bertujuan untuk adaptasi tanaman terhadap lingkungan barunya. Aklimatisasi tanaman ini dilakukan ditempat percobaan dimana 1 hari pertama dengan menggunakan air PDAM kemudian pada hari berikutnya dialirkan limbah tahu secara terus menerus dengan debit 0,00063 l/detik selama 4 hari.



### 3.9 Diagram Alir Pengamatan



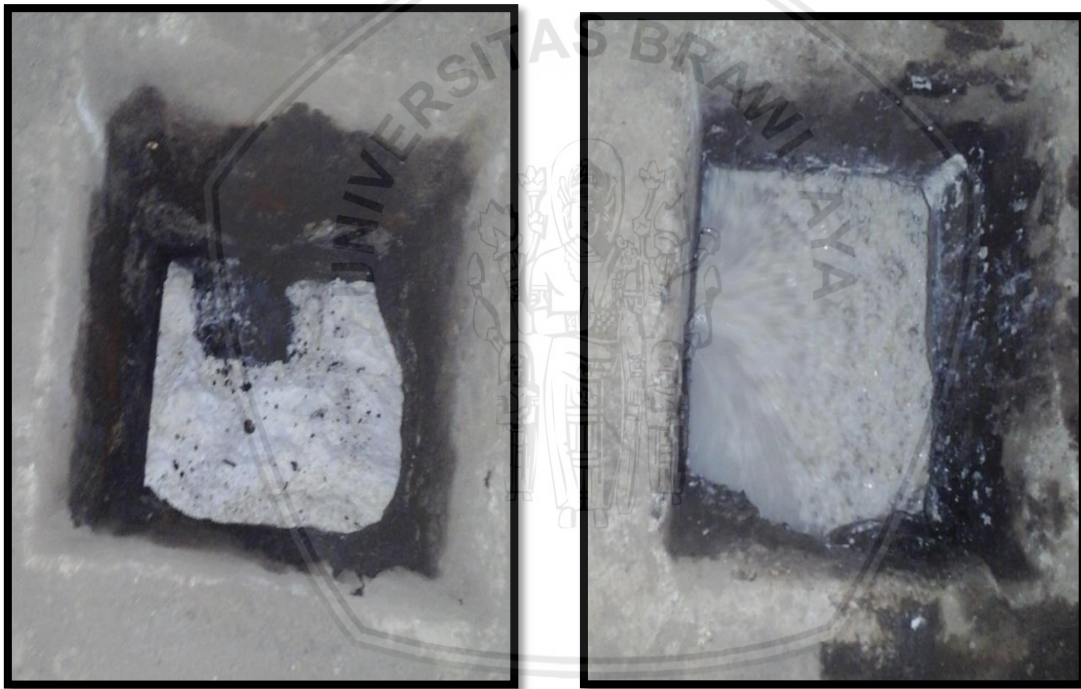
Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian  
Sumber: Olahan Peneliti, 2018



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Eksisting Pada Pembuangan Limbah Cair Pabrik Tahu

Setiap proses pembuatan tahu yang dimulai dari pencucian kedelai hingga pengepresan menghasilkan limbah yang cukup besar. Limbah yang dihasilkan dari dari proses pembuatan tahu mengalir ke dalam tampungan yang terdapat di dalam pabrik tahu. Kolam penampungan berjumlah 3 dengan masing-masing memiliki ukuran 1,5 meter x 1,5 meter x 1,5 meter. Kolam tersebut di tempatkan dibawah tanah yang terdapat di samping pabrik tahu. Kolam penampungan tersebut berfungsi sebagai kolam pengendapan.



(a)

(b)

Gambar 4.1 (a) Kolam Tampungan 1, (b) Kolam Tampungan 2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Gambar diatas merupakan kolam tampungan yang akan menampung hasil limbah cair dari proses pembuatan tahu. Limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dialirkan ke kolam penampungan 1, selanjutnya pada kolam penampungan 1 akan mengalir pada kolam penampungan ke 2.



*Gambar 4.2 Kolam Tampungan 3*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Kolam tampungan 3 ini akan mengalirkan limbah secara langsung ke sungai. Jika dilihat pada gambar kolam penampungan 3 warna limbah yang terlalu pekat dapat menyebabkan pencemaran sungai.



*Gambar 4.3 Kondisi Pembuangan Limbah Cair Industri*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kondisi sungai buangan tersebut mulai tercemar. Hal ini dapat dilihat bahwa air berwarna putih ke abuan, hal ini dikarenakan pembuangan limbah tahu yang tidak diolah dengan maksimal. selain pembuangan limbah tahu juga terdapat limbah dari sisa rumah tangga yang dibuang secara langsung tanpa adanya proses

pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dapat menyebabkan punahnya ikan dan biota lain yang ada di dalam lingkungan perairan dan dapat menyebabkan keseimbangan lingkungan akan terganggu.

Pengujian karakteristik awal dari limbah cair dilakukan untuk mengetahui nilai kadar awal sebelum dilakukan pengolahan limbah. Adapun 4 parameter yang dilakukan pengujian di Laboratorium Tanah dan Air Tanah yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Berikut merupakan hasil uji laboratorium hasil uji sampel awal limbah tahu.

Tabel 4.1

Hasil Uji Sampel Awal Limbah Tahu

| No | Parameter Uji | Satuan | Nilai | Standar Baku Mutu                                 |
|----|---------------|--------|-------|---------------------------------------------------|
|    |               |        |       | Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 |
| 1  | BOD           | mg/L   | 660   | 150                                               |
| 2  | COD           | mg/L   | 1950  | 300                                               |
| 3  | TSS           | mg/L   | 883   | 100                                               |
| 4  | pH            | -      | 3,91  | 6,0- 9,0                                          |

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Tanah dan Air Tanah Universitas Brawijaya, 2108

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kondisi limbah tahu tersebut melebihi baku mutu oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum di buang ke sungai agar tidak merusak biota dan tidak mengganggu keseimbangan lingkungan.

#### 4.3 Kondisi Perlakuan

Penelitian ini dilakukan selama 5 hari dengan pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali. Banyak perubahan yang terjadi selama proses penelitian ini, salah satunya yaitu warna air limbah yang digunakan dan bau sedikit berkurang. Adapun kondisi percobaan pada masing-masing perlakuan adalah sebagai berikut.





*Gambar 4.4 Kondisi Tanaman pada hari ke-1*

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Pada hari ke 1 tanaman melati air mulai tumbuh tunas baru. Hal ini dikarenakan pada saat proses aklimatisasi (proses adaptasi tanaman), daun pada tanaman melati air mengering namun karena proses pertumbuhan dan proses adaptasi pada tanaman melati air dalam waktu yang singkat tanaman tersebut dapat tumbuh dengan cepat. Dan untuk tanaman kayu apu masih terlihat berwarna hijau. Hal ini dikarenakan proses penyesuaian tumbuh kembang tanaman pada limbah berjalan dengan perlahan. Untuk kondisi warna limbah tidak pekat, hal ini dikarenakan adanya proses penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Aroma yang tidak sedap pada limbah masih menyengat.



*Gambar 4.5 Kondisi Tanaman pada hari ke-2*

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Pada hari ke 2 daun tua pada tanaman melati air mulai menggering namun pada tunas baru tanaman menunjukkan kondisi pertumbuhan yang di tunjukan dengan bentuk tunas yang mulai mekar dan ukuran tunasnya mulai membesar dan berwarna hijau muda kecoklatan. Dan untuk tanaman kayu apu sebagian tanaman mulai terlihat berwarna hijau kekuning-kuningan. Untuk kondisi warna limbah tidak pekat, hal ini adanya proses penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil dan juga karena pengendapan. Aroma yang tidak sedap pada limbah masih menyengat.



*Gambar 4.6* Kondisi Tanaman pada hari ke-3  
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Pada hari ke 3 tunas pada tanaman melati air mulai menunjukkan perubahan warna yang semula berwarna hijau muda kecoklatan menjadi hijau muda. Dan untuk tepi tanaman kayu apu mulai terlihat berwarna kuning. Hal ini dikarenakan tanaman melati air dan kayu apu sudah mampu untuk beradaptasi. Untuk kondisi warna limbah tidak pekat. Aroma yang tidak sedap pada limbah sedikit menghilang.





*Gambar 4.7 Kondisi Tanaman Pada Hari ke-4*

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Pada hari ke 4 pertumbuhan pada tanaman melati air mulai menunjukkan pertumbuhan yang normal serta mulai tumbuh tunas baru, hal ini dapat dilihat dari indikasi warna hijau daun yang merata selain itu ukuran daun mulai melebar. Dan untuk beberapa tanaman kayu apu mulai terlihat layu. Untuk kondisi warna limbah tidak pekat. Aroma yang tidak sedap pada limbah mulai menghilang.



*Gambar 4.8 Kondisi Tanaman pada hari ke-5*

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Pada hari ke 5 tanaman melati air menunjukkan pertumbuhan yang normal serta tunas mulai merekah, hal ini dapat dilihat dari indikasi warna hijau daun yang merata selain itu ukuran daun mulai melebar. Dan untuk beberapa helai daun pada tanaman kayu apu mulai mengering. Untuk kondisi warna limbah tidak pekat. Aroma yang tidak sedap pada limbah menghilang.

Penyaringan merupakan suatu proses pemisahan dari bahan-bahan tersuspensi dalam air melalui bahan berpori-pori, sehingga menghasilkan kualitas air yang lebih baik. Berikut merupakan hasil setelah penyaringan.



*Gambar 4.9 Kondisi Tandon Setelah Penyaringan*  
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kondisi ijuk setelah proses penyaringan terdapat endapan putih cukup banyak. Hal ini dikarenakan ijuk mampu menyaring partikel halus maupun partikel kasar. Semakin tinggi massa pada zeolit yang digunakan maka akan lebih jernih air limbah dan dapat menurunkan tingkat kekeruhan. Hal ini dikarenakan zeolite mempunyai fungsi sebagai absorben, yaitu dari sifat zeolit yang berpori dan memiliki kation yang dapat dipertukarkan.

#### **4.4. Hasil pengukuran Parameter Kualitas Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Lama Waktu Pengamatan**

##### **4.4.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

BOD merupakan parameter yang digunakan untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktifitas

mikroorganisme dalam menguraikan zat organik secara biologis di dalam limbah cair. Jika nilai BOD tinggi menunjukkan bahwa terdapat senyawa organik di dalam limbah, namun jika nilai BOD rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme. Aktivitas mikroorganisme dan tanaman melalui proses oksidasi oleh bakteri yang tumbuh disekitar rhizospere tanaman dan bakteri heterof dalam air limbah berperan dalam menurunkan konsentrasi BOD. Nilai BOD pada masing-masing pengamatan tersaji dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.2  
Hasil Pengukuran BOD Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode | BOD Awal | Tabel Hasil Pengukuran BOD |     |    | standar |
|------|----------|----------------------------|-----|----|---------|
|      |          | Nilai Pada pengambilan Ke- |     |    |         |
|      |          | 1                          | 2   | 5  |         |
| MA 1 | 660      | 161                        | 84  | 80 | 150     |
| MA 2 | 660      | 229                        | 98  | 65 | 150     |
| KA 1 | 660      | 72                         | 54  | 22 | 150     |
| KA 2 | 660      | 114                        | 94  | 82 | 150     |
| F    | 660      | 200                        | 163 | 45 | 150     |

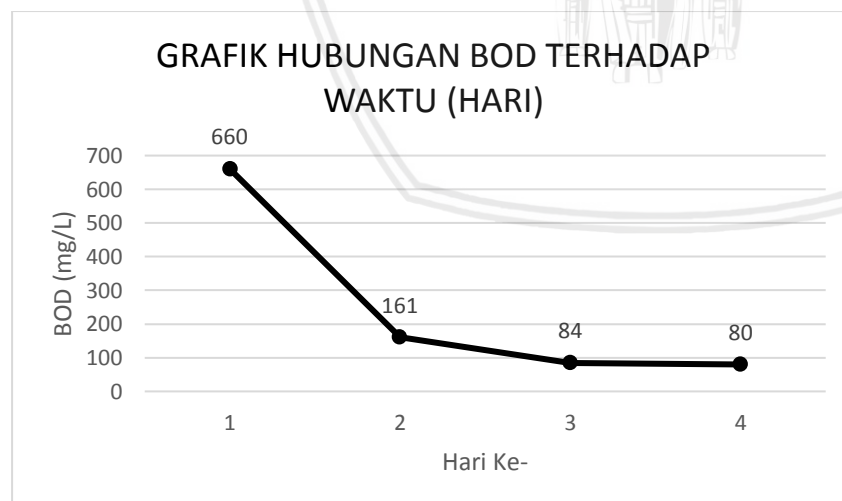
Sumber: Data Penelitian, 2018

Keterangan: Melati Air 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

Melati Air 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman

Kayu Apu 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

Kayu Apu 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman



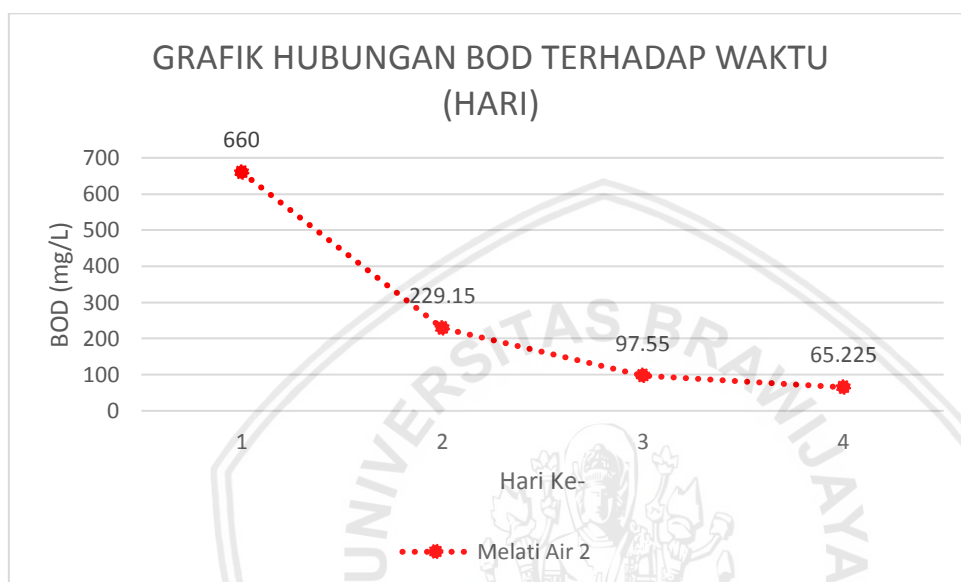
Gambar 4.10 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1

Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan melati air 1 dengan jumlah tanaman sebanyak 26 tanaman, penurunan kadar BOD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 660 mg/L turun menjadi 161 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk,

zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 84 mg/L dengan keefektifan penurunan 47,82%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 80 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 50,31%.

Untuk waktu optimal yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar BOD pada percobaan melati air 1 yaitu pada hari Ke-2 sebesar 84 mg/L yang artinya telah mencapai standar baku mutu.



Gambar 4.11 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan melati air 2 dengan jumlah tanaman sebanyak 13 tanaman, penurunan kadar BOD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 660 mg/L turun menjadi 229 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 98 mg/L dengan keefektifan penurunan 57,21%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 65 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 71,62%.

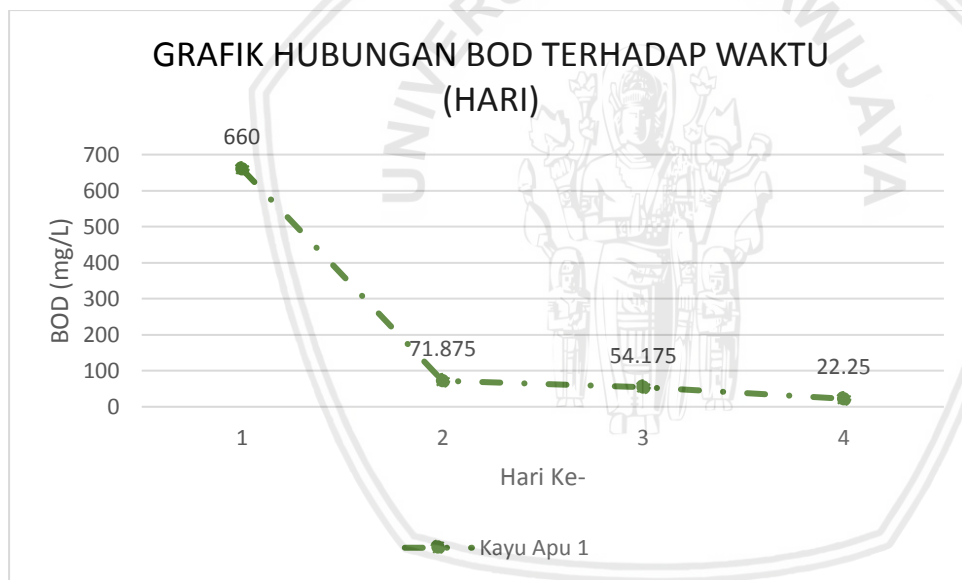
Jenis tanaman air memiliki ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transpotasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Aktivitas mikroorganisme dan tanaman dalam menyediakan oksigen terjadi melalui proses fotosintesis. Akar tumbuhan akuatik di bawah permukaan air akan mengeluarkan oksigen dan membentuk zona rizosfer yang kaya oksigen. Oksigen tersebut dialirkan ke akar melalui batang secara difusi pada pori-pori daun. Pelepasan oksigen oleh akar tanaman air dapat menyebabkan air dan tanah disekitar rambut akar memiliki oksigen terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan tanah yang tidak ditumbuhi tanaman air, sehingga memungkinkan organisme



pengurai seperti bakteri aerob dapat hidup dalam lingkungan lahan basah yang berkondisi anaerob. Banyaknya kandungan oksigen dalam media, maka jumlah mikroorganisme yang ada pun akan semakin banyak, oleh karena itu pengolahan akan terjadi akan berlangsung dengan baik.

Sistem perakaran pada tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) adalah kuat, panjang, dan juga menjalar, sehingga oksigen yang disalurkan akan semakin banyak dan area tempat melekatnya mikroorganisme semakin luas, oleh karena itu oksigen yang melekat pada perakaran akan semakin banyak.

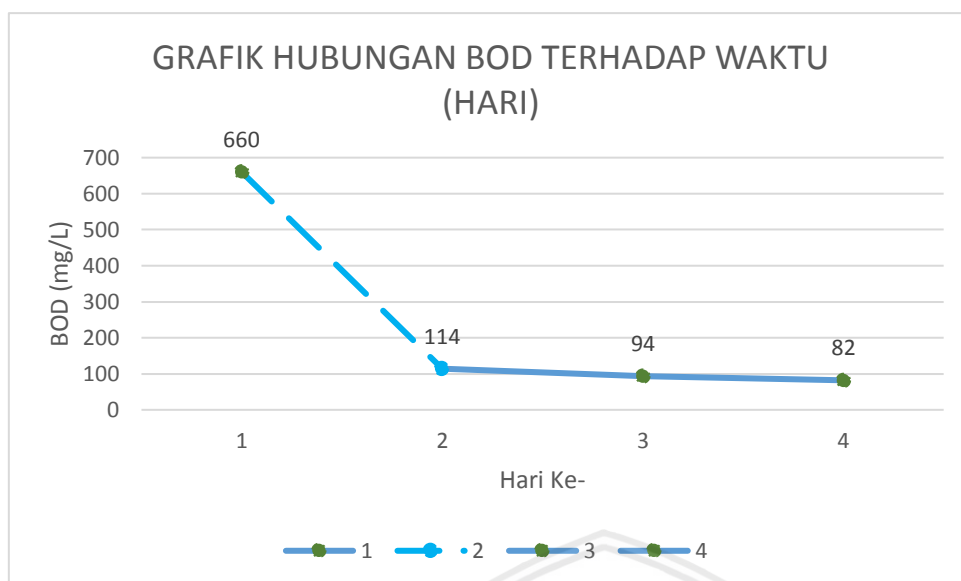
Namun kemungkinan besar proses filtrasi oleh media kerikil, zeolit serta ijuk berpengaruh lebih besar terhadap penyisihan materi organik yang terkandung di dalam limbah cair tahu dibandingkan dengan fungsi tanaman itu sendiri. Selain itu kemungkinan lain yaitu karena faktor umur tanaman yang digunakan masih muda, sehingga dapat berkontribusi terhadap penyisihan BOD secara optimal.



Gambar 4.12 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan Kayu Apu 1, penurunan kadar BOD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 660 mg/L turun menjadi 72 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 54 mg/L dengan keefektifan penurunan 25%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 22 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 69,44%.



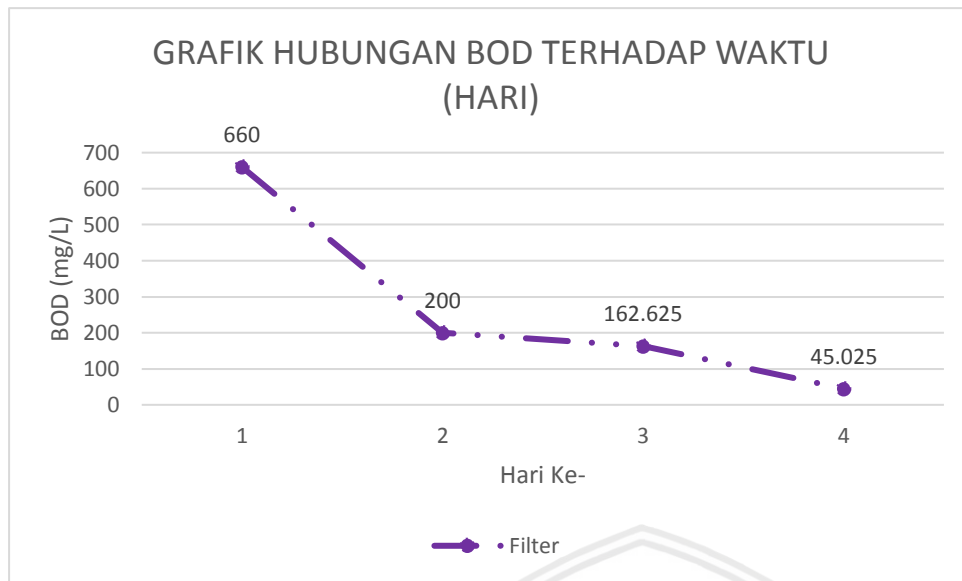


Gambar 4.13 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 2  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan Kayu Apu 2, penurunan kadar BOD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 660 mg/L turun menjadi 114mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 94 mg/L dengan keefektifan penurunan 17,54%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 82 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 28,07%.

Banyaknya kandungan oksigen dalam media, maka jumlah mikroorganisme yang ada pun akan semakin banyak, oleh karena itu pengolahan akan terjadi akan berlangsung dengan baik. Kayu apu atau *Pistia stratiotes L.* sebagai tanaman air yang memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah dengan kadar organik tinggi.

Lama waktu tinggal pada limbah menyebabkan akar tanaman kayu apu dapat mengikat atau menyaring bahan organik maupun anorganik yang terdapat dalam limbah sehingga memudahkan mikroorganisme perombak dalam melakukan aktivitas pendegradasiannya (Mustaniroh *et al.*, 2010). Tanaman air dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik terlarut ke dalam strukturnya sehingga pada umumnya limbah yang polutannya sudah dibersihkan oleh tumbuhan saat dialirkan ke lingkungan akibat kerusakannya lebih kecil.

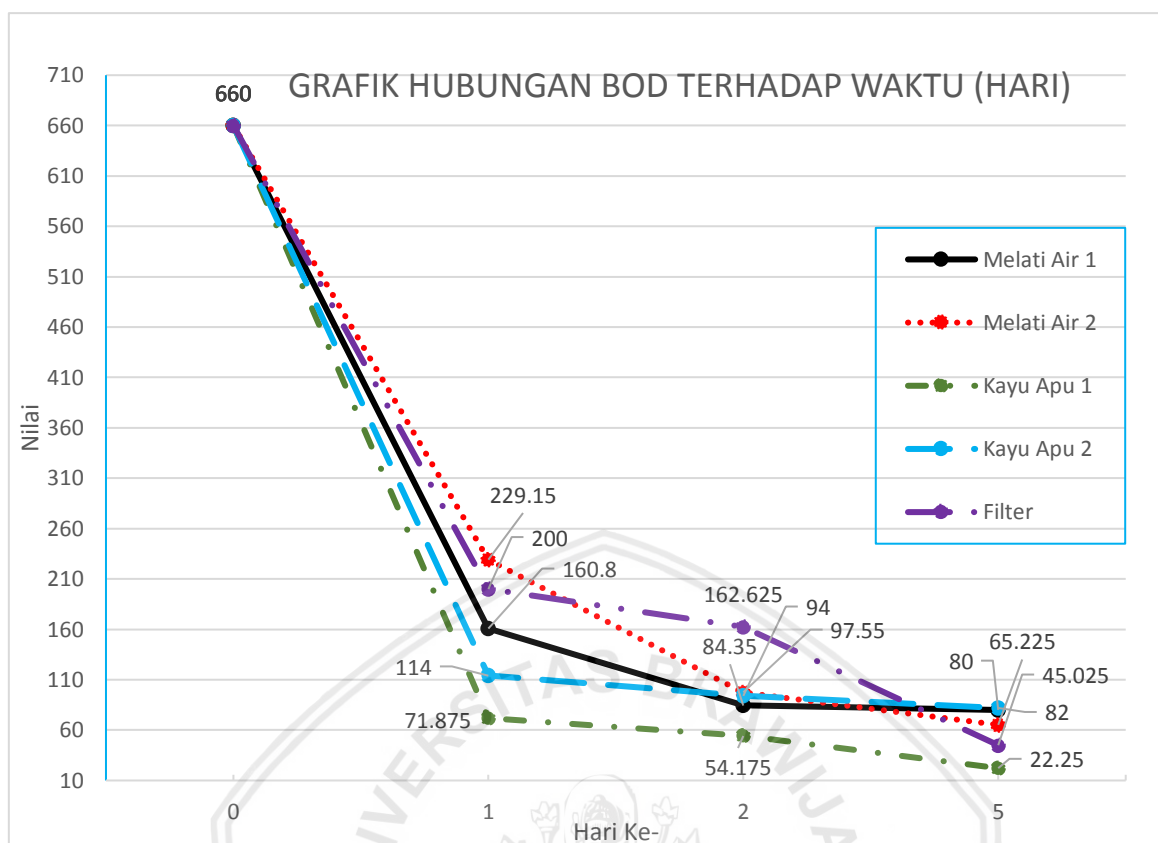


Gambar 4.14 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari) Pada Filter  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan Filter, penurunan kadar BOD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 660 mg/L turun menjadi 200 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 163 mg/L dengan keefektifan penurunan 18,5%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 45 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 77,5%.

Zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penyerap. Hal ini disebabkan karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul. zeolit juga berfungsi sebagai penyerap kation-kation yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan seperti Pb, Al, Fe, Mn, Zn, dan Cu. Adanya zeolit tersebut dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Berikut merupakan grafik Hubungan BOD dengan waktu (hari) pada seluruh perlakuan,



Gambar 4.15 Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari)

Sumber: Data Penelitian, 2018

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan BOD disebabkan oleh berkurangnya kandungan bahan organik maupun anorganik pada limbah cair. Semakin rendah kandungan bahan organik maka kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk mendegradasi atau mengikat bahan organik maupun anorganik juga semakin kecil. Menurut (Mustaniroh *et al.*, 2010) lama waktu tinggal pada limbah menyebabkan akar tanaman kayu apu dapat mengikat atau menyaring bahan organik maupun anorganik yang terdapat dalam limbah sehingga memudahkan mikroorganisme perombak dalam melakukan aktivitas pendegradasiannya.

#### 4.4.2 COD (Chemical Oxygen Demand)

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidanya adalah  $K_2Cr_2O_7$  atau  $KMnO_4$ . COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator (misal kalium dikromat) untuk mengoksidasi seluruh material baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air. Jika kandungan senyawa organik maupun anorganik cukup besar, maka oksigen terlarut di dalam air dapat mencapai nol,

sehingga tumbuhan air, maupun hewan air yang membutuhkan oksigen tidak memungkinkan hidup. Angka yang ditunjukkan pada COD merupakan parameter pencemaran air oleh zat organik yang dapat dioksidasi dan diproses secara biologis yang dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Nilai COD pada masing-masing pengamatan tersaji dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.3

Hasil Pengukuran COD Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | COD<br>Awal | Tabel Hasil Pengukuran COD |     |     | Baku Mutu |
|--------------|-------------|----------------------------|-----|-----|-----------|
|              |             | Nilai Pada pengambilan Ke- |     |     |           |
|              |             | 1                          | 2   | 5   |           |
| Melati Air 1 | 1950        | 1470                       | 620 | 330 | 300       |
| Melati Air 2 | 1950        | 860                        | 700 | 510 | 300       |
| Kayu Apu 1   | 1950        | 640                        | 550 | 400 | 300       |
| Kayu Apu 2   | 1950        | 930                        | 640 | 430 | 300       |
| Filter       | 1950        | 710                        | 540 | 470 | 300       |

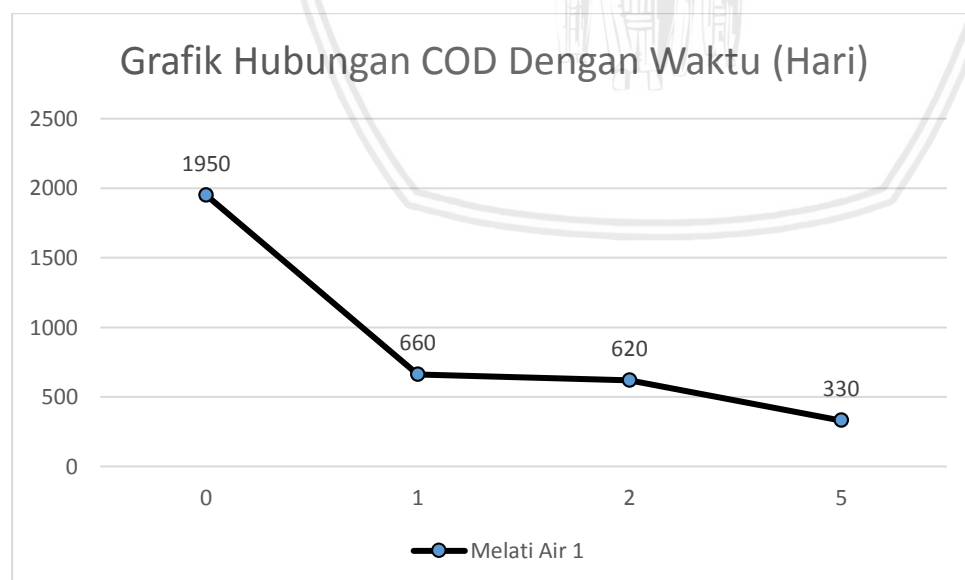
Sumber: Data Penelitian

Keterangan: Melati Air 1 = Dengan Jumlah 26 Tanama

Melati Air 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman

Kayu Apu 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

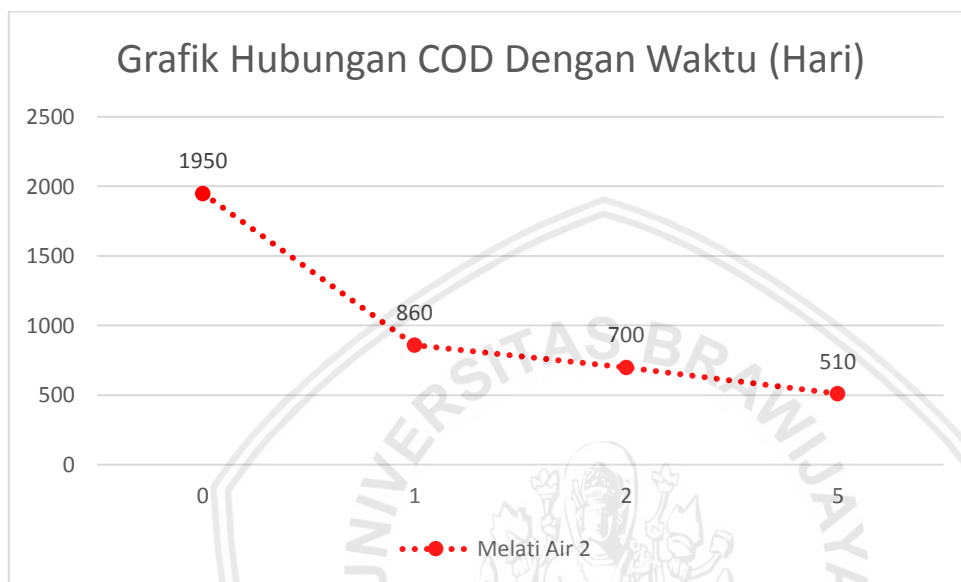
Kayu Apu 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman



Gambar 4.16 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1

Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan melati air 1, penurunan kadar COD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 1950 mg/L turun menjadi 660 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 620 mg/L dengan keefektifan penurunan 6,06%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 330 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 50%.



Gambar 4.17 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2  
Sumber: Data Penelitian, 2018

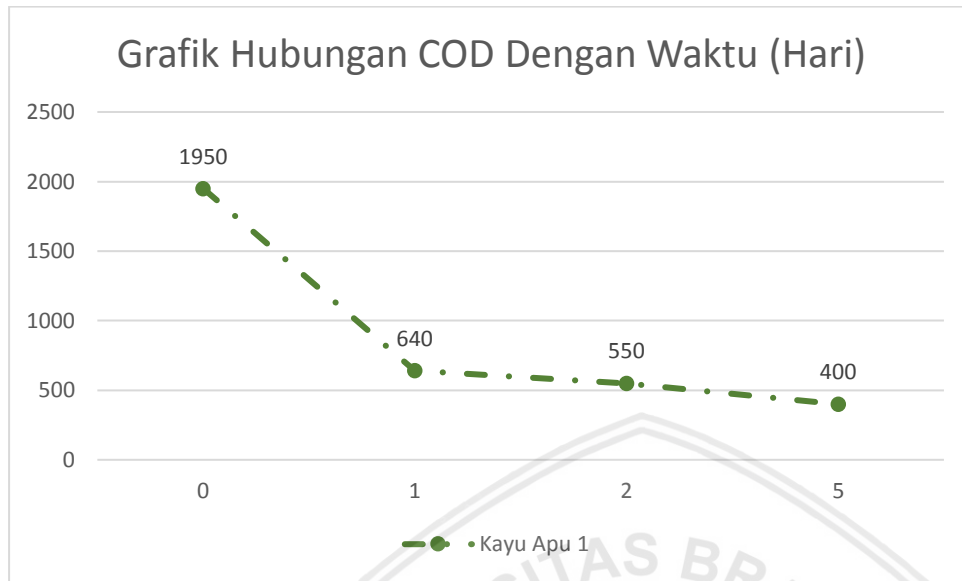
Pada penelitian di percobaan melati air 2, penurunan kadar COD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 1950 mg/L turun menjadi 860 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 700 mg/L dengan keefektifan penurunan 18,60%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 510 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 40,70%.

Melati air dapat menghisap oksigen dari udara melalui daun batang dan akar yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Hal ini dimungkinkan karena jenis tanaman air ini mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Oksigen ini nantinya akan digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada.

Sistem perakaran yang terdapat pada tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) adalah kuat, panjang, dan juga menjalar, sehingga oksigen yang disalurkan akan semakin

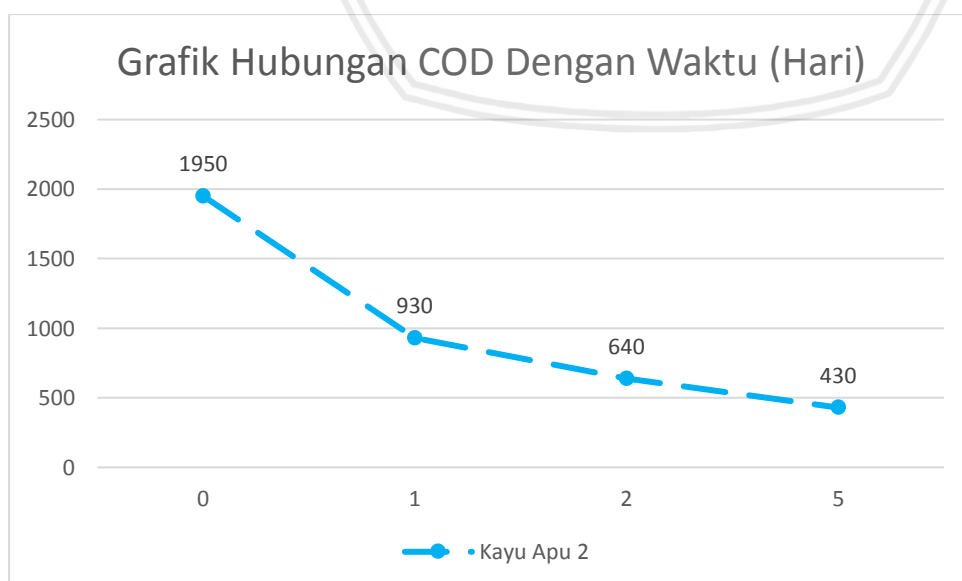


banyak dan area tempat melekatnya mikroorganisme semakin luas, oleh karena itu oksigen yang melekat pada perakaran akan semakin banyak.



Gambar 4.18 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1  
Sumber: Data Penelitian, 2018

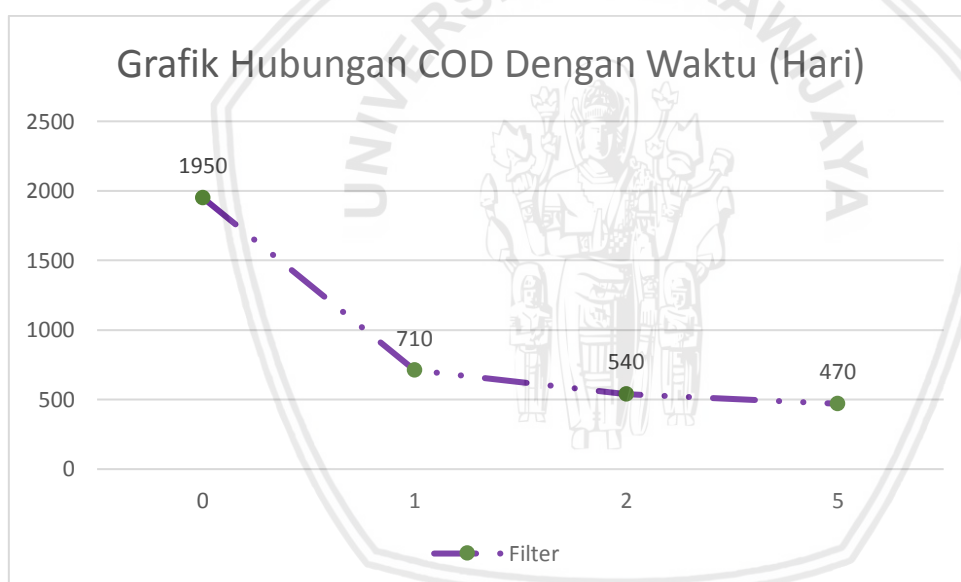
Pada penelitian di percobaan Kayu Apu 1, penurunan kadar COD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 1950 mg/L turun menjadi 640 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 550 mg/L dengan keefektifan penurunan 14,06%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 400 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 37,50%.



Gambar 4.19 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 2  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan Kayu Apu 2, penurunan kadar COD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 1950 mg/L turun menjadi 930 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 640 mg/L dengan keefektifan penurunan 31,18%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 430 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 53,76%.

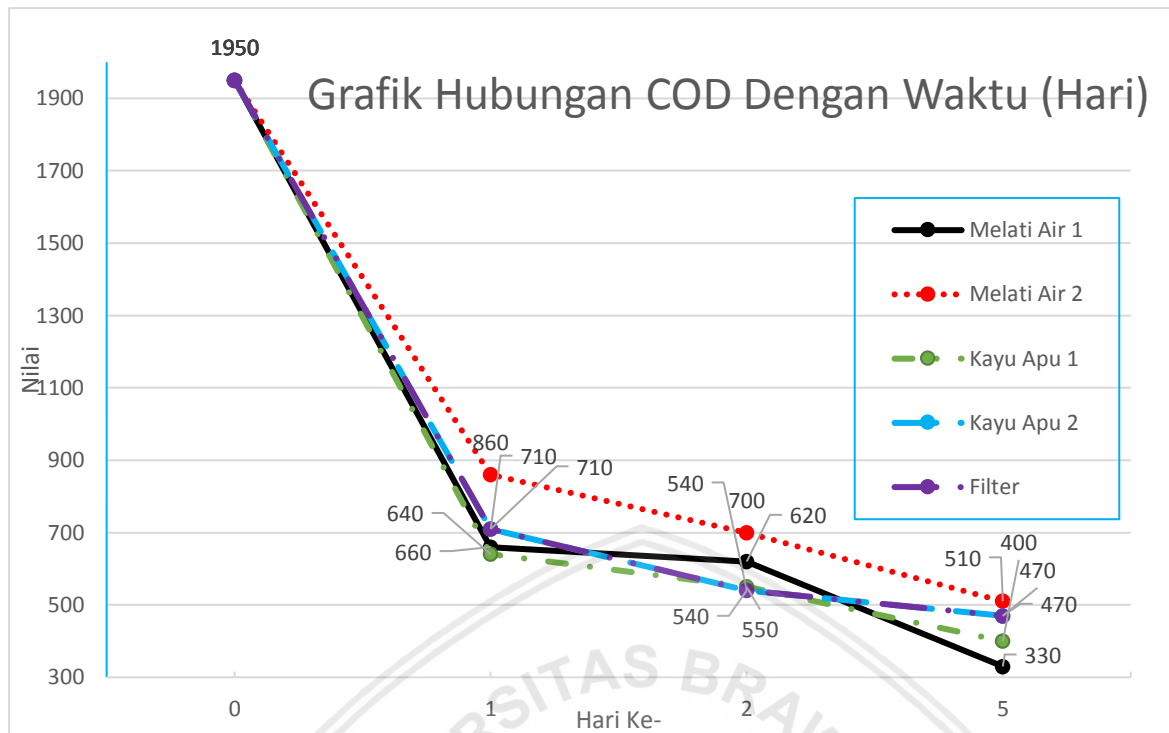
Mikroorganisme berperan penting dalam menghilangkan bahan organik yang proses penguraiannya membutuhkan oksigen. Oksigen tersebut akan mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun. Bahan organik yang terdapat pada limbah didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media dan menempel pada akar tanaman, serta penetrasi rhizoma pada media. Akar tanaman yang semakin lama semakin banyak karena pertumbuhannya akan meningkatkan suplai oksigen ke dalam reaktor, memperluas zone rizhosfer dan mampu memperluas area permukaan lekat mikroorganisme yang berperan dalam penguraian padatan.



Gambar 4.20 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari) Pada Filter  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan filter, penurunan kadar COD pada pengambilan hari ke 1 yaitu 1950 mg/L turun menjadi 710 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 540 mg/L dengan keefektifan penurunan 23,94%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 470 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 33,80%.

Berikut merupakan grafik Hubungan COD dengan waktu (hari) pada seluruh perlakuan.



Gambar 4.21 Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari)  
Sumber: Data Penelitian, 2018

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan COD disebabkan suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif. Waktu kontak yang lebih lama antara air limbah dengan beberapa perlakuan dapat memberikan kesempatan bagi organisme anaerob untuk melakukan degradasi.

#### 4.4.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan salah satu parameter limbah cair industri tahu apabila berjumlah banyak dapat menyebabkan pencemaran, yaitu air berwarna keruh sehingga sinar matahari sulit untuk menembus ke dalam air. Air limbah mengandung berbagai macam material, padatan yang mengendap atau tidak terlarut dan material yang tercampur atau tersuspensi. Padatan total tersuspensi merupakan padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan air. Padatan total tersuspensi terdiri dari terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen. Nilai TSS pada masing-masing pengamatan tersaji dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.4

Hasil Pengukuran TSS Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Hasil Pengukuran TSS |          |                            |     |    |           |
|----------------------|----------|----------------------------|-----|----|-----------|
| Kode                 | TSS Awal | Nilai Pada pengambilan Ke- |     |    | Baku Mutu |
|                      |          | 1                          | 2   | 5  |           |
| Melati Air 1         | 883      | 189                        | 110 | 86 | 100       |
| Melati Air 2         | 883      | 187                        | 133 | 87 | 100       |
| Kayu Apu 1           | 883      | 127                        | 115 | 75 | 100       |
| Kayu Apu 2           | 883      | 167                        | 116 | 81 | 100       |
| Filter               | 883      | 260                        | 117 | 87 | 100       |

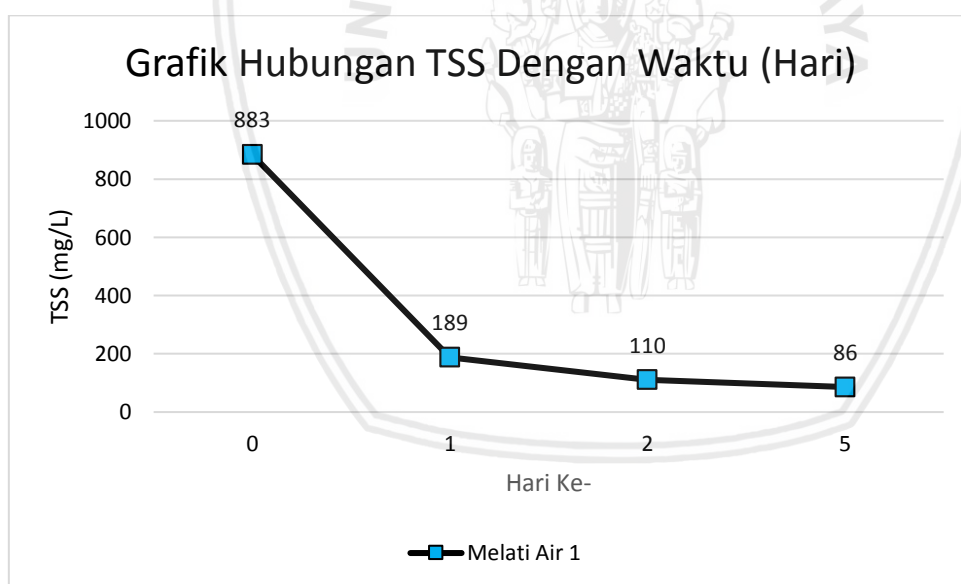
Sumber: Data Penelitian

Keterangan: Melati Air 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

Melati Air 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman

Kayu Apu 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

Kayu Apu 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman

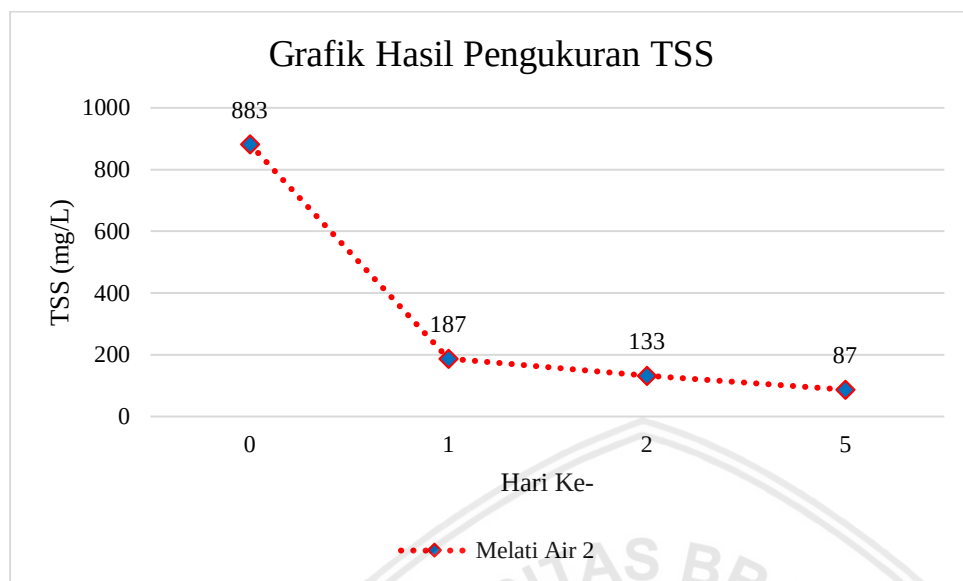


Gambar 4.22 Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1

Sumber: Data Penelitian

Pada penelitian di percobaan melati air 1, penurunan kadar TSS pada pengambilan hari ke 1 yaitu 883 mg/L turun menjadi 189 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 110 mg/L dengan keefektifan penurunan 41,80%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 86 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 54,50%. Hal ini dikarenakan faktor

penyaringan terdapat juga faktor pengendapan yang dimana semakin lama waktu maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.

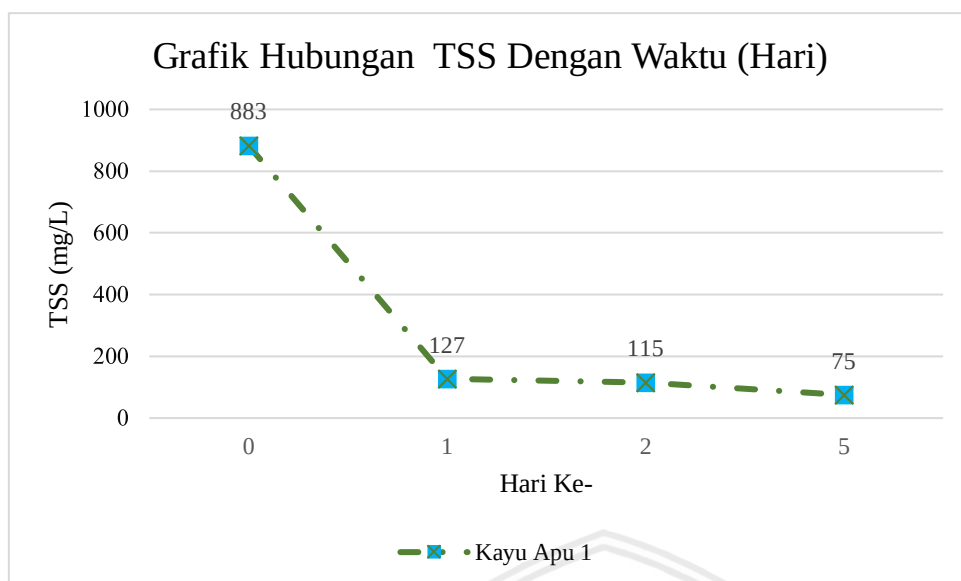


Gambar 4.23 Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2  
Sumber: data penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan melati air 2, penurunan kadar TSS pada pengambilan hari ke 1 yaitu dari 883 mg/L turun menjadi 187 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 113 mg/L dengan keefektifan penurunan 39,57%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 87 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 53,48%. Hal ini dikarenakan faktor penyaringan terdapat juga faktor pengendapan yang dimana semakin lama waktu maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.

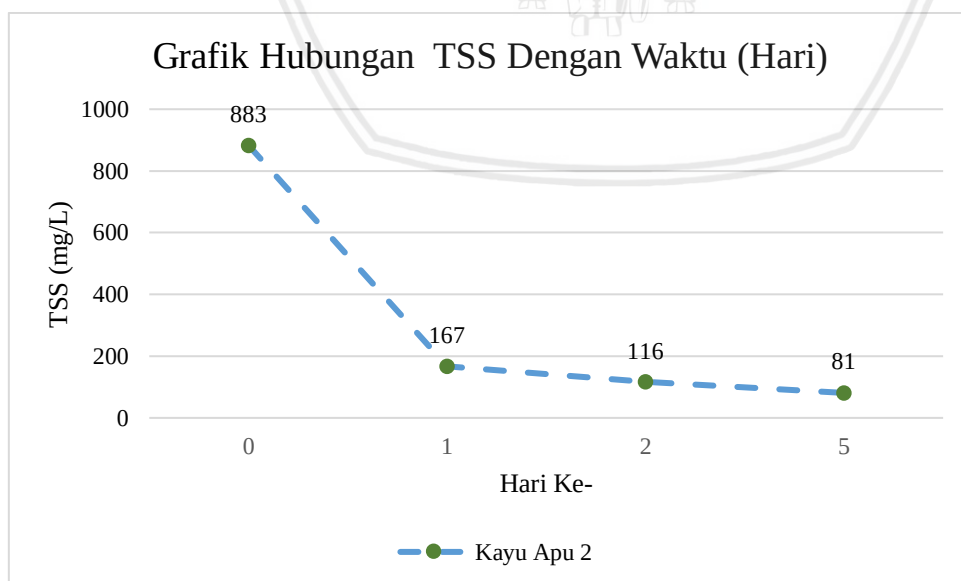
Penurunan nilai TSS juga disebabkan karena tanaman *Echinodorus Palaefolius* memiliki akar serabut yang menjalar yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air. Semakin tinggi biomassa tanaman, dan semakin banyak akar serabutnya, maka semakin banyak koloid yang menempel di akar-akar tersebut. Endapan dan koloid serta bahan terlarut yang berasal dari bahan buangan yang berbentuk padat akan mengendap di dasar bila tidak dapat larut dan sebagian akan menjadi koloidal bila dapat larut. Endapan yang tidak dapat larut sebelum mencapai dasar akan melayang-layang dalam air bersama koloidal.





Gambar 4.24 Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1  
Sumber: Data penelitian, 2018

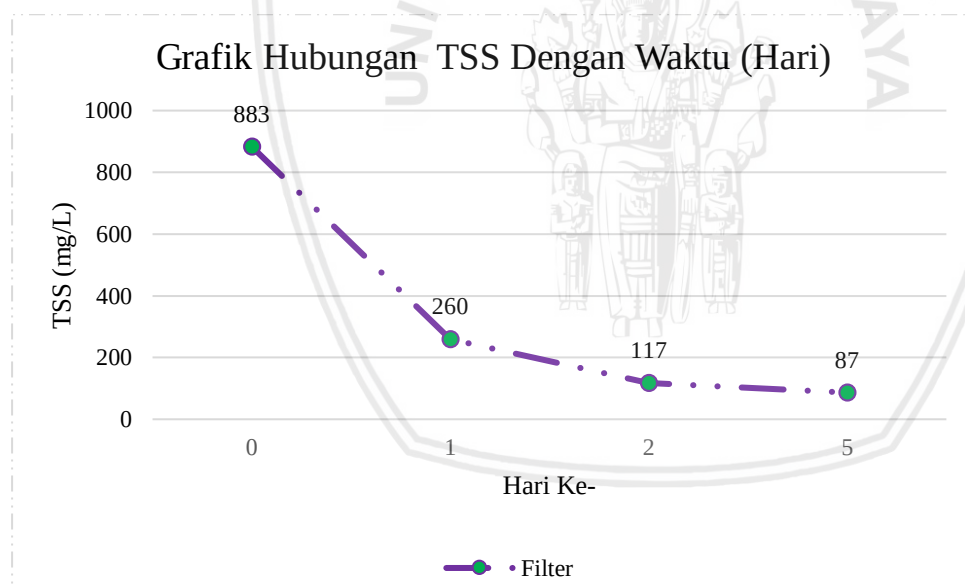
Pada penelitian di percobaan kayu apu 1, penurunan kadar TSS yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 1 yaitu dari 883 mg/L turun menjadi 127 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 115 mg/L dengan keefektifan penurunan 9,45%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 75 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 40,94%. Hal ini dikarenakan faktor penyaringan terdapat juga faktor pengendapan yang dimana semakin lama waktu maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.



Gambar 4.25 Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari) pada Kayu Apu 2  
Sumber: Data penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan kayu apu 2, penurunan kadar TSS yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 1 yaitu dari 883 mg/L turun menjadi 167 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Pada pengambilan ke 2 yaitu 116 mg/L dengan keefektifan penurunan 30,54%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 81 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 51,50%. Hal ini dikarenakan faktor penyaringan terdapat juga faktor pengendapan yang dimana semakin lama waktu maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.

Penurunan nilai TSS juga disebabkan karena tanaman *Pistia stratiotes L* memiliki akar serabut yang menjalar dan sangat lebat yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air. Akar tanaman *Pistia stratiotes L* yang panjang dan lebat dapat menjangkau area yang lebih dalam dan luas sehingga dapat lebih banyak menyerap nutrisi seperti senyawa organik serta mentransfer oksigen ke dalam dasar media dan memungkinkan mikroorganisme tumbuh di sekitar perakaran sehingga oksidasi zat organik berlangsung lebih baik.

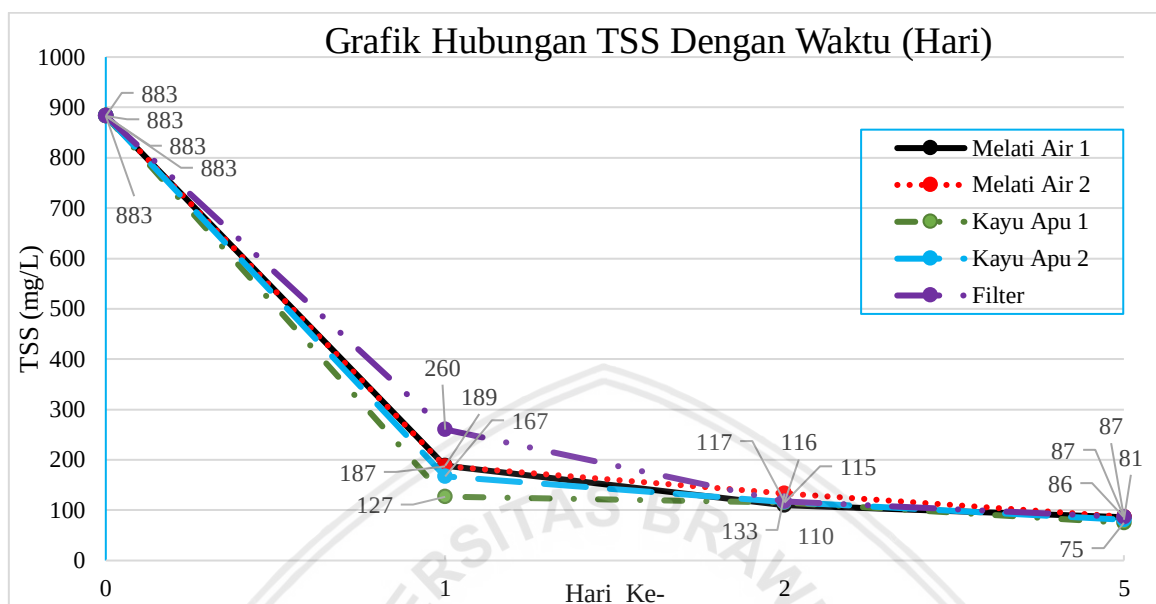


Gambar 4.26 Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari) pada Filter  
Sumber: Data penelitian, 2018

Pada penelitian di percobaan Filter, penurunan kadar TSS yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 1 yaitu dari 883 mg/L turun menjadi 260 mg/L. Penurunan tersebut dikarenakan adanya faktor penyaringan dengan menggunakan ijuk, zeolit, dan kerikil. Selain faktor penyaringan terdapat juga faktor pengendapan yang dimana semakin lama waktu maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama. Pada pengambilan

ke 2 yaitu 117 mg/L dengan keefektifan penurunan 55%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 87 mg/L sehingga keefektifan penurunannya sebesar 66,54%.

Berikut merupakan grafik Hubungan TSS dengan waktu (hari) seluruh perlakuan,



Gambar 4.27 Grafik Hasil Pengukuran TSS

Sumber: Data Penelitian

Dari hasil pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air dan tanaman kayu apu mampu Menurunkan nilai TSS. Hal ini dikarenakan adanya faktor penyaringan diawal dan pengendapan yang dipengaruhi oleh adanya gravitasi sehingga semakin lama waktu tinggal maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.

#### 4.4.4 pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan salah satu baku mutu kualitas limbah cair industri tahu. Pada pengamatan pH menunjukkan nilai yang berbeda setiap waktu pengamatan 1,2, dan 5 hari. pH dapat dipengaruhi oleh kondisi suatu lingkungan yang mendukung untuk nilai pH asam ataupun basa. Nilai pH pada masing-masing pengamatan tersaji dalam tabel di bawah ini: Tabel 4.5 pH Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | pH Awal | Hasil Pengukuran pH        |      |      | Baku Mutu |
|--------------|---------|----------------------------|------|------|-----------|
|              |         | Nilai Pada pengambilan Ke- |      |      |           |
|              |         | 1                          | 2    | 5    |           |
| Melati Air 1 | 3.91    | 4.89                       | 5.11 | 5.53 | 6         |
| Melati Air 2 | 3.91    | 4.90                       | 5.35 | 5.53 | 6         |
| Kayu Apu 1   | 3.91    | 4.93                       | 5.21 | 5.67 | 6         |
| Kayu Apu 2   | 3.91    | 4.91                       | 5.12 | 5.83 | 6         |
| Filter       | 3.91    | 4.78                       | 5.27 | 5.59 | 6         |

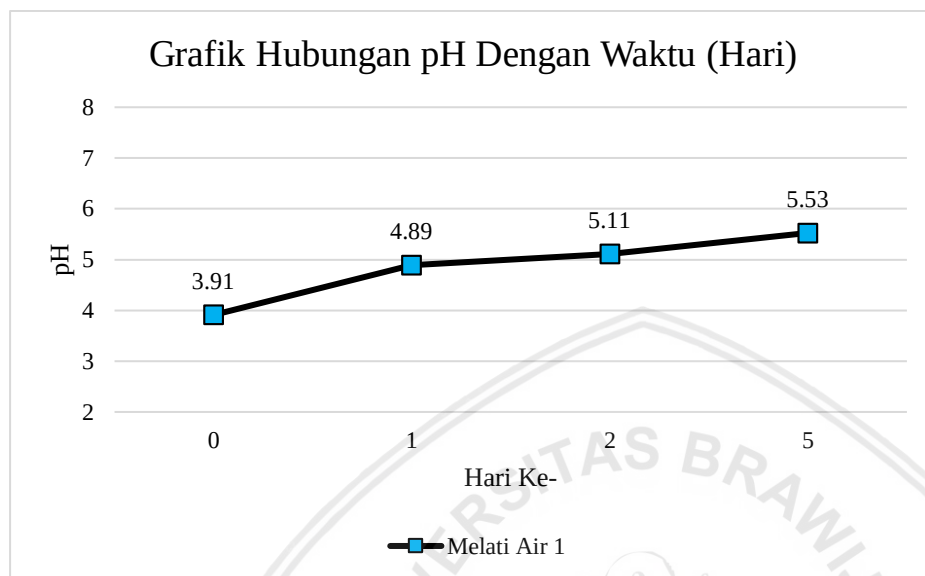
Sumber: Data Penelitian, 2018

Keterangan: Melati Air 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

Melati Air 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman

Kayu Apu 1 = Dengan Jumlah 26 Tanaman

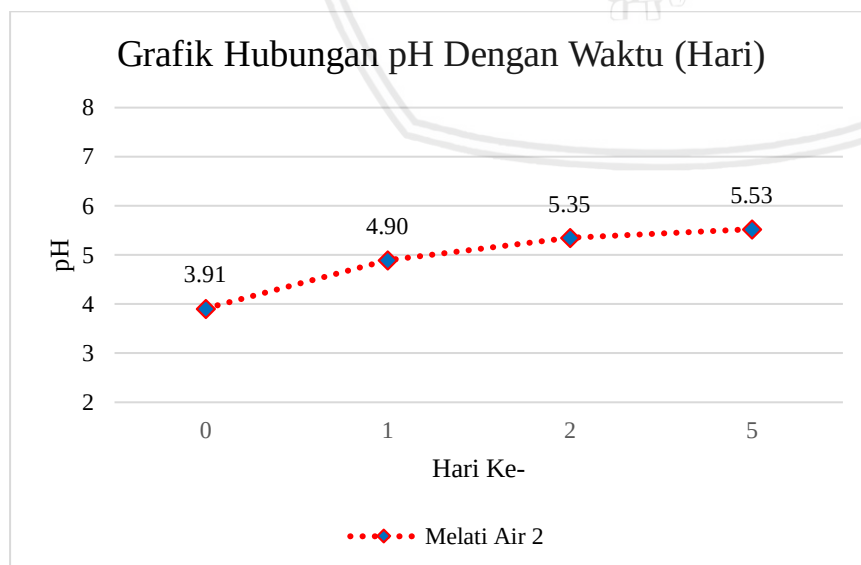
Kayu Apu 2 = Dengan Jumlah 13 Tanaman



Gambar 4.28 Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 1

Sumber: data Penelitian, 2018

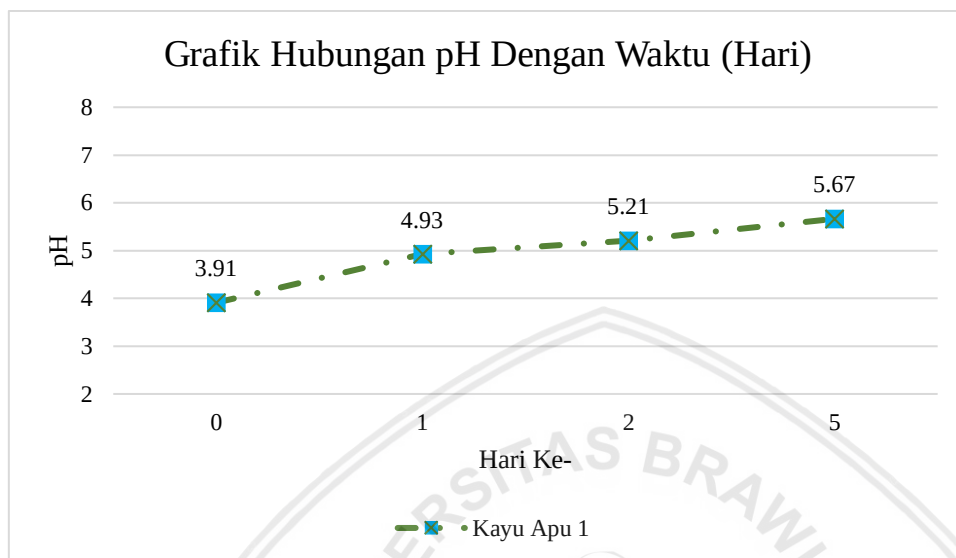
Pada penelitian Melati air 1, peningkatan kadar pH yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 1 dari hari ke 0 yaitu 3,91 meningkat menjadi 4,89. Pada hari ke 2 mengalami peningkatan sebesar 5,11 dengan keefektifan sebesar 4,61%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 5,53 sehingga keefektifan peningkatannya sebesar 13,10%.



Gambar 4.29 Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari) Pada Melati Air 2

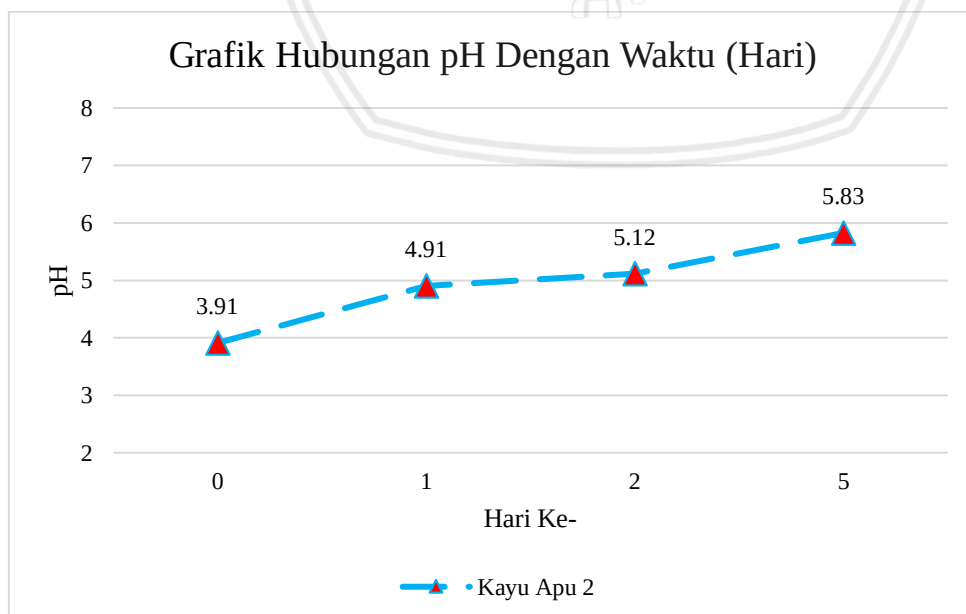
Sumber: data Penelitian

Pada penelitian Melati air 2, peningkatan kadar pH yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 0 dari hari ke 1 yaitu 3,91 meningkat menjadi 4,90. Pada hari ke 2 mengalami peningkatan sebesar 5,35 dengan keefektifan sebesar 9,19%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 5,53 sehingga keefektifan peningkatannya sebesar 12,87%.



Gambar 4.30 Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 1  
Sumber: Data Penelitian

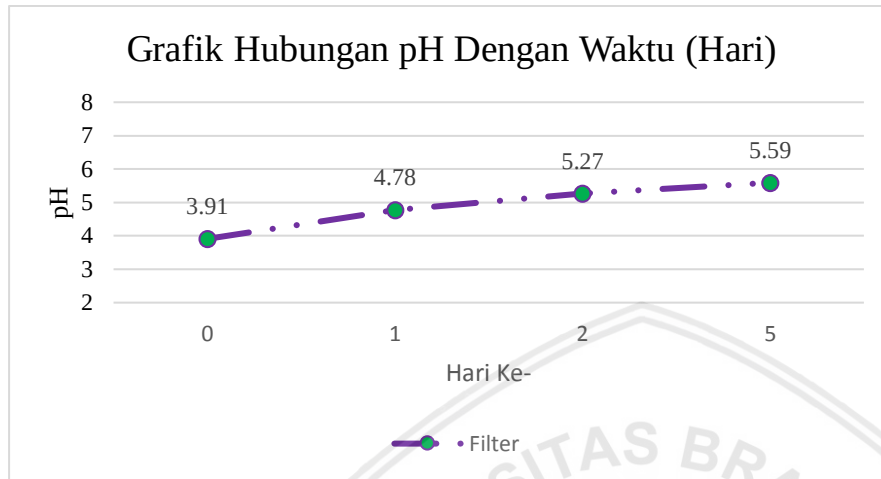
Pada penelitian Kayu Apu 1, peningkatan kadar pH yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 0 ke hari 1 yaitu 3,91 meningkat menjadi 4,93. Pada hari ke 2 mengalami peningkatan sebesar 5,21 dengan keefektifan sebesar 5,68%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 5,67 sehingga keefektifan peningkatannya sebesar 14,91%.



Gambar 4.31 Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari) Pada Kayu Apu 2  
Sumber: Data Penelitian



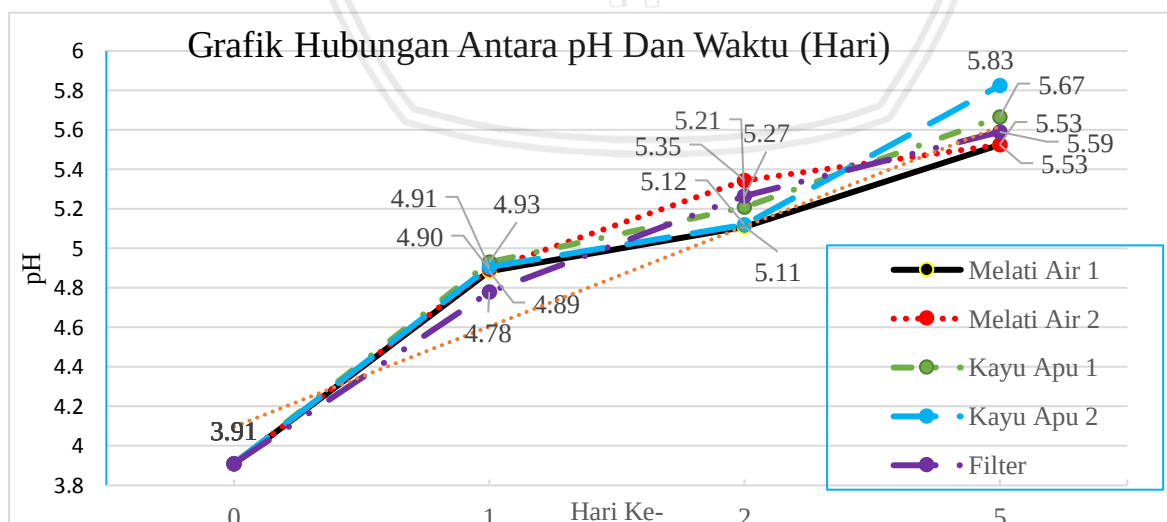
Pada penelitian Kayu Apu 2, peningkatan kadar pH yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 0 ke hari 1 yaitu 3,91 meningkat menjadi 4,91. Pada hari ke 2 mengalami peningkatan sebesar 5,12 dengan keefektifan sebesar 4,38%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 5,83 sehingga keefektifan peningkatannya sebesar 18,76%.



Gambar 4.32 Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari) Pada Filter  
Sumber: Data Penelitian

Pada penelitian Filter, peningkatan kadar pH yang paling terlihat adalah pada pengambilan hari ke 0 ke hari 1 yaitu 3,91 meningkat menjadi 4,78 dengan keefektifan peningkatan 22,25%. Pada hari ke 2 mengalami peningkatan sebesar 5,27 dengan keefektifan sebesar 10,15%. Dan pada pengambilan akhir yaitu sebesar 5,59 sehingga keefektifan peningkatannya sebesar 16,95%.

Berikut merupakan grafik Hubungan TSS dengan waktu (hari) seluruh perlakuan.



Gambar 4.33 Grafik Hasil Pengukuran pH  
Sumber: Data Penelitian

Proses dekomposisi (pembusukan) bahan organik yang terdapat diperairan dapat mempengaruhi nilai pH. Bahan organik yang berupa kumpulan senyawa organik dari makhluk hidup mengandung unsur karbon (C).

#### 4.4.5 Rekapitulasi hasil dari seluruh percobaan

Tabel 4.6

Rekapitulasi Hasil Dari Seluruh Percobaan

| Parameter | Perlakuan    | Data Awal | Hari Ke- |      |      |
|-----------|--------------|-----------|----------|------|------|
|           |              |           | 1        | 2    | 5    |
| BOD       | Melati Air 1 | 660       | 161      | 84   | 80   |
|           | Melati Air 2 |           | 229      | 98   | 65   |
|           | Kayu Apu 1   |           | 72       | 54   | 22   |
|           | Kayu Apu 2   |           | 114      | 94   | 82   |
|           | Filter       |           | 200      | 163  | 45   |
| COD       | Melati Air 1 | 1950      | 660      | 620  | 330  |
|           | Melati Air 2 |           | 860      | 700  | 510  |
|           | Kayu Apu 1   |           | 640      | 550  | 400  |
|           | Kayu Apu 2   |           | 930      | 640  | 430  |
|           | Filter       |           | 710      | 540  | 470  |
| TSS       | Melati Air 1 | 883       | 189      | 110  | 86   |
|           | Melati Air 2 |           | 187      | 133  | 87   |
|           | Kayu Apu 1   |           | 127      | 115  | 75   |
|           | Kayu Apu 2   |           | 167      | 116  | 81   |
|           | Filter       |           | 260      | 117  | 87   |
| PH        | Melati Air 1 | 3,91      | 4.89     | 5.11 | 5.53 |
|           | Melati Air 2 |           | 4.90     | 5.35 | 5.53 |
|           | Kayu Apu 1   |           | 4.93     | 5.21 | 5.67 |
|           | Kayu Apu 2   |           | 4.91     | 5.12 | 5.83 |
|           | Filter       |           | 4.78     | 5.27 | 5.59 |

Sumber: Data Penelitian

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa penurunan disebabkan adanya penyaringan diawal. Sistem perakaran pada tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes L*) adalah kuat, panjang, dan juga menjalar, sehingga oksigen yang disalurkan akan semakin banyak dan area tempat melekatnya mikroorganisme semakin luas, oleh karena itu oksigen yang melekat pada perakaran akan semakin banyak. Namun kemungkinan besar proses filtrasi oleh media kerikil, zeolit serta ijuk berpengaruh lebih besar terhadap penyisihan materi organik yang terkandung di dalam limbah cair tahu dibandingkan dengan fungsi tanaman itu sendiri.

Dari rekapitulasi diatas dapat disimpulkan bahwa tanaman kayu apu dan melati air dapat menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH. Namun penurunan kandungan tersebut ada yang belum mencapai standar baku mutu yang telah ditetapkan.

#### 4.4.6 Suhu

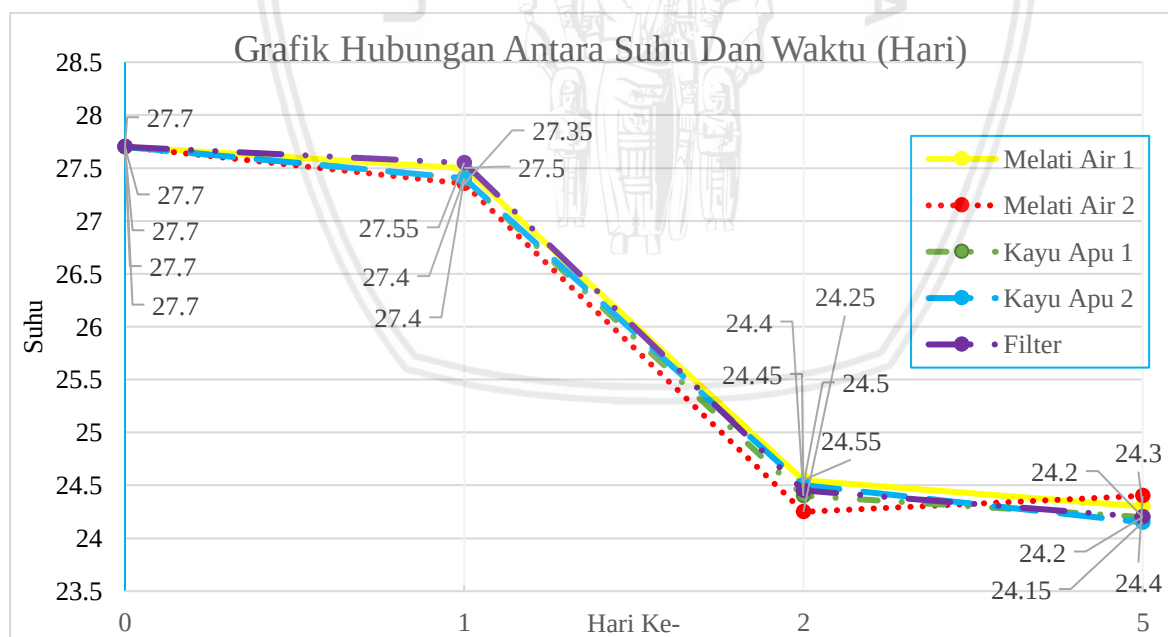
Suhu merupakan salah satu parameter air yang sering diukur, karena kegunaannya dalam mempelajari proses fisika, kimia dan biologi. Suhu pada air limbah biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di lingkungan. Naiknya suhu dapat menyebabkan berkurangnya oksigen, meningkatkan reaksi kimia, dan dapat mengganggu kehidupan organisme lainnya.

Tabel 4.7

Hasil Pengukuran Suhu Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | Suhu Awal | Tabel Hasil Pengukuran suhu |       |       |
|--------------|-----------|-----------------------------|-------|-------|
|              |           | Nilai Pada pengambilan Ke-  |       |       |
|              |           | 1                           | 2     | 5     |
| Melati Ai 1  | 27.7      | 27.5                        | 24.55 | 24.3  |
| Melati Air 2 | 27.7      | 27.35                       | 24.25 | 24.4  |
| Kayu Apu 1   | 27.7      | 27.4                        | 24.4  | 24.2  |
| Kayu Apu 2   | 27.7      | 27.4                        | 24.5  | 24.15 |
| Filter       | 27.7      | 27.55                       | 24.45 | 24.2  |

Sumber: Hasil Penelitian, 2018



Gambar 4.34 Grafik Hasil Pengukuran Suhu

Sumber: Data Penelitian

#### 4.5 Uji Statistik (Uji T)

Analisa uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji T yang dikenal untuk menguji bagaimana pengaruh nilai signifikan masing-masing variabel bebasnya

sendiri-sendiri terhadap variable terikatnya. Pengujian statistik lebih ditunjukkan untuk menguji parameter-parameternya antara lain dapat dilakukan dengan membandingkan rerata, variansi, korelasi, dan sebagainya. Hipotesa yang dirumuskan dengan harapan untuk ditolak disebut hipotesa 0 atau yang biasa digunakan  $H_0$ . Penolakan  $H_0$  mengakibatkan penerimaan hipotesa alternatif yaitu  $H_1$ . Uji ini dilakukan dengan membandingkan  $t$  hitung dengan  $t$  tabel. Uji T termasuk jenis uji sampel kecil. Ukuran sampel kecil  $n < 30$ . Uji T ini bertujuan untuk mengetahui apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama (Montarcih, 2009). Adapun hasil uji T pada masing – masing parameter adalah:

#### 4.5.1 Analisa Parameter BOD

Contoh Perhitungan pada percobaan Hari ke 1 dan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Jumlah Data ( $n$ ) = 4
- Jumlah Rerata Pada Hari Ke 1 = 144
- Standar Deviasi = 67
- Nilai  $\alpha$  = 5%

Dengan Rumus:

$$t = \frac{Xd - \mu_0}{Sd/\sqrt{n}}$$

Keterangan:

- |       |                |         |                       |
|-------|----------------|---------|-----------------------|
| $t$   | = $t$ hitung   | $\mu_0$ | = Nilai Standar (237) |
| $X_d$ | = Rerata Nilai | $S_d$   | = Standar Deviasi     |
| $n$   | = Jumlah Data  |         |                       |

Berdasarkan Hasil Uji diatas diketahui bahwa nilai signifikasi sebesar 4,30 dan nilai  $t$  hitung sebesar 2,77. Artinya  $2,77 < 4,30$  sehingga dinyatakan  $H_0$  diterima yang artinya nilai uji laboratorium tidak terlalu jauh dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan dari nilai standar yang telah ditentukan. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel dibawah ini:

Tabel 4.8

Uji Homogenitas Dengan Uji T

| Pengambilan Hari Ke-<br>Kode | 0<br>mg/L | 1<br>mg/L | 2<br>mg/L | 5<br>mg/L |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MA 1                         | 660       | 161       | 84        | 80        |
| MA 2                         | 660       | 229       | 98        | 65        |
| KA 1                         | 660       | 72        | 54        | 22        |
| KA 2                         | 660       | 114       | 94        | 82        |

Lanjutan Tabel 4.8

Uji Homogenitas Dengan Uji T

| Pengambilan Hari Ke- | 0    | 1    | 2    | 5    |
|----------------------|------|------|------|------|
| Kode                 | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Rerata               | 660  | 144  | 83   | 62   |
| Standar Deviasi      | 0    | 67   | 20   | 28   |
| N                    |      | 4    |      |      |
| $\mu$                |      | 237  |      |      |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.9

Uji T BOD

| Kode     | Hari Ke-0 | Hari Ke-1 | Hari Ke-2 | Hari Ke-5 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| t hitung | 0         | 2.77      | 3.07      | 4.17      |
| t tabel  | 4.3       | 4.3       | 4.3       | 4.3       |
| uji T    | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

#### 4.5.2 Analisa Parameter COD

Contoh Perhitungan pada percobaan Hari ke 1 dan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Jumlah Data (n) = 4
- Jumlah Rerata Pada Hari Ke 1 = 773
- Standar Deviasi = 145
- Nilai  $\alpha$  = 5%

Dengan Rumus:

$$t = \frac{Xd - \mu_0}{Sd/\sqrt{n}}$$

Keterangan:

- |    |                |         |                       |
|----|----------------|---------|-----------------------|
| t  | = t hitung     | $\mu_0$ | = Nilai Standar (942) |
| Xd | = Rerata Nilai | Sd      | = Standar Deviasi     |
| n  | = Jumlah Data  |         |                       |

Berdasarkan Hasil Uji diatas diketahui bahwa nilai signifikasi sebesar 4,30 dan nilai t hitung sebesar 2,34. Artinya  $2,34 < 4,30$  sehingga dinyatakan  $H_0$  diterima yang artinya nilai uji laboratorium tidak terlalu jauh dan tidak terjadi perbedaan yang signifikan dari nilai standar yang telah ditentukan. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel dibawah ini:



Tabel 4.10  
Uji Homogenitas Dengan Uji T

| Pengambilan Hari Ke- | 0    | 1    | 2    | 5    |
|----------------------|------|------|------|------|
| Kode                 | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| MA 1                 | 1950 | 660  | 620  | 330  |
| MA 2                 | 1950 | 860  | 700  | 510  |
| KA 1                 | 1950 | 640  | 550  | 400  |
| KA 2                 | 1950 | 930  | 640  | 430  |
| Rerata               | 1950 | 773  | 628  | 418  |
| Standar Deviasi      | 0    | 145  | 62   | 75   |
| n                    |      | 4    |      |      |
| $\mu$                |      | 942  |      |      |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.11  
Uji T COD

| Kode     | Hari Ke-0 | Hari Ke-1 | Hari Ke-2 | Hari Ke-5 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| t hitung | 0         | 2.34      | 3.62      | 3.07      |
| t tabel  | 4.3       | 4.3       | 4.3       | 4.3       |
| uji T    | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

#### 4.5.3 Analisa Parameter TSS

Contoh Perhitungan pada percobaan Hari ke 1 dan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Jumlah Data (n) = 4
- Jumlah Rerata Pada Hari Ke 1 = 167
- Standar Deviasi = 29
- Nilai  $\alpha$  = 5%

Dengan Rumus:

$$t = \frac{Xd - \mu_0}{Sd/\sqrt{n}}$$

Keterangan:

- |    |                |         |                       |
|----|----------------|---------|-----------------------|
| t  | = t hitung     | $\mu_0$ | = Nilai Standar (313) |
| Xd | = Rerata Nilai | Sd      | = Standar Deviasi     |
| n  | = Jumlah Data  |         |                       |

Berdasarkan Hasil Uji diatas diketahui bahwa nilai signifikasi sebesar 4,30 dan nilai t hitung sebesar 2,08. Artinya  $2,08 < 4,30$  sehingga dinyatakan  $H_0$  diterima yang artinya nilai

uji laboratorium tidak terlalu jauh dan terjadi perbedaan yang signifikan dari nilai standar yang telah ditentukan. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel dibawah ini:

Tabel 4.12  
Uji Homogenitas Dengan Uji T

| Pengambilan Hari Ke-<br>Kode | 0<br>mg/L | 1<br>mg/L | 2<br>mg/L | 5<br>mg/L |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MA 1                         | 883       | 188.5     | 110       | 86        |
| MA 2                         | 883       | 187       | 133       | 87        |
| KA 1                         | 883       | 126.5     | 115       | 75        |
| KA 2                         | 883       | 167       | 116       | 81        |
| Rerata                       | 883       | 167       | 119       | 82        |
| Standar Deviasi              | 0         | 29        | 10        | 6         |
| n                            | 4         |           |           |           |
| $\mu$                        | 313       |           |           |           |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.13  
Uji T TSS

| Kode     | Hari Ke-0 | Hari Ke-1 | Hari Ke-2 | Hari Ke-5 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| t hitung | 0         | 2.08      | 3.79      | 3.82      |
| t tabel  | 4.3       | 4.3       | 4.3       | 4.3       |
| uji T    | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

#### 4.5.4 Analisa Parameter pH

Contoh Perhitungan pada percobaan Hari ke 1 dan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Jumlah Data (n) = 4
- Jumlah Rerata Pada Hari Ke 1 = 4,90
- Standar Deviasi = 0,02
- Nilai  $\alpha$  = 5%

Dengan Rumus:

$$t = \frac{Xd - \mu_0}{Sd/\sqrt{n}}$$

Keterangan:

- |    |                |         |                     |
|----|----------------|---------|---------------------|
| t  | = t hitung     | $\mu_0$ | = Nilai Standar (5) |
| Xd | = Rerata Nilai | Sd      | = Standar Deviasi   |
| n  | = Jumlah Data  |         |                     |

Berdasarkan Hasil Uji diatas diketahui bahwa nilai signifikansi sebesar 4,30 dan nilai t hitung sebesar 10,08. Artinya  $0,78 > 4,30$  sehingga dinyatakan  $H_0$  diterima yang artinya nilai uji laboratorium tidak terlalu jauh dan terjadi perbedaan yang signifikan dari nilai standar yang telah ditentukan. Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel dibawah ini:

Tabel 4.14

Uji Homogenitas Dengan Uji T

| Pengambilan Hari Ke-<br>Kode | 0<br>mg/L | 1<br>mg/L | 2<br>mg/L | 5<br>mg/L |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| MA 1                         | 3.91      | 4.89      | 5.11      | 5.53      |
| MA 2                         | 3.91      | 4.90      | 5.35      | 5.53      |
| KA 1                         | 3.91      | 4.93      | 5.21      | 5.67      |
| KA 2                         | 3.91      | 4.91      | 5.12      | 5.83      |
| Rerata                       | 3.91      | 4.90      | 5.20      | 5.64      |
| Standar Deviasi              | 0.00      | 0.02      | 0.11      | 0.14      |
| n                            |           | 4         |           |           |
| $\mu$                        |           | 5         |           |           |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.15

Uji T pH

| Kode     | Hari Ke-0 | Hari Ke-1 | Hari Ke-2 | Hari Ke-5 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| t hitung | 0         | 0.78      | 4.23      | 4.13      |
| t tabel  | 4.3       | 4.3       | 4.3       | 4.3       |
| uji T    | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  | DITERIMA  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

#### 4.6 Rekapitulasi Hasil Seluruh Percobaan

Efektifitas pengurangan parameter air limbah dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Efektifitas (\%)} = \left| \frac{\text{konsentrasi limbah awal} - \text{konsentrasi limbah akhir}}{\text{konsentrasi limbah awal}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots 4.3$$

Menurut Soeparman dan Suparmin (2002), tingkat efektifitas IPAL dikelompokkan sebagai berikut:

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| Sangat Efektif | $= x > 80\%$           |
| Efektif        | $= 60\% < x \leq 80\%$ |
| Cukup Efektif  | $= 40\% < x \leq 60\%$ |
| Kurang Efektif | $= 20\% < x \leq 40\%$ |
| Tidak Efektif  | $= x \leq 20\%$        |

Contoh Perhitungan Pada Melati Air 1:

$$\text{Effisiensi (\%)} = \left| \frac{161-80}{161} \right| \times 100\%$$

$$= 50.31 \%$$

Jadi tingkat efektifitasnya dikelompokkan sebagai cukup efektif. Hasil perhitungan selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16  
Perhitungan Efektifitas Seluruh Percobaan

| Parameter | Perlakuan    | Data Awal | Hari Ke- |      |      | Efektifitas | Keterangan     |
|-----------|--------------|-----------|----------|------|------|-------------|----------------|
|           |              |           | 1        | 2    | 5    |             |                |
| BOD       | Melati Air 1 | 660       | 161      | 84   | 80   | 50.31%      | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 2 |           | 229      | 98   | 65   | 71.62%      | Efektif        |
|           | Kayu Apu 1   |           | 72       | 54   | 22   | 69.44%      | Efektif        |
|           | Kayu Apu 2   |           | 114      | 94   | 82   | 28.07%      | Kurang Efektif |
|           | Filter       |           | 200      | 163  | 45   | 77.50%      | Efektif        |
| COD       | Melati Air 1 | 1950      | 660      | 620  | 330  | 50%         | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 2 |           | 860      | 700  | 510  | 40.70%      | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   |           | 640      | 550  | 400  | 37.50%      | Kurang Efektif |
|           | Kayu Apu 2   |           | 930      | 640  | 430  | 53.76%      | Cukup Efektif  |
|           | Filter       |           | 710      | 540  | 470  | 33.80%      | Kurang Efektif |
| TSS       | Melati Air 1 | 883       | 189      | 110  | 86   | 54.50%      | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 2 |           | 187      | 133  | 87   | 53.48%      | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   |           | 127      | 115  | 75   | 40.94%      | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 2   |           | 167      | 116  | 81   | 51.50%      | Cukup Efektif  |
|           | Filter       |           | 260      | 117  | 87   | 66.54%      | Efektif        |
| pH        | Melati Air 1 | 3,91      | 4.89     | 5.11 | 5.53 | 13.10%      | Tidak Efektif  |
|           | Melati Air 2 |           | 4.90     | 5.35 | 5.53 | 12.87%      | Tidak Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   |           | 4.93     | 5.21 | 5.67 | 14.91%      | Tidak Efektif  |
|           | Kayu Apu 2   |           | 4.91     | 5.12 | 5.83 | 18.76%      | Tidak Efektif  |
|           | Filter       |           | 4.78     | 5.27 | 5.59 | 16.95%      | Tidak Efektif  |

Sumber: Data Penelitian, 2018

Hasil efektifitas BOD, COD, TSS, pH dengan 5 perlakuan dari yang terbesar hingga terkecil sebagai berikut:

Tabel 4.17

Perhitungan Efektifitas Seluruh Percobaan

| Parameter | Perlakuan    | Nilai Efektifitas | Keterangan     |
|-----------|--------------|-------------------|----------------|
| BOD       | Filter       | 77.50%            | Efektif        |
|           | Melati Air 2 | 71.62%            | Efektif        |
|           | Kayu Apu 1   | 69.44%            | Efektif        |
|           | Melati Air 1 | 50.31%            | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 2   | 28.07%            | Kurang Efektif |
| COD       | Kayu Apu 2   | 53.76%            | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 1 | 50%               | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 2 | 40.70%            | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   | 37.50%            | Kurang Efektif |
|           | Filter       | 33.80%            | Kurang Efektif |
| TSS       | Filter       | 66.54%            | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 1 | 54.50%            | Cukup Efektif  |
|           | Melati Air 2 | 53.48%            | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 2   | 51.50%            | Cukup Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   | 40.94%            | Cukup Efektif  |
| pH        | Kayu Apu 2   | 18.76%            | Tidak Efektif  |
|           | Filter       | 16.95%            | Tidak Efektif  |
|           | Kayu Apu 1   | 14.91%            | Tidak Efektif  |
|           | Melati Air 1 | 13.10%            | Tidak Efektif  |
|           | Melati Air 2 | 12.87%            | Tidak Efektif  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa percobaan filter mampu menurunkan BOD dengan nilai efektifitasnya 77.50% sehingga masuk tingkat kelompok efektif, sedangkan pada Kayu Apu 2 mampu menurunkan COD dengan nilai efektifitasnya 53.76% sehingga masuk tingkat kelompok cukup efektif. Pada parameter TSS, percobaan filter mampu menurunkan nilai TSS dengan nilai efektifitasnya 66.54% sehingga masuk tingkat kelompok cukup efektif. Untuk parameter pH hanya mengalami sedikit perubahan namun masih belum mencapai baku mutu, sehingga seluruh percobaan tidak efektif untuk menurunkan nilai pH.

Waktu optimal untuk menurunkan BOD, COD, TSS, serta pH berbeda-beda. Berikut merupakan tabel rekapitulasi waktu optimal pada seluruh percobaan.

Tabel 4.18

Rekapitulasi Waktu Optimal Seluruh Percobaan

| Perlakuan    | Data Awal | Hari Ke- |    |    | Baku Mutu | Waktu Optimal |
|--------------|-----------|----------|----|----|-----------|---------------|
|              |           | 1        | 2  | 5  |           |               |
| Melati Air 1 | 660       | 161      | 84 | 80 | 150       | Hari Ke-2     |
| Melati Air 2 |           | 229      | 98 | 65 |           | Hari Ke-2     |



Lanjutan Tabel 4.18  
Rekapitulasi Waktu Optimal Seluruh Percobaan

| Perlakuan    | Data Awal | Hari Ke- |      |      | Baku Mutu | Waktu Optimal |
|--------------|-----------|----------|------|------|-----------|---------------|
|              |           | 1        | 2    | 5    |           |               |
| Kayu Apu 1   |           | 72       | 54   | 22   |           | Hari Ke-1     |
| Kayu Apu 2   |           | 114      | 94   | 82   |           | Hari Ke-1     |
| Filter       |           | 200      | 163  | 45   |           | Hari Ke-5     |
| Melati Air 1 |           | 660      | 620  | 330  |           | -             |
| Melati Air 2 |           | 860      | 700  | 510  |           | -             |
| Kayu Apu 1   | 1950      | 640      | 550  | 400  | 300       | -             |
| Kayu Apu 2   |           | 930      | 640  | 430  |           | -             |
| Filter       |           | 710      | 540  | 470  |           | -             |
| Melati Air 1 |           | 189      | 110  | 86   |           | Hari ke-5     |
| Melati Air 2 |           | 187      | 133  | 87   |           | Hari ke-5     |
| Kayu Apu 1   | 883       | 127      | 115  | 75   | 100       | Hari ke-5     |
| Kayu Apu 2   |           | 167      | 116  | 81   |           | Hari ke-5     |
| Filter       |           | 260      | 117  | 87   |           | Hari ke-5     |
| Melati Air 1 |           | 4.89     | 5.11 | 5.53 |           | -             |
| Melati Air 2 |           | 4.90     | 5.35 | 5.53 |           | -             |
| Kayu Apu 1   | 3,91      | 4.93     | 5.21 | 5.67 | 6,0- 9,0  | -             |
| Kayu Apu 2   |           | 4.91     | 5.12 | 5.83 |           | -             |
| Filter       |           | 4.78     | 5.27 | 5.59 |           | -             |

Sumber: Data Penelitian, 2018

Untuk mereduksi BOD waktu optimal yang dibutuhkan untuk tanaman melati air yaitu hari ke 1 sedangkan untuk tanaman kayu apu hari ke 1. Untuk mereduksi COD dibutuhkan waktu yang lebih lama, namun tanaman melati ar dan kayu apu mampu menurunkan COD tetapi masih belum mencapai baku mutu. Untuk mereduksi TSS waktu optimal yang dibutuhkan tanaman melati air dan kayu apu yaitu hari ke 5. Untuk mereduksi Ph dibutuhkan waktu yang lebih lama, namun tanaman melati ar dan kayu apu mampu menaikkan pH tetapi masih belum mencapai baku mutu.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Mengacu pada beberapa hal yang telah dirumuskan, maka dilakukan penelitian dan analisa rancangan percobaan yang membahas manfaat tanaman kayu apu dan melati air untuk menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH dengan limbah cair industri tahu. Dari hasil analisa tersebut dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting pada pembuangan limbah cair industri tahu diperoleh nilai BOD sebesar 660 mg/L, COD 1950 mg/L, TSS 883 mg/L, pH 3.91, Jika dibandingkan dengan baku mutu limbah cair tahu berdasarkan keputusan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD, COD, TSS, dan pH berturut-turut adalah 150 mg/L, 300 mg/L, 100 mg/L, dan 6-9. Oleh karena itu, kondisi eksisting pada pembuangan limbah cair industri tahu melebihi baku mutu. Hal ini dikarenakan limbah tersebut tidak diolah secara maksimal, dan jika dibuang secara langsung maka dapat menyebabkan rusaknya biota yang terdapat di dalam air dan akan mengganggu keseimbangan lingkungan.
2. Waktu optimal untuk menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH berbeda-beda. Untuk mereduksi BOD waktu optimal yang dibutuhkan untuk tanaman melati air yaitu hari ke 1 sedangkan untuk tanaman kayu apu hari ke 1. Untuk mereduksi COD dibutuhkan waktu yang lebih lama, namun tanaman melati ar dan kayu apu mampu menurunkan COD tetapi masih belum mencapai baku mutu. Untuk mereduksi TSS waktu optimal yang dibutuhkan tanaman melati air dan kayu apu yaitu hari ke 5. Untuk mereduksi Ph dibutuhkan waktu yang lebih lama, namun tanaman melati ar dan kayu apu mampu menaikkan pH tetapi masih belum mencapai baku mutu.
3. Dari hasil penelitian efektifitas tanaman melati air dan kayu apu serta filter mampu menurunkan BOD, COD, TSS, serta pH. Berikut hasil prosentase penurunan pada tiap-tiap Parameter:

- Pada Parameter BOD, percobaan Filter mampu menurunkan nilai BOD dengan nilai Efektifitas 77.50% sehingga masuk tingkat kelompok efektif.
- Pada Parameter COD, percobaan Kayu Apu 2 mampu menurunkan nilai COD dengan nilai Efektifitas 53.76% sehingga masuk tingkat kelompok cukup efektif.
- Pada Parameter TSS percobaan filter mampu menurunkan nilai TSS dengan nilai efektifitasnya 66.54% sehingga masuk tingkat kelompok cukup efektif.
- Untuk parameter pH hanya mengalami sedikit perubahan namun masih belum mencapai baku mutu, sehingga seluruh percobaan tidak efektif untuk menurunkan nilai pH.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan tentang “Studi Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*), Melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan Zeolit Alam Guna Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu”, ada beberapa saran antara lain sebagai berikut:

1. Dilakukan pengujian parameter lain untuk menjelaskan lebih luas kandungan apa saja yang terdapat di dalam limbah cair industri tahu.
2. Waktu pelaksanaan dibuat lebih lama agar dapat mengetahui seberapa besar pengaruh tanaman dalam menyerap polutan yang terdapat pada limbah.
3. Sebaiknya dilakukan uji terhadap akar tanaman agar mengetahui kandungan apa saja yang terdapat pada tanaman tersebut dan keefektifan menyerap kandungan polutan tersebut.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan tanaman melati air karena tanaman tersebut lebih efisien dibandingkan dengan tanaman kayu apu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gubernur Jawa Timur. 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Indutri dan Kegiatan Industri Lainnya*. Surabaya: Gubernur Jawa Timur.
- Herlambang,A. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah cair tahu- tempe*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Bapedal. Samarinda.
- Metcalf, dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. Fourth Edition. International edition. New York : McGraw-Hill.
- Montarcih Limantara, Lily, dan Soetopo Widandi. (2013). *Statistika Terapan*. Malang: Citra Malang.
- Mustaniroh, S. A., Wignyanto, dan B. Endi. 2009. *Efektifitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Tanaman Kayu Apu Sebagai Biofilter*. Teknologi Pertanian. 10(1) : 1-12.
- Patmaningrum,R.T, dkk. 2014. *Pengaruh Biomasa Melati Air (Echinodorus Paleafolius) Dan Teratai (NypHaea Firecrest) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, Dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry*. Yogyakarta : Universitas Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Romli,M , Suprihatin. *Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu Dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya*. Jurnal Purifikasi (Jurnal Teknologi dan Manjaemen Lingkungan). 10 (2): 141-154.
- Said, N.I dan H.D.Wahjono. 1999. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu- Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia. Press.

- Sujarweni, V. W., & Endrayanto, P. (2012). *Statistika Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeparman dan suparmin, 2002. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Widjaja, F. 2004. *Tumbuhan Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Widya, dkk. Pengaruh Waktu Tinggal Dan Jumlah Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan Warna. Semarang : Universitas Diponegoro.





## Dokumentasi Penelitian



**Gambar Proses Pencucian Zeolit**



**Gambar Persiapan Penelitian**





**Gambar Persiapan Penelitian**



**Gambar Pengambilan Air Limbah**



**Gambar Pompa yang digunakan untuk mengambil sampel air limbah**



**Gambar sampel air limbah**



## GUBERNUR JAWA TIMUR

### PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013

#### TENTANG

#### BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI DAN/ATAU KEGIATAN USAHA LAINNYA

GUBERNUR JAWA TIMUR,

- Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 22 ayat (3) Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur yang diundangkan dalam Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2008 Nomor 1 Seri E, perlu membentuk Peraturan Gubernur Jawa Timur tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1950 tentang Pembentukan Provinsi Djawa Timur (Himpunan Peraturan-Peraturan Negara Tahun 1950) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1950 tentang Perubahan dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1950 (Himpunan Peraturan-Peraturan Negara Tahun 1950);
2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3274);
3. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1990 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3419);
4. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);

5. Undang



5. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah beberapa kali, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);
6. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 61, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4846);
7. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 31, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3815) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 190, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3910);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
10. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2005 tentang Pedoman Pembinaan dan Pengawasan Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 165, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4593);

#### 11. Peraturan



11. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota, (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 83, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
12. Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 47, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4987);
13. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2012 tentang Izin Lingkungan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 48, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5285);
14. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan;
15. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Bijih Nikel;
16. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2006 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Vinyl Chlorida Monomer dan Poly Vinyl Chloride;
17. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas Bumi;
18. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Buah-buahan dan/atau Sayuran;
19. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan;
20. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Petrokimia Hulu;
21. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Rayon;

22. Peraturan

22. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Purified Terephthaliic Acid dan Poly Ethylene Terephtalate;
23. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Rumput laut;
24. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kelapa;
25. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Daging;
26. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 15 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai;
27. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 16 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Keramik;
28. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Termal;
29. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 09 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Obat Tradisional/Jamu;
30. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 10 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Oleokimia Dasar;
31. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi dan Babi;
32. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 21 Tahun 2009 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Biji Besi;
33. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air;

34. Peraturan

34. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri;
35. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau kegiatan Industri Minyak Goreng;
36. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Gula;
37. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Rokok dan/atau Cerutu;
38. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Minyak dan Gas;
39. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Eksplorasi dan Eksploitasi Gas Metana Batubara;
40. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 250/M/SK/10/1994 tentang Pedoman Teknis Penyusunan Pengendalian Dampak Terhadap Lingkungan Hidup pada Sektor Industri;
41. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri;
42. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-52/MENLH/X/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Hotel;
43. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Domestik;
44. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Nomor 1 Tahun 2008 Seri E);

45. Peraturan

45. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 10 Tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Inspektorat, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Lembaga Teknis Daerah Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2008 Nomor 3 Seri D) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 8 Tahun 2010 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 10 tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Inspektorat, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Lembaga Teknis Daerah Provinsi Jawa Timur (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2010 Nomor 2 Seri D);
46. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun Tahun 2011 tentang tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Tahun 2011 Nomor 5 Seri D, Tambahan Lembaran Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5);
47. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air pada Air Sungai;
48. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 32 Tahun 2013 tentang Penetapan Kelas Air Pada Wilayah Sungai Baru - Bajulmati, Wilayah Sungai Pekalen - Sampean, Wilayah Sungai Bondoyudo-Bedadung, Wilayah Sungai Welang - Rejoso dan Wilayah Sungai Madura - Bawean;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN GUBERNUR TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI DAN/ATAU KEGIATAN USAHA LAINNYA.

BAB I  
KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Pemerintah Provinsi adalah Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Timur.
2. Pemerintah Kabupaten/Kota adalah Pemerintah Kabupaten/Kota di Jawa Timur
3. Gubernur adalah Gubernur Jawa Timur.

4. Bupati

4. Bupati/Walikota adalah Bupati/Walikota di Jawa Timur.
5. Badan Lingkungan Hidup adalah Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.
6. SKPD terkait adalah SKPD Provinsi dan/atau Kabupaten/Kota yang mempunyai tugas pokok dan fungsi yang berhubungan dengan masalah air dan/atau pencemaran air.
7. Penanggung jawab kegiatan adalah pengusaha atau pemilik perusahaan industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan.
8. Laboratorium yang ditunjuk adalah laboratorium lingkungan yang terakreditasi dan teregistrasi di Kementerian Lingkungan Hidup.
9. Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri.
10. Industri terpadu adalah dua atau lebih jenis industri yang terletak pada satu atau lain lokasi dan instalasi pengolahan limbahnya dijadikan satu.
11. Kawasan industri adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri yang telah memiliki usaha kawasan industri.
12. Kegiatan usaha lainnya adalah kegiatan ekonomi diluar kegiatan industri yaitu kegiatan ekonomi lainnya yang dalam melaksanakan usahanya menghasilkan air limbah.
13. Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan.
14. Mutu air limbah adalah kondisi kualitas air limbah yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan.



15. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan.
16. Kadar unsur pencemar adalah jumlah berat unsur pencemar dalam volume air limbah tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L.
17. Beban pencemaran maksimum adalah jumlah tertinggi suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air limbah yang merupakan hasil perkalian dari volume air limbah dikalikan kadar zat pencemar.
18. Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai rawa, danau, situ, waduk dan muara.
19. Titik penataan adalah satu lokasi atau lebih yang dijadikan acuan untuk pemantauan dalam rangka penataan baku mutu air limbah.
20. Kejadian tidak normal adalah kondisi di mana peralatan proses produksi dan/atau instansi pengolahan air limbah tidak beroperasi sebagaimana mestinya karena adanya kerusakan dan/atau tidak berfungsinya peralatan tersebut.
21. Keadaan darurat adalah keadaan tidak berfungsinya peralatan proses produksi dan/atau tidak beroperasinya instalasi pengolahan air limbah sebagaimana mestinya karena adanya bencana alam, kebakaran dan/atau huru-hara.
22. Kualitas air limbah maksimum adalah volume air limbah terbanyak yang diperbolehkan di buang ke sumber air setiap satuan bahan baku (ton per hari).

## Pasal 2

Dengan Peraturan Gubernur ini ditetapkan baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

## Pasal 3

- (1) Penetapan baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dimaksudkan untuk mengukur batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan.

(2) Baku

- (2) Penetapan baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bertujuan mencegah terjadinya pencemaran sumber air guna mewujudkan mutu sumber air sesuai dengan peruntukannya.

#### Pasal 4

Baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Gubernur ini, meliputi:

- a. Lampiran I : Baku Mutu Air Limbah Industri Kimia Organik dan Turunannya;
- b. Lampiran II : Baku Mutu Air Limbah Industri Kimia Anorganik dan Turunannya;
- c. Lampiran III : Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Usaha Lainnya;
- d. Lampiran IV : Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri;
- e. Lampiran V : Baku Mutu Air Limbah Untuk Usaha dan/atau Kegiatan Yang Belum Ditetapkan Baku Mutunya; dan
- f. Lampiran VI : Perhitungan Volume dan Beban Pencemaran Maksimum.

#### Pasal 5

- (1) Dalam rangka menjaga kualitas air dan menjamin keberlanjutan pelestarian, perlindungan serta pengelolaan fungsi lingkungan hidup, semua Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah wajib mentaati dan tidak boleh melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.
- (2) Dalam hal baku mutu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terlampaui karena kondisi darurat atau kondisi tidak normal, maka penanggung jawab kegiatan wajib melaporkan dan menyampaikan upaya penanggulangannya kepada Bupati/Walikota dengan tembusan kepada Gubernur dan Menteri Negara Lingkungan Hidup.

#### Pasal 6

## Pasal 6

- (1) Dalam hal hasil kajian kelayakan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (AMDAL) atau rekomendasi Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) dari Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah mensyaratkan baku mutu air limbah lebih ketat dari baku mutu air limbah sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur ini, diberlakukan baku mutu air limbah sebagaimana yang dipersyaratkan oleh AMDAL atau rekomendasi UKL dan UPL.
- (2) Dalam hal hasil kajian mengenai pembuangan air limbah bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan air limbah mensyaratkan baku mutu air limbah lebih ketat daripada baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka dalam persyaratan izin pembuangan air limbah diberlakukan baku mutu air limbah berdasarkan hasil kajian.

## Pasal 7

- (1) Baku mutu air limbah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 dan Pasal 6 merupakan dasar bagi Bupati/Walikota dalam memberikan izin pembuangan air limbah bagi setiap kegiatan industri dan/atau kegiatan usaha lainnya di wilayahnya.
- (2) Dalam memberikan izin pembuangan Air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Bupati/Walikota mengacu pada kadar maksimum bagi setiap parameter dan volume air limbah yang tidak boleh melampaui baku mutu lingkungan serta mempertimbangkan kemampuan daya tampung badan air penerima sesuai baku mutu sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur ini.
- (3) Penetapan volume air limbah maksimum sebagaimana dimaksud pada ayat (2) didasarkan pada produksi bulanan senyatanya dari industri atau kegiatan usaha lainnya yang bersangkutan.

## Pasal 8

Setiap penanggung jawab kegiatan wajib:

- a. memenuhi baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan Gubernur ini;
- b. melakukan

- b. melakukan pengolahan air limbah sehingga mutu air limbah yang dibuang tidak melampaui baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan Gubernur ini;
- c. menggunakan sistem saluran air kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan;
- d. memasang alat ukur debit atau laju alir limbah pada inlet instalasi pengolahan air limbah dan outlet instalasi pengolahan air limbah serta inlet pemanfaatan kembali air limbah yang dimanfaatkan kembali;
- e. melakukan pencatatan debit harian air limbah baik untuk air limbah yang dibuang ke sumber air dan/atau laut, dan/atau yang dimanfaatkan kembali;
- f. melakukan pencatatan pH harian air limbah;
- g. tidak melakukan pengenceran air limbah ke dalam aliran buangan air limbah;
- h. melakukan pencatatan jumlah bahan baku dan produk harian senyatanya;
- i. memisahkan saluran pembuangan air limbah dengan saluran limpasan air hujan;
- j. menetapkan titik penataan untuk pengambilan contoh uji; dan
- k. melakukan pengukuran kualitas air limbah secara mandiri (swa-pantau, *self monitoring*) sebelum dibuang ke badan air penerima sekurang-kurangnya satu kali dalam satu bulan dengan biaya perusahaan sendiri.

#### Pasal 9

- (1) Dalam rangka penataan terhadap baku mutu air limbah, setiap Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya wajib melakukan pengukuran kualitas air limbah secara mandiri/swa-pantau (*self monitoring*) serta mencatat debit aliran pembuangan air limbah.
- (2) Hasil pengukuran kualitas air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib disampaikan kepada pejabat yang berwenang paling sedikit 1 (satu) kali dalam 1 (satu) bulan.

#### Pasal 10

## Pasal 10

- (1) Pemerintah Provinsi bekerjasama dengan Pemerintah Kabupaten/Kota melakukan pengawasan dan monitoring terhadap penataan baku mutu air limbah bagi kegiatan industri dan/atau usaha lain yang berpotensi menimbulkan pencemaran dan/atau merusak lingkungan hidup.
- (2) Pengawasan dan monitoring sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh SKPD terkait yang dikoordinasikan oleh Badan Lingkungan Hidup.
- (3) Monitoring sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan dengan pengambilan dan pemeriksaan contoh uji kualitas air limbah oleh petugas dari laboratorium yang ditunjuk.
- (4) Hasil pemeriksaan kualitas air limbah sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disampaikan kepada Gubernur dan Bupati/Walikota.

## Pasal 11

Gubernur meninjau kembali Baku Mutu Air Limbah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 secara berkala paling lama sekali dalam 5 (lima) tahun.

## Pasal 12

Pada saat Peraturan Gubernur ini berlaku, peraturan mengenai petunjuk teknis pelaksanaan Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya masih tetap berlaku sepanjang tidak bertentangan dengan Peraturan Gubernur ini.

## Pasal 13

Pada saat Peraturan Gubernur ini mulai berlaku, maka terhadap:

Keputusan Gubernur Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 60 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Usaha Kegiatan Hotel di Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur;

Keputusan Gubernur Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 61 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit di Propinsi di Daerah Tingkat I Jawa Timur; dan

c. Keputusan



- c. Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 14

Peraturan Gubernur ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Gubernur ini dengan penempatannya dalam Berita Daerah Provinsi Jawa Timur.

Ditetapkan di Surabaya  
pada tanggal 16 Oktober 2013

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd.

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN I

BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAGI INDUSTRI KIMIA ORGANIK DAN TURUNANNYA

1. Industri Pulp dan Kertas

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PULP DAN KERTAS |                                     |                                        |                       |     |     |     |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|
| Jenis Produk                                           |                                     | Volume<br>Max<br>(M <sup>3</sup> /ton) | Parameter             |     |     |     |
|                                                        |                                     |                                        | Kadar Maksimum (mg/L) |     |     |     |
|                                                        |                                     |                                        | BOD <sub>5</sub>      | COD | TSS | Pb  |
| A.                                                     | Produk Pulp                         |                                        |                       |     |     |     |
|                                                        | - Kraft dikelantang                 | 80                                     | 100                   | 300 | 100 | -   |
|                                                        | - Pulp Larut                        | 90                                     | 100                   | 300 | 100 | -   |
|                                                        | - Kraft yang tidak dikelantang      | 50                                     | 75                    | 200 | 60  | -   |
|                                                        | - Kimia Mekanik dan Ground Wood     | 60                                     | 50                    | 120 | 75  | -   |
|                                                        | - Semi Kimia                        | 70                                     | 100                   | 200 | 100 | -   |
|                                                        | - Pulp Soda                         | 80                                     | 100                   | 300 | 100 | -   |
|                                                        | - Deinking Pulp (dari kertas bekas) | 60                                     | 100                   | 300 | 100 | 0,1 |
| B.                                                     | Produk Sampai Kertas                |                                        |                       |     |     |     |
|                                                        | - Kertas Halus                      | 130                                    | 100                   | 250 | 100 | 0,1 |
|                                                        | - Kertas Kasar                      | 90                                     | 80                    | 200 | 80  | -   |
|                                                        | - Kertas Sigaret                    | 170                                    | 60                    | 185 | 70  | -   |
|                                                        | - Kertas lain yang dikelantang      | 95                                     | 80                    | 160 | 80  | 0,1 |
| pH                                                     |                                     |                                        | 6 - 9                 |     |     |     |

Catatan:

Proses Pulp

- Proses Kraft (dikelantang atau tidak dikelantang) adalah proses pembuatan Pulp dengan menggunakan cairan pemasak Natrium Hydroksida yang sangat alkalis dan Natrium Sulfida. Pengelantangan adalah proses pemutihan Pulp dengan menggunakan bahan pengoksidasi kuat berupa Chlorin atau Peroksida.
- Proses Pulp Larut adalah proses pembuatan Pulp dengan bahan kimia yang kuat dan menghasilkan produk Pulp putih yang sangat murni hamper tidak mengandung lignin yang dipakai pembuatan rayon.
- Proses Ground Wood adalah proses pembuatan Pulp dengan defibrasi mekanis menggunakan gerinda atau penghalus batu, Proses Kimia Mekanik (CMP), menggunakan cairan pemasak kimia untuk pemasak kayu sebelum pemisahan serat secara mekanik.

4. Proses

4. Proses Semi Kimia merupakan pembuatan Pulp dengan menggunakan cairan pemasak sulfit netral tanpa pengelantangan untuk menghasilkan produk kasar lapisan dalam karton gelombang berwarna coklat.
5. Proses Soda merupakan proses pembuatan Pulp yang dikelantang dengan menggunakan cairan Natrium Hidroksida yang sangat alkalis.
6. Proses Deinking adalah proses pembuatan Pulp dari kertas bekas yang didaur ulang, melalui proses penghilangan tinta dengan kondisi alkali dan kadang-kadang dikelantang (diputihkan) untuk menghasilkan \*ulp sekunder.

## 2. Industri Kertas

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KERTAS |                                        |                       |     |     |      |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|-----|-----|------|
| Jenis Produk Kertas                           | Volume<br>Max<br>(M <sup>3</sup> /ton) | Parameter             |     |     |      |
|                                               |                                        | Kadar Maksimum (mg/L) |     |     |      |
|                                               |                                        | BOD <sub>5</sub>      | COD | TSS | Pb*) |
| - Kertas Halus                                | 50                                     | 70                    | 150 | 70  | 0,1  |
| - Kertas Kasar                                | 40                                     | 70                    | 150 | 70  | -    |
| - Kertas Sigaret                              | 80                                     | 30                    | 70  | 35  | -    |
| - Kertas lain yang dikelantang                | 35                                     | 70                    | 150 | 70  | 0,1  |
| pH                                            | 6 – 9                                  |                       |     |     |      |

Catatan :

1. Kertas Halus berarti kertas halus yang dikelantang seperti kertas cetak dan kertas tulis.
2. Kertas Kasar berarti kertas kasar berwarna coklat seperti linerboard, kertas karton, kertas berwarna coklat atau karton.
3. Kertas lain berarti kertas yang dikelantang selaun yang tercantum dalam golongan kertas halus seperti kertas Koran.
4. Parameter Pb khusus untuk industri yang melakukan proses *deinking* dalam pembuatan pulp untuk memenuhi sebagian atau seluruh kebutuhan pulpanya.

## 3. Industri Ethanol

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI ETHANOL<br>Volume Limbah Maksimum=15 M <sup>3</sup> per ton produk ethanol |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                                                                         | Kadar Maksimum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                  | 100                   |
| COD                                                                                                               | 300                   |
| TSS                                                                                                               | 100                   |
| Sulfida (sbg S)                                                                                                   | 0,5                   |
| pH                                                                                                                | 6,0 – 9,0             |

## 4. Industri MSG

4. Industri MSG dan Lysine

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI MONO SODIUM GLUTAMAT (MSG) DAN LYSINE                                                |                  |                                                                                          |           |                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Kondensor digabung dengan buangan limbah cair                                                                               |                  | Kondensor dipisah dengan buangan limbah cair                                             |           |                                                                                                   |           |
| Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>MSG: 120 M <sup>3</sup> /ton MSG<br>LYSINE: 180 M <sup>3</sup> /ton LYSINE |                  | Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk                                            |           |                                                                                                   |           |
|                                                                                                                             |                  | MSG<br>Limbah Cair: 15 M <sup>3</sup> /ton MSG<br>Kondensor: 105 M <sup>3</sup> /ton MSG |           | LYSINE<br>Limbah Cair: 75 M <sup>3</sup> /ton LYSINE<br>Kondensor: 105 M <sup>3</sup> /ton LYSINE |           |
| Parameter                                                                                                                   | Kadar Max (mg/L) | Kadar Maksimum (mg/L)                                                                    |           | Kadar Maksimum (mg/L)                                                                             |           |
|                                                                                                                             |                  | Limbah Cair                                                                              | Kondensor | Limbah Cair                                                                                       | Kondensor |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                            | 80               | 80                                                                                       | 80        | 80                                                                                                | 80        |
| COD                                                                                                                         | 150              | 150                                                                                      | 140       | 150                                                                                               | 130       |
| TSS                                                                                                                         | 60               | 60                                                                                       | 60        | 60                                                                                                | 60        |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                                                                           | =                | =                                                                                        | =         | =                                                                                                 | =         |
| pH                                                                                                                          | 6 - 9            | 6 - 9                                                                                    | 6 - 9     | 6 - 9                                                                                             | 6 - 9     |

5. Industri Penyamakan Kulit

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT |                                      |                                           |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Parameter                                               | Proses Penyamakan Menggunakan Krom   | Proses Penyamakan Menggunakan Daun-daunan |
|                                                         | Kadar Maksimum (mg/L)                | Kadar Maksimum (mg/L)                     |
| BOD <sub>5</sub>                                        | 50                                   | 70                                        |
| COD                                                     | 110                                  | 180                                       |
| TSS                                                     | 60                                   | 50                                        |
| Krom Total (Cr)                                         | 0,60                                 | 0,1                                       |
| Minyak & Lemak                                          | 5,0                                  | 5,0                                       |
| NH <sub>3</sub> -N(Amonia Total)                        | 0,5                                  | 0,50                                      |
| Sulfida (sbg S)                                         | 0,8                                  | 0,50                                      |
| pH                                                      | 6,0 - 9,0                            | 6,0 - 9,0                                 |
| Volume Limbah Maksimum                                  | 40 M <sup>3</sup> per ton bahan baku | 40 M <sup>3</sup> per ton bahan baku      |

6. Industri Gula

6. Industri Gula

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI GULA |                                             |                                   |                                            |                                   |                                           |                                   |                                              |                                   |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|
| PARAMETER                                | Air Limbah Proses                           |                                   | Air Limbah Condensor                       |                                   | air limbah abu ketel                      |                                   | Air Limbah Gabungan                          |                                   |
|                                          | Kadar maksimum (mg/L)                       | Beban Pencemaran Maksimum (g/ton) | Kadar maksimum (mg/L)                      | Beban Pencemaran Maksimum (g/ton) | Kadar maksimum (mg/L)                     | Beban pencemaran maksimum (g/ton) | Kadar maksimum (mg/L)                        | Beban Pencemaran Maksimum (g/ton) |
| BOD5                                     | 60                                          | 300                               | 40                                         | 7000                              | 60                                        | 120                               | 40                                           | 7200                              |
| COD                                      | 100                                         | 500                               | 70                                         | 12250                             | 100                                       | 200                               | 70                                           | 12600                             |
| TSS                                      | 50                                          | 250                               | 40                                         | 7000                              | 50                                        | 100                               | 40                                           | 7200                              |
| Minyak dan lemak                         | 5                                           | 25                                | 5                                          | 875                               | 5                                         | 10                                | 5                                            | 900                               |
| Sulfida (Sebagai S)                      | 0,5                                         | 2,5                               | 0,5                                        | 87,5                              | 0,5                                       | 1                                 | 0,5                                          | 90                                |
| pH                                       | 6,0 - 9,0                                   |                                   | 6,0 - 9,0                                  |                                   | 6,0 - 9,0                                 |                                   | 6,0 - 9,0                                    |                                   |
| Suhu °C                                  | =                                           |                                   | =                                          |                                   | =                                         |                                   | =                                            |                                   |
| Volume Limbah Maksimum                   | 0,5 M <sup>3</sup> per ton tebu yang diolah |                                   | 25 M <sup>3</sup> per ton tebu yang diolah |                                   | 2 M <sup>3</sup> per ton tebu yang diolah |                                   | 27,5 M <sup>3</sup> per ton tebu yang diolah |                                   |

Catatan : Bila kualitas air permukaan untuk air kondensor melebihi baku mutu maka kualitas air pembuangan ditetapkan sama dengan kualitas air baku untuk kondensor

7. Industri Sorbitol



7. Industri Sorbitol

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR<br>UNTUK INDUSTRI SORBITOL                                       |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>13 M <sup>3</sup> /ton produk sorbitol |                      |
| Parameter                                                                              | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                       | 80                   |
| COD                                                                                    | 150                  |
| TSS                                                                                    | 50                   |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia bebas)                                                      | 0,5                  |
| Ni                                                                                     | 1,0                  |
| pH                                                                                     | 6-9                  |

8. Industri Karet

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KARET<br>Volume Limbah Maksimum 40 M <sup>3</sup> per ton bahan baku |                       |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| Parameter                                                                                                   | Lateks Pekat          | Proses Penyamakan<br>Menggunakan Daun-daunan |
|                                                                                                             | Kadar Maksimum (mg/L) | Kadar Maksimum (mg/L)                        |
| BOD5                                                                                                        | 100                   | 60                                           |
| COD                                                                                                         | 200                   | 200                                          |
| TSS                                                                                                         | 100                   | 100                                          |
| Amonia Total (sbg NH <sub>3</sub> -N)                                                                       | 10                    | 5                                            |
| Nitrogen Total (sbg N)                                                                                      | 25                    | 10                                           |
| pH                                                                                                          | 6,0 - 9,0             | 6,0 - 9,0                                    |

9. Industri Tekstil

9. Industri Tekstil

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI TEKSTIL         |                       |                                    |                                        |                             |                                          |                       |             |                     |                       |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| Parameter                                              | Kadar Maksimum (mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton) |                                        |                             |                                          |                       |             |                     |                       |
|                                                        |                       | Tekstil Terpadu                    | Pencucian Kapas, Pemintalan, Penenunan | Perekatan (Sizing-Desizing) | Pengikisan, Pemasakan (Klering-Soouring) | Pemucatan (Bleaching) | Merserisasi | Pencelupan (Dyeing) | Pencetakan (Printing) |
| BOD5                                                   | 60                    | 6                                  | 0,42                                   | 0,6                         | 1,44                                     | 1,08                  | 0,9         | 1,2                 | 0,36                  |
| COD                                                    | 150                   | 15                                 | 1,05                                   | 1,5                         | 3,6                                      | 2,7                   | 2,25        | 3,0                 | 0,9                   |
| TSS                                                    | 50                    | 5                                  | 0,35                                   | 0,5                         | 1,2                                      | 0,9                   | 0,75        | 1,0                 | 0,3                   |
| Fenol Total                                            | 0,5                   | 0,05                               | 0,004                                  | 0,005                       | 0,012                                    | 0,009                 | 0,008       | 0,01                | 0,003                 |
| Krom Total (Cr)                                        | 1,0                   | 0,1                                | -                                      | -                           | -                                        | -                     | -           | 0,02                | 0,006                 |
| Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)                      | 8,0                   | 0,8                                | 0,056                                  | 0,08                        | 0,192                                    | 0,144                 | 0,12        | 0,16                | 0,048                 |
| Sulfida (sbg S)                                        | 0,3                   | 0,03                               | 0,002                                  | 0,003                       | 0,007                                    | 0,005                 | 0,005       | 0,006               | 0,002                 |
| Minyak & Lemak                                         | 3,0                   | 0,3                                | 0,021                                  | 0,03                        | 0,07                                     | 0,054                 | 0,045       | 0,06                | 0,018                 |
| pH                                                     | 6,0 - 9,0             |                                    |                                        |                             |                                          |                       |             |                     |                       |
| Volume Limbah Maksimum (M <sup>3</sup> per ton produk) | 100                   | 7                                  | 10                                     | 24                          | 18                                       | 15                    | 20          | 6                   | 6                     |

10. Industri Urea

**10. Industri Urea, Pupuk Nitrogen, Pupuk ZA dan Ammoniak**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PUPUK UREA, PUPUK NITROGEN, PUPUK ZA<br>DAN AMONIAK                                                                                                                                   |                       |                |          |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|----------|---------|
| Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Pupuk Urea<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Pupuk Nitrogen<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Pupuk ZA<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Amoniak |                       |                |          |         |
| Parameter                                                                                                                                                                                                                    | Kadar Maksimum (mg/L) |                |          |         |
|                                                                                                                                                                                                                              | Pupuk Urea            | Pupuk Nitrogen | Pupuk ZA | Amoniak |
| COD                                                                                                                                                                                                                          | 200                   | 200            | 200      | 20      |
| TSS                                                                                                                                                                                                                          | 100                   | 200            | 200      | 10      |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                                                                                                             | 20                    | 20             | 20       | 2       |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                                                                                                                                                                            | 50                    | 100            | 100      | 20      |
| TKN                                                                                                                                                                                                                          | 100                   | 150            | -        | -       |
| pH                                                                                                                                                                                                                           | 6 - 9                 |                |          |         |

**11. Industri Pupuk Phosphat, Pupuk Majemuk, NPK dan Asam Phosphat**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PUPUK FOSFAT, PUPUK MAJEMUK NPK, DAN<br>ASAM FOSFAT                                                                                                  |                       |                   |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Pupuk Fosfat<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Pupuk Majemuk NPK<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk Asam Fosfat |                       |                   |             |
| Parameter                                                                                                                                                                                   | Kadar Maksimum (mg/L) |                   |             |
|                                                                                                                                                                                             | Pupuk Fosfat          | Pupuk Majemuk NPK | Asam Fosfat |
| COD                                                                                                                                                                                         | 200                   | 200               | 200         |
| TSS                                                                                                                                                                                         | 200                   | 200               | 200         |
| Fluorida (F)                                                                                                                                                                                | 50                    | 50                | 50          |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                                                                            | 20                    | 20                | 20          |
| TKN                                                                                                                                                                                         | -                     | 180               | -           |
| pH                                                                                                                                                                                          | 6 - 9                 |                   |             |

12. Industri Cat

12. Industri Cat dan Tinta

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI CAT<br>Volume Limbah Maksimum = 0,5 L per L produk cat water base dan<br>Zero discharge untuk cat solvent base |                       |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| Parameter                                                                                                                                             | Kadar Maksimum (mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum (g/M <sup>3</sup> ) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                      | 80                    | 40                                            |
| TSS                                                                                                                                                   | 50                    | 25                                            |
| Merkuri (Hg)                                                                                                                                          | 0,01                  | 0,005                                         |
| Seng (Zn)                                                                                                                                             | 1,0                   | 0,50                                          |
| Timbal (Pb)                                                                                                                                           | 0,30                  | 0,15                                          |
| Tembaga (Cu)                                                                                                                                          | 0,80                  | 0,40                                          |
| Krom Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )                                                                                                                   | 0,20                  | 0,10                                          |
| Titanium (Ti)                                                                                                                                         | 0,40                  | 0,20                                          |
| Kadmium (Cd)                                                                                                                                          | 0,08                  | 0,04                                          |
| Fenol                                                                                                                                                 | 0,020                 | 0,10                                          |
| Minyak & Lemak                                                                                                                                        | 10                    | 5                                             |
| pH                                                                                                                                                    | 6,0 - 9,0             |                                               |

13. Industri Pestisida

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PESTISIDA<br>Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>Pestisida Teknis : 25 M <sup>3</sup> /ton produk |                            |                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Parameter                                                                                                                                             | Kadar Maksimum (mg/L)      |                                     |
|                                                                                                                                                       | Pembuatan Pestisida Teknis | Pestisida Formulasi atau Pengemasan |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                      | 30                         | 15                                  |
| COD                                                                                                                                                   | 100                        | 50                                  |
| TSS                                                                                                                                                   | 25                         | 15                                  |
| Phenol                                                                                                                                                | 2                          | 1,5                                 |
| Benzene                                                                                                                                               | 0,1                        | -                                   |
| Toluene                                                                                                                                               | 0,1                        | -                                   |
| Sianida Total                                                                                                                                         | 0,8                        | -                                   |
| Cu                                                                                                                                                    | 1                          | -                                   |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                                                                                                     | 5                          | -                                   |
| Bahan Aktif Total                                                                                                                                     | 1                          | 0,05                                |
| pH                                                                                                                                                    | 6 - 9                      |                                     |

14. Industri

**14. Industri Kayu Lapis**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KAYU LAPIS/ PLYWOOD<br>Volume Limbah Maksimum = 0,30 M <sup>3</sup> per ton produk kayu lapis |                       |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| Parameter                                                                                                                            | Kadar Maksimum (mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum (g/M <sup>3</sup> ) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                     | 75                    | 22,5                                          |
| COD                                                                                                                                  | 125                   | 37,5                                          |
| TSS                                                                                                                                  | 50                    | 15                                            |
| Fenol Total                                                                                                                          | 0,25                  | 0,08                                          |
| Amonia total (sbg N)                                                                                                                 | 4                     | 1,2                                           |
| pH                                                                                                                                   | 6,0 - 9,0             |                                               |

Catatan : untuk industri kayu lapis yang tidak dilengkapi dengan industri Lem.

**15. Industri Asam Citrat**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI ASAM CITRAT<br>Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>75 M <sup>3</sup> /ton produk Asam Citrat Kristal |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                                                                                                                | Kadar Maksimum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                         | 80                    |
| COD                                                                                                                                                      | 100                   |
| TSS                                                                                                                                                      | 60                    |
| pH                                                                                                                                                       | 6 - 9                 |

16. Industri Minyak



**16. Industri Minyak Kelapa Sawit**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI MIMYAK KELAPA SAWIT |                                                               |                                             |                                                 |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Parameter                                                  | industri<br>minyak<br>kelapa sawit                            | Industri<br>Minyak Goreng<br>(Proses Basah) | Industri<br>Minyak<br>Goreng (Proses<br>kering) |
|                                                            | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L)                                   | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L)                 | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L)                     |
| BOD <sub>5</sub>                                           | 100                                                           | 75                                          | 75                                              |
| COD                                                        | 350                                                           | 150                                         | 150                                             |
| TSS                                                        | 250                                                           | 60                                          | 60                                              |
| Minyak & Lemak                                             | 25                                                            | 5                                           | 5                                               |
| Amonia Total<br>(NH <sub>3</sub> -N)                       | 20                                                            | 3                                           | 2                                               |
| Nitrogen Total<br>(sbg N)                                  | 50                                                            | 2                                           | =                                               |
| pH                                                         | 6,0 – 9,0                                                     |                                             |                                                 |
| Volume Limbah<br>Maksimum                                  | 2,5 M <sup>3</sup> per<br>ton produk<br>minyak sawit<br>(CPO) | 5 M <sup>3</sup> per ton<br>produk          | 0, 5 M <sup>3</sup> per ton<br>produk           |

17. Industri Minyak

17. Industri Minyak Nabati, Sabun/Detergent

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI MINYAK NABATI, SABUN/DETERGENT |                       |                                       |                                                 |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Parameter                                                             | Kadar Maksimum (mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)    |                                                 |                                             |
|                                                                       |                       | Sabun                                 | Minyak Nabati                                   | Deterjen                                    |
| BOD5                                                                  | 75                    | 0,60                                  | 1,88                                            | 0,076                                       |
| COD                                                                   | 180                   | 1,44                                  | 4,50                                            | 0,180                                       |
| TSS                                                                   | 60                    | 0,48                                  | 1,50                                            | 0,06                                        |
| Minyak & Lemak                                                        | 15                    | 0,120                                 | 0,375                                           | 0,015                                       |
| Fosfat (PO4)                                                          | 2                     | 0,016                                 | 0,05                                            | 0,002                                       |
| MBAS                                                                  | 3                     | 0,024                                 | 0,075                                           | 0,003                                       |
| pH                                                                    | 6,0 - 9,0             |                                       |                                                 |                                             |
| Volume Limbah Maksimum                                                |                       | 4 M <sup>3</sup> per ton produk sabun | 0,5 M <sup>3</sup> per ton produk minyak nabati | 0,05 M <sup>3</sup> per ton produk deterjen |

18. Industri Oleokimia Dasar

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI Oleo Kimia Dasar<br>Volume Air Limbah Maksimum = 4 M <sup>3</sup> per ton produk |                                                                             |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Parameter                                                                                                               | Oleokimia Dasar untuk Faaty Acid dan Fatty Alcohol melalui Jalur Fatty Acid | Oleokimia Dasar untuk Fatty Alcohol melalui Jalur Alkyl Ester |
|                                                                                                                         | Kadar Maksimum (mg/L)                                                       | Kadar Maksimum (mg/L)                                         |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                        | 70                                                                          | 125                                                           |
| COD                                                                                                                     | 160                                                                         | 250                                                           |
| TSS                                                                                                                     | 100                                                                         | 150                                                           |
| Minyak & Lemak                                                                                                          | 10                                                                          | 15                                                            |
| Fosfat                                                                                                                  | 5                                                                           | 5                                                             |
| NH <sub>3</sub> -N (Ammonia Bebas)                                                                                      | 10                                                                          | 10                                                            |
| pH                                                                                                                      | 6,0 - 9,0                                                                   | 6,0 - 9,0                                                     |

19. Industri Pengalengan

**19. Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN |                       |                                           |                                         |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Parameter                                                         | Pengalengan Ikan      | lebih dari Satu Jenis Kegiatan Pengolahan | industri perikanan dengan IPAL Terpusat |
|                                                                   | Kadar Maksimum (mg/L) | Kadar Maksimum (mg/L)                     | Kadar Maksimum (mg/L)                   |
| pH                                                                | 6,0 - 9,0             | 6,0 - 9,0                                 | 6,0 - 9,0                               |
| TSS                                                               | 30                    | 30                                        | 30                                      |
| Sulfida (H <sub>2</sub> S)                                        | 1                     | 1                                         | 1                                       |
| NH <sub>3</sub> -N (Total)                                        | 5                     | 5                                         | 5                                       |
| Khlor bebas                                                       | 1                     | 1                                         | 1                                       |
| BOD <sub>5</sub>                                                  | 75                    | 100                                       | 100                                     |
| COD                                                               | 150                   | 150                                       | 150                                     |
| Minyak & Lemak                                                    | 6,5                   | 15                                        | 10                                      |
| Volume Air Limbah (M <sup>3</sup> /ton bahan baku ikan)           | 5                     |                                           |                                         |

**20. Industri Tepung Ikan**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI TEPUNG IKAN                             |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>0,5 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                      | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                               | 100                  |
| COD                                                                            | 150                  |
| TSS                                                                            | 50                   |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                              | 5                    |
| Sulfida (sebagai H <sub>2</sub> S)                                             | 0,8                  |
| Minyak dan lemak                                                               | 15                   |
| pH                                                                             | 6-9                  |

21. Industri Cold

21. Industri Cold Storage

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>INDUSTRI COLD STORAGE |        |                       |
|-----------------------------------------------|--------|-----------------------|
| Parameter                                     | Satuan | Kadar maksimum (mg/L) |
| pH                                            | -      | 6,0 – 9,0             |
| TSS                                           | mg/L   | 100                   |
| NH <sub>3</sub> -N (Amonia Total )            | mg/L   | 10                    |
| Khlor bebas                                   | mg/L   | 1                     |
| BOD                                           | mg/L   | 100                   |
| COD                                           | mg/L   | 200                   |
| Minyak & Lemak                                | mg/L   | 15                    |

Catatan : Volume Air Limbah

| Bahan Baku | M <sup>3</sup> /ton bahan baku |
|------------|--------------------------------|
| Ikan       | 10                             |
| Kepiting   | 15                             |
| Lobster    | 15                             |
| Udang      | 30                             |

22. Industri pengolahan rumput laut

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN RUMPUT LAUT                  |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>500 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                      | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                               | 100                  |
| COD                                                                            | 250                  |
| TSS                                                                            | 50                   |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                              | 5                    |
| Cl <sub>2</sub> (chlor bebas)                                                  | 1,0                  |
| pH                                                                             | 6-9                  |

23. Industri Ber-alkohol

23. Industri Ber-alkohol

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI Ber-alkohol<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>6 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> produk |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD                                                                                                                                           | 40                   |
| COD                                                                                                                                           | 100                  |
| TSS                                                                                                                                           | 40                   |
| pH                                                                                                                                            | 6-9                  |

24. Industri Susu dan Es Krim

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR<br>UNTUK INDUSTRI SUSU dan ES KRIM                                                                                                                                                                                                                                    |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan bahan baku<br>Pabrik Susu Dasar : 1 M <sup>3</sup> / ton susu yang diolah<br>Pabrik Keju : 2 M <sup>3</sup> / ton susu yang diolah<br>Pabrik Mentega : 1,2 M <sup>3</sup> / ton susu yang diolah<br>Pabrik Es Krim : 1 M <sup>3</sup> /ton bahan baku |                       |
| Parameter                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kadar Maximum ( mg/L) |
| BOD                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 30                    |
| COD                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 90                    |
| TSS                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 25                    |
| pH                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6-9                   |

25. Industri Minuman



**25. Industri Minuman**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI MINUMAN RINGAN |                                              |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk          |                                              |
| Dengan Pencucian Botol dan Pembuatan Sirup            | : 3,5 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> produk  |
| Dengan Pencucian Botol tanpa Pembuatan Sirup          | : 2,8 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> produk  |
| Tanpa Pencucian Botol tetapi Pembuatan Sirup          | : 1, 7 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> produk |
| Tanpa Pencucian Botol tetapi Pembuatan Sirup          | : 1, 2 M <sup>3</sup> /M <sup>3</sup> produk |
| Parameter                                             | Kadar maximum (mg/L)                         |
| BOD <sub>5</sub>                                      | 30                                           |
| COD                                                   | 90                                           |
| TSS                                                   | 30                                           |
| Minyak dan lemak                                      | 6                                            |
| pH                                                    | 6-9                                          |

**26. Industri Biskuit dan Roti (Bakery)**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI BISKUIT DAN ROTI (BAKERY)<br>Volume Limbah Cair Maximum 6 M <sup>3</sup> per satuan produk |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                         | Kadar maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                  | 85                   |
| COD                                                                                                                               | 150                  |
| TSS                                                                                                                               | 80                   |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                  | 10                   |
| pH                                                                                                                                | 6-9                  |

**27. Industri Pengupasan Biji Kopi / Coklat**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGUPASAN BIJI KOPI/COKLAT<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk : 40 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                                          | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                   | 75                   |
| COD                                                                                                                                                | 200                  |
| TSS                                                                                                                                                | 100                  |
| Minyak dan lemak                                                                                                                                   | 20                   |
| pH                                                                                                                                                 | 6-9                  |

28. Industri Kembang

28. Industri Kembang Gula

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KEMBANG GULA                           |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk : 40 M <sup>3</sup> / ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 50                   |
| COD                                                                           | 100                  |
| TSS                                                                           | 50                   |
| Minyak dan lemak                                                              | 20                   |
| pH                                                                            | 6-9                  |

29. Industri Saos

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI SAOS                                   |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>6 M <sup>3</sup> / ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 100                  |
| COD                                                                           | 250                  |
| TSS                                                                           | 100                  |
| pH                                                                            | 6-9                  |

30. Industri Bumbu (Seasoning)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI BUMBU                                  |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>5 M <sup>3</sup> / ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 50                   |
| COD                                                                           | 100                  |
| TSS                                                                           | 100                  |
| Minyak dan Lemak                                                              | 2                    |
| pH                                                                            | 6-9                  |

31. Industri Pengolahan

31. Industri Pengolahan Kedelai

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KECAP, TAHU DAN TEMPE |                       |                        |                        |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                                                              | Kecap                 | Tahu                   | Tempe                  |
| Parameter                                                    | Kadar maksimum (mg/L) | Kadar maksimum (mg/L)) | Kadar maksimum (mg/L)) |
| BOD5                                                         | 150                   | 150                    | 150                    |
| COD                                                          | 300                   | 300                    | 300                    |
| TSS                                                          | 100                   | 100                    | 100                    |
| pH                                                           | 6,0 - 9,0             |                        |                        |
| Volume Air Limbah Maksimum (M <sup>3</sup> /ton kedelai)     | 10                    | 20                     | 10                     |

32. Industri Mie dan Kerupuk

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI MIE DAN KRUPUK<br>MIE : 2 M <sup>3</sup> /ton produk<br>KRUPUK : 4 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| Parameter                                                                                                                            | Kadar Maximum (mg/L) |        |
|                                                                                                                                      | MIE                  | KRUPUK |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                     | 50                   | 50     |
| COD                                                                                                                                  | 120                  | 120    |
| TSS                                                                                                                                  | 50                   | 50     |
| Minyak dan lemak                                                                                                                     | 20                   | 20     |
| pH                                                                                                                                   | 6-9                  |        |

**33. Industri Pengolahan Daging**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING                     |                      |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>6 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                    | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                             | 125                  |
| COD                                                                          | 250                  |
| TSS                                                                          | 100                  |
| Amonia (NH <sub>3</sub> -N)                                                  | 10                   |
| Minyak dan Lemak                                                             | 5                    |
| pH                                                                           | 6-9                  |

**34. Industri Pengolahan Daging Bekicot**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING                      |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>10 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| Temperatur                                                                    | 30 °C                |
| TSS                                                                           | 100                  |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 125                  |
| COD                                                                           | 250                  |
| Amonia Bebas (NH <sub>3</sub> -N)                                             | 5                    |
| Minyak dan Lemak                                                              | 15                   |
| pH                                                                            | 6-9                  |

35. Industri Pengolahan

**35. Industri Pengolahan Buah-Buahan dan/atau Sayuran**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN BUAH-BUAHAN DAN/ATAU<br>SAYURAN |                              |                              |                              |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Parameter                                                                         | Pengolahan Buah              |                              | Pengolah<br>an<br>Sayuran    | Pengolahan<br>Buah-Buahan<br>dan/atau<br>Sayuran<br>dengan IPAL<br>terpusat. |
|                                                                                   | Nanas                        | Buah<br>Lainnya              |                              |                                                                              |
|                                                                                   | Kadar<br>Maksimu<br>m (mg/L) | Kadar<br>Maksimu<br>m (mg/L) | Kadar<br>Maksimu<br>m (mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L)                                                  |
| TSS                                                                               | 60                           | 60                           | 60                           | 100                                                                          |
| BOD                                                                               | 85                           | 75                           | 75                           | 75                                                                           |
| COD                                                                               | 200                          | 150                          | 150                          | 150                                                                          |
| pH                                                                                | 6,0 - 9,0                    |                              |                              |                                                                              |
| Kuantitas Air<br>Limbah<br>(M <sup>3</sup> /ton<br>bahan baku )                   | 9                            |                              |                              |                                                                              |

**36. Industri Tapioka**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk : 30 M <sup>3</sup> / ton<br>produk |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                                 | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                          | 150                  |
| COD                                                                                                                                       | 300                  |
| TSS                                                                                                                                       | 100                  |
| CN                                                                                                                                        | 0,2                  |
| pH                                                                                                                                        | 6-9                  |

**37. Industri Tepung Beras dan Terigu**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI TEPUNG BERAS DAN TERIGU<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk : 10 M <sup>3</sup> / ton<br>produk |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                                          | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                   | 100                  |
| COD                                                                                                                                                | 200                  |
| TSS                                                                                                                                                | 100                  |
| pH                                                                                                                                                 | 6-9                  |

38. Industri Farmasi



38. Industri Farmasi.

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI FARMASI<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk : 40 M <sup>3</sup> / ton<br>produk |                                   |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Parameter                                                                                                                          | Kadar Maximum (mg/L)              |                            |
|                                                                                                                                    | Proses Pembuatan<br>Bahan Formula | Formulasi<br>(Pencampuran) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                   | 100                               | 75                         |
| COD                                                                                                                                | 300                               | 150                        |
| TSS                                                                                                                                | 100                               | 75                         |
| Total - N                                                                                                                          | 30                                | -                          |
| Phenol                                                                                                                             | 1                                 | -                          |
| pH                                                                                                                                 | 6-9                               |                            |

39. Industri Rokok dan Cerutu

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI ROKOK DAN CERUTU |                             |                             |                             |                             |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Parameter                                               | Kategori I                  | Kategori II                 | Kategori III                | Kategori IV                 |
|                                                         | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) |
| TSS                                                     | 100                         | 100                         | 100                         | 100                         |
| pH                                                      | 6,0 - 9,0                   | 6,0 - 9,0                   | 6,0 - 9,0                   | 6,0 - 9,0                   |
| Amonia                                                  | 3,0                         | 10                          | 2,0                         | 10                          |
| BOD <sub>5</sub>                                        | 150                         | 100                         | 80                          | 60                          |
| COD                                                     | 300                         | 200                         | 160                         | 120                         |
| Fenol                                                   | 0,5                         | 0,5                         | 0,5                         | 0,5                         |
| Minyak &<br>Lemak                                       | 5,0                         | 5,0                         | 5,0                         | 5,0                         |

Keterangan:

- Kategori I : Sumber air limbah yang berasal dari proses primer basah dan sumber air limbah yang berasal dari proses sekunder, termasuk sumber air limbah yang hanya berasal dari proses primer basah
- Kategori II : Air limbah industri Kategori I digabung dengan air limbah domestik
- Kategori III : Sumber air limbah yang berasal dari proses primer kering dan/atau sumber air limbah yang berasal dari proses sekunder, termasuk industri cerutu dan industri rokok tanpa cengkeh.
- Kategori IV : Air limbah industri Kategori III digabung dengan air limbah domestik.

40. Industri Karton

**40. Industri Karton Box**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KARTON BOX<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>3 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                         | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                  | 70                   |
| COD                                                                                                                               | 150                  |
| TSS                                                                                                                               | 70                   |
| Pb                                                                                                                                | 0,1                  |
| Cr. total                                                                                                                         | 0,1                  |
| pH                                                                                                                                | 6-9                  |

**41. Industri Penyulingan Pelumas Bekas**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENYULINGAN PELUMAS BEKAS<br>Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>4 M <sup>3</sup> /ton Pelumas bekas |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                                                                               | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                        | 50                   |
| COD                                                                                                                                                     | 100                  |
| TSS                                                                                                                                                     | 50                   |
| Sulfida (sebagai H <sub>2</sub> S)                                                                                                                      | 0,1                  |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                                        | 5                    |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                                                                                                       | 5                    |
| Phenol                                                                                                                                                  | 0,5                  |
| pH                                                                                                                                                      | 6-9                  |

42. Industri Vinyl

#### 42. Industri Vinyl Chloride Monomer dan Polyvinyl Chloride

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK INDUSTRI VINYL CHLORIDE MONOMER DAN POLYVINYL CHLORIDE |                              |                                             |                               |                                             |                                                              |                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Parameter                                                                          | Vinyl Chloride Monomer       |                                             | Poly Vinyl Chloride           |                                             | Vinyl Chloride monomer dan Poly Vinyl Chloride               |                                             |
|                                                                                    | Kadar Maksimum (mg/L)        | Beban Pencemaran Maksimum (gram/ton Produk) | Kadar Maksimum (mg/L)         | Beban Pencemaran Maksimum (gram/ton Produk) | Kadar Maksimum (mg/L)                                        | Beban Pencemaran Maksimum (gram/ton Produk) |
| BOD                                                                                | 100                          | 700                                         | 75                            | 202,5                                       | 93                                                           | 902,5                                       |
| COD                                                                                | 250                          | 1750                                        | 150                           | 405                                         | 222                                                          | 2155                                        |
| TSS                                                                                | 100                          | 700                                         | 100                           | 270                                         | 100                                                          | 970                                         |
| TDS                                                                                | (-)                          | (-)                                         | (*)                           | (*)                                         | (*)                                                          | (*)                                         |
| Tembaga (Cu)                                                                       | 2                            | 14                                          | (-)                           | (-)                                         | 0,2                                                          | 14                                          |
| Khlorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )                                                   | 1                            | 7                                           | (-)                           | (-)                                         | 0,1                                                          | 7                                           |
| pH                                                                                 | 6,0 - 9,0                    |                                             | 6,0 - 9,0                     |                                             | 6,0 - 9,0                                                    |                                             |
| Volume Limbah Maksimum                                                             | 7 M <sup>3</sup> /ton produk |                                             | 2,7M <sup>3</sup> /ton produk |                                             | 7 M <sup>3</sup> /ton produk +2,7 M <sup>3</sup> /ton produk |                                             |

#### 43. Kegiatan Eksplorasi

43. Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas di Lepas Pantai (off-shore)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH FASILITAS EKSPLORASI DAN PRODUKSI MIGAS DI LEPAS PANTAI (OFF SHORE) |                              |                      |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Jenis Limbah                                                                             | Parameter                    | Kadar                | Metode Pengukuran       |
| Air Terproduksi                                                                          | Minyak dan Lemak             | 50 mg/L              | SNI 06-6989.10-2004     |
| Air Lmbah drainase dek                                                                   | Minyak Bebas                 | Nihil <sup>(2)</sup> | Visual                  |
| Air Limbah domestik                                                                      | Benda terapung dan Buih busa | Nihil <sup>(3)</sup> | Visual                  |
| Air Limbah saniter                                                                       | Residu Chlorine              | 2 mg/L               | Standard Method 4500-Cl |

Keterangan:

1. Fasilitas eksplorasi dan produksi minyak dan gas lepas pantai (*off- shore*) adalah fasilitas yang digunakan untuk kegiatan eksplorasi, pengeboran, sumur produksi, sumur injeksi, *well treatment*, dan fasilitas pengolahan minyak dan gas dari industri minyak dan gas yang berlokasi di laut.
2. Tidak mengandung minyak bebas, dalam pengertian menyebabkan terjadinya lapisan minyak atau perubahan warna pada permukaan badan air penerima.
3. Tidak terdapat benda-benda yang terapung dan buih-buih busa.

44. Kegiatan Eksplorasi

**44. Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dan Fasilitas Darat (On-Shore) Lama**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH FASILITAS EKSPLORASI DAN PRODUKSI MIGAS DAN FASILITAS DARAT (On-Shore) LAMA |                     |                                     |           |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------|------------------------------------|
| No                                                                                               | Jenis Limbah        | Parameter                           | Kadar     | Metode Pengukuran                  |
| 1                                                                                                | Air Terproduksi     | COD                                 | 300 mg/L  | SNI 06-6989:2-2004                 |
|                                                                                                  |                     | Minyak dan Lemak                    | 25 mg/L   | SNI 06-6989.10-2004                |
|                                                                                                  |                     | Sulfida Terlarut (H <sub>2</sub> S) | 1 mg/L    | SNI 06-2470-1991                   |
|                                                                                                  |                     | Amonia (NH <sub>3</sub> -N)         | 10 mg/L   | SNI 06-6989.30-2005                |
|                                                                                                  |                     | Phenol Total                        | 2 mg/L    | SNI 06-6989.21-2005                |
|                                                                                                  |                     | Temperatur                          | 45 0 C    | SNI 06-6989.23-2005                |
|                                                                                                  |                     | pH                                  | 6 – 9     | SNI 06-6989.11-2004                |
| 2.                                                                                               | Air Limbah Drainase | TDS(3)                              | 4000 mg/L | SNI 06-6989.27-2005                |
|                                                                                                  |                     | Minyak dan Lemak                    | 15 mg/L   | SNI 06-6989.10-2004                |
|                                                                                                  |                     | Karbon Organik Total                | 110 mg/L  | SNI 06-6989.28-2005 atau APHA 5310 |

Keterangan:

1. Fasilitas eksplorasi dan produksi minyak dan gas darat (*on-shore*) adalah fasilitas yang digunakan untuk kegiatan eksplorasi, pengeboran, sumur produksi, sumur injeksi, *well treatment*, dan fasilitas pengolahan minyak dan gas dari industri minyak dan gas yang berlokasi di darat, termasuk fasilitas yang memiliki sumur produksi di laut tetapi proses pemisahan minyak dan/atau gas dengan air terproduksi dilakukan di darat.
2. Fasilitas eksplorasi dan produksi minyak dan gas darat (*on-shore*) lama adalah fasilitas yang digunakan untuk kegiatan eksplorasi, pengeboran, sumur produksi, sumur injeksi, *well treatment*, dan fasilitas pengolahan minyak dan gas dari industri minyak dan gas yang telah beroperasi atau tahap perencanaannya dilakukan sebelum tahun 1996.
3. Apabila air limbah terproduksi dibuang ke laut parameter TDS tidak diberlakukan.

45. Kegiatan Eksplorasi



45. Kegiatan Eksplorasi dan Produksi Migas dan Fasilitas Darat (On-Shore) Baru

| BAKU MUTU AIR LIMBAH FASILITAS EKSPLORASI DAN PRODUKSI MIGAS DAN FASILITAS DARAT (On-Shore) BARU |                     |                                             |           |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| No                                                                                               | Jenis Limbah        | Parameter                                   | Kadar     | Metode Pengukuran                                          |
| 1.                                                                                               | Air Terproduksi     | COD                                         | 200 mg/L  | SNI 06-6989:2-2004 atau SNI 06-6989:15-2004 atau APHA 5220 |
|                                                                                                  |                     | Minyak dan Lemak                            | 25 mg/L   | SNI 06-6989.10-2004                                        |
|                                                                                                  |                     | Sulfida Terlarut (sebagai H <sub>2</sub> S) | 0,5 mg/L  | SNI 06-2470-1991 atau APHA 4500-S2-                        |
|                                                                                                  |                     | Amonia (sebagai NH <sub>3</sub> -N)         | 5 mg/L    | SNI 06-6989.30-2005 atau APHA 4500-NH3                     |
|                                                                                                  |                     | Phenol Total                                | 2 mg/L    | SNI 06-6989.21-2005                                        |
|                                                                                                  |                     | Temperatur                                  | 40 ° C    | SNI 06-6989.23-2005                                        |
|                                                                                                  |                     | pH                                          | 6 – 9     | SNI 06-6989.11-2004                                        |
|                                                                                                  |                     | TDS(2)                                      | 4000 mg/L | SNI 06-6989.27-2005                                        |
| 2.                                                                                               | Air Limbah Drainase | Minyak dan Lemak                            | 15 mg/L   | SNI 06-6989.10-2004                                        |
|                                                                                                  |                     | Karbon Organik Total                        | 110 mg/L  | SNI 06-6989.28-2005 atau APHA 5310                         |

Keterangan:

1. Fasilitas eksplorasi dan produksi minyak dan gas darat (*on-shore*) baru adalah fasilitas yang digunakan untuk kegiatan eksplorasi, pengeboran, sumur produksi, sumur injeksi, *well treatment*, dan fasilitas pengolahan minyak dan gas dari industri minyak dan gas yang tahap perencanaannya dilakukan setelah tahun 1996.
2. Apabila air limbah terproduksi dibuang ke laut parameter TDS tidak diberlakukan.

46. Eksplorasi

46. Eksplorasi dan Produksi Panas Bumi

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK EKSPLORASI DAN PRODUKSI PANAS BUMI |                     |                                |            |                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| No                                                            | Jenis Limbah        | Parameter                      | Kadar      | Metode Pengukuran                                                              |
| 1.                                                            | Air Terproduksi     | Sulfida Terlarut (sebagai H2S) | 1 mg/L     | SNI 06-2470-1991 atau APHA 4500-S2-                                            |
|                                                               |                     | Amonia (sebagai NH3-N)         | 10 mg/L    | SNI 06-6989.30-2005 atau APHA 4500-NH3                                         |
|                                                               |                     | Air Raksa (Hg) Total           | 0,005 mg/L | SNI 19-1420-1989 atau SNI 06-2462-1991 atau SNI 06-2912-1992 atau APHA 3500-Hg |
|                                                               |                     | Arsen (As) Total               | 0,5 mg/L   | APHA 3500-As                                                                   |
|                                                               |                     | Temperatur                     | 45 ° C     | SNI 06-6989.23-2005                                                            |
|                                                               |                     | pH                             | 6 – 9      | SNI 06-6989.11-2004                                                            |
| 2.                                                            | Air limbah drainase | Minyak dan Lemak               | 15 mg/L    | SNI 06-6989.10-2004                                                            |
|                                                               |                     | Karbon Organik Total           | 110 mg/L   | SNI 06-6989.28-2005 atau APHA 5310                                             |

47. Industri Pengolahan Minyak Bumi,

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PROSES PENGOLAHAN MINYAK BUMI |                                                               |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| PARAMETER                                                | KADAR MAKSIMUM (mg/L)                                         |
| BOD <sub>5</sub>                                         | 80                                                            |
| COD                                                      | 160                                                           |
| Minyak dan Lemak                                         | 20                                                            |
| Sulfida Terlarut (sebagai H <sub>2</sub> S)              | 0,5                                                           |
| Amonia (sebagai NH <sub>3</sub> -N)                      | 8                                                             |
| Phenol Total                                             | 0,8                                                           |
| Temperatur                                               | 45 ° C                                                        |
| pH                                                       | 6 – 9                                                         |
| Volume Air Limbah per satuan volume bahan baku maksimum  | 1000 M <sup>3</sup> per 1000 M <sup>3</sup> bahan baku minyak |

48. Kegiatan Pengolahan

48. Kegiatan Pengolahan Minyak Bumi

| BAKU MUTU AIR LIMBAH DRAINASE DAN AIR PENDINGIN<br>KEGIATAN PENGOLAHAN MINYAK BUMI<br>Volume Air limbah maksimum 1000 m3 per 1000 m3 bahan baku minyak |                     |                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| No.                                                                                                                                                    | JENIS AIR LIMBAH    | PARAMETER            | KADAR MAKSIMUM (mg/L) |
| 1.                                                                                                                                                     | Air Limbah Drainase | Minyak dan Lemak     | 15                    |
|                                                                                                                                                        |                     | Karbon Organik Total | 110                   |
| 2.                                                                                                                                                     | Air Pendingin       | Residu Klorin        | 2                     |
|                                                                                                                                                        |                     | Karbon Organik Total | Δ5 <sup>(2)</sup>     |

Catatan:

1. Apabila air limbah drainase tercampur dengan air limbah proses, maka campuran air limbah tersebut harus memenuhi Baku Mutu Pembuangan Air Limbah Proses.
2. Dihitung berdasarkan perbedaan antara outlet dan inlet.

49. Kegiatan Pengilangan LNG dan LPG Terpadu

| BAKU MUTU AIR LIMBAH KEGIATAN<br>PENGILANGAN LNG DAN LPG TERPADU |                     |                      |          |                                    |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------|------------------------------------|
| No                                                               | Jenis Limbah        | Parameter            | Kadar    | Metode Pengukuran                  |
| 1.                                                               | Air limbah proses   | Minyak dan Lemak     | 25 mg/L  | SNI 06-6989.10-2004                |
|                                                                  |                     | Residu Chlorine      | 2 mg/L   | Standard Method 4500-Cl            |
|                                                                  |                     | Temperatur           | 45 0 C   | SNI 06-6989.23-2005                |
|                                                                  |                     | pH                   | 6 – 9    | SNI 06-6989.11-2004                |
| 2.                                                               | Air limbah drainase | Minyak dan Lemak     | 15 mg/L  | SNI 06-6989.10-2004                |
|                                                                  |                     | Karbon Organik Total | 110 mg/L | SNI 06-6989.28-2005 atau APHA 5310 |

50. Proses pengilangan LNG dan LPG terpadu

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>PROSES PENGILANGAN LNG DAN LPG TERPADU |                      |          |                                    |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------------------------------------|
| No                                                             | Parameter            | Kadar    | Metode Pengukuran                  |
| 1                                                              | Minyak dan Lemak     | 25 mg/L  | SNI 06-6989.10-2004                |
| 2                                                              | Karbon Organik Total | 110 mg/L | SNI 06-6989.28-2005 atau APHA 5310 |
| 3                                                              | pH                   | 6-9      | SNI 06-6989.11-2004                |

51. Industri Petrokimia

51. Industri Petrokimia Hulu

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PETROKIMIA HULU<br>Volume Air limbah maksimum = 0,6 M³ per ton bahan baku |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                                                                        | Kadar Maksimum (mg/L) |
| BOD5                                                                                                             | 100                   |
| COD                                                                                                              | 200                   |
| TSS                                                                                                              | 150                   |
| Minyak & Lemak                                                                                                   | 15                    |
| Fenol                                                                                                            | 1                     |
| Krom Total (Cr)                                                                                                  | 1                     |
| Tembaga (Cu)                                                                                                     | 3                     |
| Seng (Zn)                                                                                                        | 10                    |
| Nikel (Ni)                                                                                                       | 0,5                   |
| pH                                                                                                               | 6,0 - 9,0             |

52. Industri Rayon

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI RAYON<br>Volume Air limbah maksimum = 130 M³ per ton produk serat rayon |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                                                                      | Kadar Maksimum (mg/L) |
| BOD5                                                                                                           | 60                    |
| COD                                                                                                            | 150                   |
| TSS                                                                                                            | 100                   |
| Sulfida (sbg S)                                                                                                | 0,3                   |
| Seng (Zn)                                                                                                      | 5                     |
| pH                                                                                                             | 6,0 - 9,0             |

53. Industri Lem

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI LEM<br>Volume Air limbah maksimum = 0,075 M³ per ton produk Lem |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                                                              | Kadar Maksimum (mg/L) |
| COD                                                                                                    | 200                   |
| TSS                                                                                                    | 200                   |
| Phenol                                                                                                 | 1,0                   |
| Formaldehide                                                                                           | 15                    |
| Ammoniak Total                                                                                         | 5                     |
| Minyak dan Lemak                                                                                       | 10                    |
| pH                                                                                                     | 6,0 - 9,0             |

54. Industri Poly

54. Industri Poly Ethylene Terephthalate (PET)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) |                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Parameter                                                                | Kadar Maksimum (mg/L)           |
| BOD5                                                                     | 75                              |
| COD                                                                      | 150                             |
| TSS                                                                      | 100                             |
| Minyak & Lemak                                                           | 10                              |
| Krom Total (Cr)                                                          | 1                               |
| Tembaga (Cu)                                                             | 3                               |
| Seng (Zn)                                                                | 10                              |
| pH                                                                       | 6,0 - 9,0                       |
| Volume Air limbah maksimum                                               | 2 M <sup>3</sup> per ton produk |

55. Industri Purified Terephthalic Acid (PTA)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PURIFIED TEREPHTHALIC ACID (PTA) |                                   |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Parameter                                                               | Kadar Maksimum (mg/L)             |
| BOD5                                                                    | 150                               |
| COD                                                                     | 300                               |
| TSS                                                                     | 100                               |
| Minyak & Lemak                                                          | 15                                |
| Phenol                                                                  | 1                                 |
| Mangan terlarut (Mn)                                                    | 3                                 |
| Cobalt (Co)                                                             | 1                                 |
| Besi terlarut (Fe)                                                      | 7                                 |
| pH                                                                      | 6,0 - 9,0                         |
| Kuantitas Air Limbah Maksimum                                           | 4,5 M <sup>3</sup> per ton produk |

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO



BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI INDUSTRI

KIMIA ANORGANIK DAN TURUNANNYA

1. Industri Inosine Mono Phospat (IMP)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI INOSINE MONO PHOSPAT (IMP)               |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>1000 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                       | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                | 80                   |
| COD                                                                             | 150                  |
| TSS                                                                             | 60                   |
| NH <sub>3</sub> - N(amonia total)                                               | 5                    |
| pH                                                                              | 6-9                  |

2. Industri Water Glass (Sodium Silikat)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI WATER GLASS<br>(SODIUM SILIKAT)             |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>0, 5 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                       | Kadar Maximum (mg/L) |
| TSS                                                                             | 100                  |
| DS                                                                              | 1500                 |
| pH                                                                              | 6-9                  |

3. Industri Korek Api

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK INDUSTRI KOREK API                             |                      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk 1 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                 | Kadar Maximum (mg/L) |
| Fe                                                                        | 5                    |
| Zn                                                                        | 5                    |
| Mn                                                                        | 0,5                  |
| Cr <sup>+6</sup>                                                          | 0,05                 |
| Cr.Total                                                                  | 0,1                  |
| BOD <sub>5</sub>                                                          | 100                  |
| COD                                                                       | 150                  |
| TSS                                                                       | 100                  |
| (NO <sub>3</sub> -N)                                                      | 10                   |
| pH                                                                        | 6-9                  |

4. Industri Tepung

4. Industri Tepung Silica

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI TEPUNG SILICA                          |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>35 M <sup>3</sup> /ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/L) |
| TSS 200                                                                       |                      |
| TDS                                                                           | 2000 *)<br>2000 **)  |
| pH                                                                            | 6-9                  |

Catatan : \*) Untuk pembuangan ke sungai air tawar  
 \*\*) Maksimum diatas TDS badan air laut penerima

5. Industri Bleaching Earth (Tanah Pemucat)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI BLEACHING EARTH (TANAH PEMUCAT) |                                   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Parameter                                                              | Kadar Maksimum (mg/L)             |
| COD                                                                    | 100                               |
| TSS                                                                    | 50                                |
| TDS                                                                    | 1500                              |
| pH                                                                     | 6,0 - 9,0                         |
| Volume Limbah Maksimum                                                 | 0,5 M <sup>3</sup> per ton produk |

6. Industri Soda Kostik/ Gas Khlor

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI SODA KOSTIK/GAS KHLOR |                                                                                             |                                   |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Parameter                                                    | Kadar Maksimum (mg/L)                                                                       | Beban Pencemaran Maksimum (g/ton) |
| TSS                                                          | 25                                                                                          | 75,0                              |
| Cl <sub>2</sub> tersisa (Khlor)                              | 0,5                                                                                         | 1,5                               |
| Tembaga (Cu)                                                 | 1,0                                                                                         | 3,0                               |
| Timbal (Pb)                                                  | 0,8                                                                                         | 2,4                               |
| Seng (Zn)                                                    | 1,0                                                                                         | 3,0                               |
| Krom Total (Cr)                                              | 0,5                                                                                         | 1,5                               |
| Nikel (Ni)                                                   | 1,2                                                                                         | 3,6                               |
| Raksa (Hg)                                                   | 0,004                                                                                       | 0,01                              |
| pH                                                           | 6,0 - 9,0                                                                                   |                                   |
| Volume Limbah Maksimum                                       | 3 M <sup>3</sup> per ton produk soda kostik atau 3,4 M <sup>3</sup> per ton Cl <sub>2</sub> |                                   |

7. Industri Pelapisan

7. Industri Pelapisan Logam (*Electro Plating*)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PELAPISAN LOGAM |                                                |                                  |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| Parameter                                              | Kadar Maksimum (mg/L)                          | Beban Pencemaran Maksimum (g/m2) |
| TSS                                                    | 20                                             | 6                                |
| Sianida Total (CN) tersisa                             | 0,2                                            | 0,005                            |
| Krom Total (Cr)                                        | 0,5                                            | 0,5                              |
| Krom Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )                    | 0,1                                            | 0,8                              |
| Tembaga (Cu)                                           | 0,6                                            | -                                |
| Seng (Zn)                                              | 1,0                                            | -                                |
| Nikel (Ni)                                             | 1,0                                            | 0,2                              |
| Kadmium (Cd)                                           | 0,05                                           |                                  |
| Timbal (Pb)                                            | 0,1                                            |                                  |
| pH                                                     | 6,0 -9,0                                       |                                  |
| Volume Air limbah maksimum                             | 20 L per m <sup>2</sup> produk pelapisan logam |                                  |

8. Industri Galvanis, Perabot Enamel dan Logam dengan Pembersihan Karat (*Pickling*)

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI GALVANIS, PERABOT ENAMEL DAN LOGAM<br>DENGAN PEMBERSIHAN KARAT (PICKLING)                                                                                                  |                      |                |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|------------------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>20 liter / m <sup>2</sup> produk Galvanis<br>25 liter / m <sup>2</sup> produksi Perabot Enamel<br>20 liter / m <sup>2</sup> produksi Pembersihan Karat (Pickling) |                      |                |                              |
| Parameter                                                                                                                                                                                                         | Kadar Maximum (mg/L) |                |                              |
|                                                                                                                                                                                                                   | Galvanis             | Perabot Enamel | Pembersihan Karat (Pickling) |
| Fe                                                                                                                                                                                                                | 5                    | 5              | 5                            |
| Mn                                                                                                                                                                                                                | 0,5                  | -              | -                            |
| Zn                                                                                                                                                                                                                | 5                    | 5              | 5                            |
| Cr.total                                                                                                                                                                                                          | 0,1                  | 0,1            | 0,1                          |
| Ni                                                                                                                                                                                                                | 0,1                  | 0,1            | 0,1                          |
| Pb                                                                                                                                                                                                                | 0,1                  | 0,1            | 0,1                          |
| Cu                                                                                                                                                                                                                | 1                    | 1              | 1                            |
| Co                                                                                                                                                                                                                | -                    | 0,6            | -                            |
| Cd                                                                                                                                                                                                                | -                    | 0,1            | -                            |
| TSS                                                                                                                                                                                                               | 20                   | 20             | 20                           |
| pH                                                                                                                                                                                                                | 6-9                  |                |                              |

9. Penambangan

9. Penambangan dan Pengolahan Bijih Besi Serta Kegiatan Pendukungnya.

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BIJIH BESI SERTA<br>PENDUKUNGNYA |                  |        |                             |                             |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| No                                                                                  | Paramater        | Satuan | penambangan<br>Bijih besi   | pengolahan<br>Bijih besi    | Kegiatan<br>pendukung       |
|                                                                                     |                  |        | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) | Kadar<br>Maksimum<br>(mg/L) |
| 1                                                                                   | pH               | -      | 6-9                         | 6-9                         | =                           |
| 2                                                                                   | TSS              | mg/L   | 200                         | 50                          | =                           |
| 3                                                                                   | Fe               | mg/L   | 5                           | 5                           | =                           |
| 4                                                                                   | Mn               | mg/L   | 1                           | 1                           | =                           |
| 5                                                                                   | Zn               | mg/L   | 5                           | 5                           | =                           |
| 6                                                                                   | Cu               | mg/L   | 1                           | 1                           | =                           |
| 7                                                                                   | Pb               | mg/L   | 0,1                         | 0,1                         | =                           |
| 8                                                                                   | Ni               | mg/L   | 0,5                         | 0,5                         | =                           |
| 9                                                                                   | Cr (VI)          | mg/L   | 0,1                         | 0,1                         | =                           |
| 10                                                                                  | TOC              | mg/L   | =                           | =                           | 110                         |
| 11                                                                                  | Minyak dan Lemak | mg/L   | =                           | =                           | 15                          |

10. Industri Keramik

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI KERAMIK |                                       |
|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Parameter                                      | Kadar Maximum (mg/L)                  |
| TSS                                            | 100                                   |
| Timbal (Pb)                                    | 1,0                                   |
| Kobalt (Co)                                    | 0,6                                   |
| Krom Total (Cr)                                | 0,1                                   |
| Kadmium (Cd)                                   | 0,1                                   |
| pH                                             | 6,0 - 9,0                             |
| Volume Air Limbah Maksimum                     | 1,5 M <sup>3</sup> per ton bahan baku |

11. Penambangan dan/atau Pengolahan Bijih Emas dan Tembaga.

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK PENAMBANGAN BIJIH EMAS<br>DAN TEMBAGA |        |                |
|------------------------------------------------------------------|--------|----------------|
| Parameter                                                        | Satuan | Kadar Maksimum |
| pH                                                               |        | 6,0- 9,0       |
| TSS                                                              | mg/L   | 200            |
| Cu*                                                              | mg/L   | 2              |
| Cd*                                                              | mg/L   | 0,1            |
| Zn*                                                              | mg/L   | 5              |
| Pb*                                                              | mg/L   | 1              |
| As*                                                              | mg/L   | 0,5            |
| Ni*                                                              | mg/L   | 0,5            |
| Cr*                                                              | mg/L   | 1              |
| Hg*                                                              | mg/L   | 0,005          |

Keterangan : \* = Sebagai konsentrasi ion logam terlarut

12. Peleburan

## 12. Peleburan dan Pengolahan Emas dan Tembaga.

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PELEBURAN DAN PENGOLAHAN EMAS DAN<br>TEMBAGA         |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>3 m <sup>3</sup> /ton produk Katoda Tembaga |                      |
| Parameter                                                                                   | Kadar Maximum (mg/L) |
| TDS                                                                                         | 2000*)/ 2000**)      |
| TSS                                                                                         | 200                  |
| Fe                                                                                          | 10                   |
| Cu                                                                                          | 2                    |
| Zn                                                                                          | 5                    |
| Cd                                                                                          | 0,10                 |
| Hg                                                                                          | 0,005                |
| Pb                                                                                          | 0,50                 |
| As                                                                                          | 0,50                 |
| Ni                                                                                          | 0,50                 |
| F                                                                                           | 15                   |
| Cr Total                                                                                    | 1                    |
| CN (Sianida Bebas)                                                                          | 0,5                  |
| pH                                                                                          | 6-9                  |

Keterangan:

\*) Maksimum diatas badan air tawar penerima

\*\*) Maksimum diatas badan air laut penerima

- Catatan: 1) Apabila prosentase tembaga anoda terhadap tembaga katoda < 30% , maka katoda tembaga sama dengan tembaga sama dengan tembaga katoda.  
Dan apabila sebaliknya (> 30%), maka katoda tembaga sama dengan 0,997 kali tembaga anoda.
- 2) Data produksi adalah data produksi nyata dalam waktu satu bulan (dalam satuan ton per bulan)
- 3) Senua air hujan dari lingkungan industri harus diolah dalam unit pengolahan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

## 13. Industri Baterai Kering

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI BATERAI KERING                                                                                                 |                       |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Volume Limbah Cair Maksimum per satuan produk<br>Alkaline Mangan : 0,15 M <sup>3</sup> /ton Baterai<br>Karbon Seng : 0,20 M <sup>3</sup> /ton Baterai |                       |             |
| Parameter                                                                                                                                             | Kadar Maksimum (mg/L) |             |
|                                                                                                                                                       | Alkaline Mangan       | Karbon Seng |
| COD                                                                                                                                                   | -                     | 15          |
| TSS                                                                                                                                                   | 8                     | 10          |
| NH <sub>3</sub> -N (amonia total)                                                                                                                     | -                     | 1           |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                                      | 2                     | 4           |
| Zn                                                                                                                                                    | 0,2                   | 0,3         |
| Hg                                                                                                                                                    | 0,01                  | 0,001       |
| Cr                                                                                                                                                    | 0,06                  | -           |
| Mn                                                                                                                                                    | 0,3                   | 0,3         |
| Ni                                                                                                                                                    | 0,4                   | -           |
| pH                                                                                                                                                    | 6 - 9                 |             |

## 14. Industri Baterai



14. Industri Baterai Basah

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI ACCUMULATOR (BATERAI BASAH)            |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Volume Limbah Cair Maksimum per satuan Bahan Baku<br>1 M <sup>3</sup> /ton Pb |                       |
| Parameter                                                                     | Kadar Maksimum (mg/L) |
| TSS                                                                           | 6                     |
| COD                                                                           | 30                    |
| Pb                                                                            | 0,14                  |
| Cu                                                                            | 0,60                  |
| Sb                                                                            | 0,20                  |
| Zn                                                                            | 0,40                  |
| Fe                                                                            | 1                     |
| Minyak dan Lemak                                                              | 4                     |
| pH                                                                            | 6 - 9                 |

15. Pertambangan dan Pengolahan Bijih Nikel

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>PERTAMBANGAN DAN PENGOLAHAN BIJIH NIKEL |        |                |            |
|-----------------------------------------------------------------|--------|----------------|------------|
| Parameter                                                       | Satuan | Kadar Maksimum |            |
|                                                                 |        | Penambangan    | Pengolahan |
| pH                                                              |        | 6,0- 9,0       |            |
| TSS                                                             | mg/L   | 200            | 100        |
| Cu*                                                             | mg/L   | 2              | 2          |
| Cd*                                                             | mg/L   | 0,05           | 0,05       |
| Zn*                                                             | mg/L   | 5              | 5          |
| Pb*                                                             | mg/L   | 0,1            | 0,1        |
| Ni*                                                             | mg/L   | 0,5            | 0,5        |
| Cr*                                                             | mg/L   | 0,1            | 0,1        |
| Cr*Total                                                        | mg/L   | 0,5            | 0,5        |
| Fe*                                                             | mg/L   | 5              | 5          |
| Co*                                                             | mg/L   | 0,4            | 0,4        |

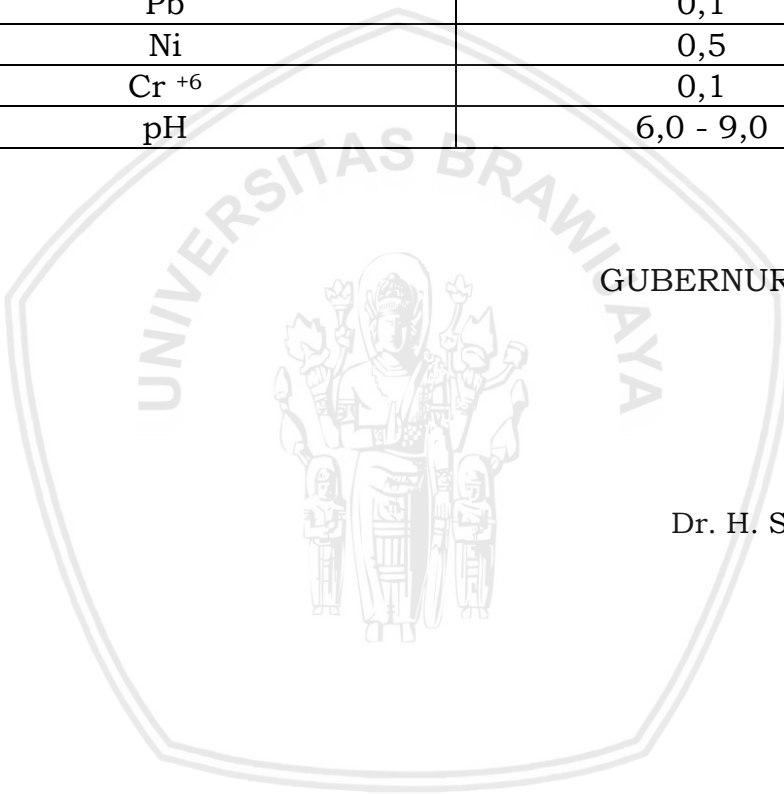
Keterangan :

- \* = Sebagai konsentrasi ion logam terlarut.
- \*\* = Sesuai dengan SNI dan perubahannya

16. Industri Pengolahan

16. Industri Pengolahan Pasir Besi

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN PASIR BESI |                       |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Parameter                                                    | Kadar Maksimum (mg/L) |
| TSS                                                          | 50                    |
| Fe                                                           | 5                     |
| Mn                                                           | 1                     |
| Zn                                                           | 5                     |
| Cu                                                           | 1                     |
| Pb                                                           | 0,1                   |
| Ni                                                           | 0,5                   |
| Cr <sup>+6</sup>                                             | 0,1                   |
| pH                                                           | 6,0 - 9,0             |



GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN III PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR  
 NOMOR : 72 TAHUN 2013  
 TANGGAL : 16 OKTOBER 2013

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI KEGIATAN USAHA LAINNYA

1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Peternakan Sapi, Babi dan Unggas

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK<br>PETERNAKAN SAPI, BABI DAN UNGGAS BEROPERASI<br>SEBELUM APRIL 2009 |                          |                                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|------|
| Parameter                                                                                       | Kadar Maksimum<br>(mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum<br>(g/ekor/hari) |      |
|                                                                                                 |                          | Sapi                                       | Babi |
| BOD5                                                                                            | 150                      | 30                                         | 6    |
| COD                                                                                             | 400                      | 80                                         | 16   |
| TSS                                                                                             | 300                      | 60                                         | 12   |
| pH                                                                                              | 6~9                      |                                            |      |
| Volume Limbah Maksimum                                                                          | Sapi :                   | 200 L/ekor/hari                            |      |
|                                                                                                 | Babi :                   | 40 L/ekor/hari                             |      |
|                                                                                                 | Unggas :                 | 1 L/(ekor/hari)                            |      |

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK<br>PETERNAKAN SAPI, BABI DAN UNGGAS BEROPERASI<br>SETELAH APRIL 2009 |                          |                                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|------|
| Parameter                                                                                       | Kadar Maksimum<br>(mg/L) | Beban Pencemaran Maksimum<br>(g/ekor/hari) |      |
|                                                                                                 |                          | Sapi                                       | Babi |
| BOD5                                                                                            | 100                      | 20                                         | 4    |
| COD                                                                                             | 200                      | 40                                         | 8    |
| TSS                                                                                             | 100                      | 20                                         | 4    |
| Ammonia Total (NH3-N)                                                                           | 25                       | 5                                          | 1    |
| pH                                                                                              | 6~9                      |                                            |      |
| Volume Limbah Maksimum                                                                          | Sapi :                   | 200 L/ekor/hari                            |      |
|                                                                                                 | Babi :                   | 40 L/(ekor/hari)                           |      |
|                                                                                                 | Unggas :                 | 1 L/(ekor/hari)                            |      |

2. Baku

2. Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK RUMAH POTONG HEWAN |                                                       |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Parameter                                        | Kadar Maksimum (mg/L)                                 |
| BOD <sub>5</sub>                                 | 100                                                   |
| COD                                              | 200                                                   |
| TSS                                              | 100                                                   |
| Minyak & Lemak                                   | 15                                                    |
| NH <sub>3</sub> -N                               | 25                                                    |
| pH                                               | 6~9                                                   |
| Volume Limbah Maksimum                           | Sapi, Kerbau & Kuda : 1,5 M <sup>3</sup> /(ekor/hari) |
|                                                  | Kambing & Domba : 0,15 M <sup>3</sup> /(ekor/hari)    |
|                                                  | Babi :0,65 M <sup>3</sup> /(ekor/hari)                |
|                                                  | Unggas : 1,5 L/ (ekor/hari)                           |

3. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Cuci Kendaraan Bermotor

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK PENCUCIAN KENDARAAN BERMOTOR                                                                                                       |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Air Limbah Maximum per satuan produk<br>1,5 M <sup>3</sup> / Kendaraan besar<br>0,5 M <sup>3</sup> / Kendaraan Kecil<br>0,1 M <sup>3</sup> / Sepeda Motor |                      |
| Parameter                                                                                                                                                        | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                                                                                 | 100                  |
| COD                                                                                                                                                              | 250                  |
| TSS                                                                                                                                                              | 100                  |
| Minyak dan Lemak                                                                                                                                                 | 10                   |
| MBAS (Detergent)                                                                                                                                                 | 10                   |
| Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )                                                                                                                  | 10                   |
| pH                                                                                                                                                               | 6-9                  |

Keterangan :

Kendaraan Besar adalah : Jenis Truk, Trailer dsb

Kendaraan Kecil adalah : Jenis Seda, Mini Bus, Pickup, Jeep, Station Wagon dsb

Sepeda Motor adalah : Jenis Sepeda Motor dan Skuter

4. Baku

4. **Baku Mutu Air Limbah Domestik [Permukiman (*Real Estate*), Rumah Makan (Restoran), Perkantoran, Perniagaan, Apartemen, Perhotelan dan Asrama]**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK<br>Volume Limbah Cair Maximum 120 L/(orang.hari) |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                      | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                                               | 30                   |
| COD                                                                            | 50                   |
| TSS                                                                            | 50                   |
| Minyak dan Lemak                                                               | 10                   |
| pH                                                                             | 6-9                  |

5. **Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Obat Tradisional/Jamu.**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK PENGOLAHAN OBAT TRADISIONAL/JAMU |                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                      | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                               | 75                   |
| COD                                                            | 150                  |
| TSS                                                            | 100                  |
| Phenol                                                         | 0,2                  |
| pH                                                             | 6-9                  |
| Volume air limbah maksimum<br>(M <sup>3</sup> /ton bahan baku) | 15                   |

6. **Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Sakit**

| BAKU MUTU LIMBAH CAIR<br>UNTUK KEGIATAN RUMAH SAKIT<br>Volume Limbah Cair Maximum 500 L /(orang.hari) |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                                                                             | Kadar Maximum (mg/l) |
| Suhu                                                                                                  | 30°C                 |
| pH                                                                                                    | 6-9                  |
| BOD <sub>5</sub>                                                                                      | 30                   |
| COD                                                                                                   | 80                   |
| TSS                                                                                                   | 30                   |
| NH <sub>3</sub> -N bebas                                                                              | 0,1                  |
| PO <sub>4</sub>                                                                                       | 2                    |
| MPN-Kuman Golongan Koli/100 mL                                                                        | 10.000               |



7. Kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Uap

| BAKU MUTU AIR LIMBAH DRAINASE DAN AIR PENDINGIN KEGIATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP |                     |                      |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| No.                                                                                    | JENIS AIR LIMBAH    | PARAMETER            | KADAR MAKSIMUM (mg/L) |
| 1.                                                                                     | Air Limbah Drainase | Minyak dan Lemak     | 15                    |
|                                                                                        |                     | Karbon Organik Total | 110                   |
| 2.                                                                                     | Air Pendingin       | Residu Klorin        | 2                     |
|                                                                                        |                     | Karbon Organik Total | Δ5 <sup>(2)</sup>     |
|                                                                                        |                     | Temperatur           | 40 °C                 |

Keterangan : Δ5<sup>(2)</sup> = perbedaan terhadap kualitas air baku awal.

8. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Laundry

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK KEGIATAN LAUNDRY                        |                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Air Limbah Maximum per satuan produk<br>16 liter/ kg cucian |                      |
| Parameter                                                          | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                                   | 100                  |
| COD                                                                | 250                  |
| TSS                                                                | 100                  |
| Minyak dan Lemak                                                   | 10                   |
| MBAS (Detergent)                                                   | 10                   |
| Fosfat (sebagai P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )                    | 10                   |
| pH                                                                 | 6-9                  |

**9. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kelapa**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK KEGIATAN PENGOLAHAN KELAPA                      |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Air Limbah Maximum per satuan produk<br>15 M <sup>3</sup> / ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 75                   |
| COD                                                                           | 150                  |
| TSS                                                                           | 100                  |
| Minyak dan Lemak                                                              | 15                   |
| pH                                                                            | 6-9                  |

Keterangan:  
Usaha dan/atau kegiatan pengolahan kelapa adalah usaha dan/atau kegiatan di bidang pengolahan kelapa untuk dijadikan produk santan, produk tepung, minyak goreng kelapa, dan/atau produk olahan lainnya yang digunakan untuk konsumsi manusia dan pakan.

**10. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Jamur**

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK KEGIATAN PENGOLAHAN JAMUR                       |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Air Limbah Maximum per satuan produk<br>20 M <sup>3</sup> / ton produk |                      |
| Parameter                                                                     | Kadar Maximum (mg/l) |
| BOD <sub>5</sub>                                                              | 75                   |
| COD                                                                           | 150                  |
| TSS                                                                           | 100                  |
| pH                                                                            | 6-9                  |

11. Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Laboratorium Klinik

| BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI KEGIATAN LABORATORIUM KLINIK |                      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|
| Parameter                                              | Kadar Maximum (mg/l) |
| Suhu                                                   | 30 °C                |
| BOD                                                    | 35                   |
| COD                                                    | 85                   |
| TSS                                                    | 35                   |
| NH3 bebas                                              | 0,1                  |
| PO4                                                    | 2                    |
| Minyak dan Lemak                                       | 5                    |
| Detergen                                               | 5                    |
| Phenol                                                 | 0,50                 |
| Chlor bebas                                            | 0,5                  |
| pH                                                     | 6,0 - 9,0            |
| MPN-Kuman Golongan Koli Tinja / 100 mL                 | 4.000                |

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN IV PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR  
 NOMOR : 72 TAHUN 2013  
 TANGGAL : 16 OKTOBER 2013

**BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI KAWASAN INDUSTRI**

| No  | Parameter                          | Satuan                                       | Kadar Maksimum |
|-----|------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| 1.  | pH                                 | mg/L                                         | 6,0 - 9,0      |
| 2.  | TSS                                | mg/L                                         | 150            |
| 3.  | BOD <sub>5</sub>                   | mg/L                                         | 50             |
| 4.  | COD                                | mg/L                                         | 100            |
| 5.  | Sulfida (H <sub>2</sub> S)         | mg/L                                         | 1              |
| 6.  | Amoniak Bebas (NH <sub>3</sub> -N) | mg/L                                         | 20             |
| 7.  | Phenol                             | mg/L                                         | 1              |
| 8.  | Minyak dan lemak                   | mg/L                                         | 15             |
| 9.  | Detergen an ionic (MBAS)           | mg/L                                         | 10             |
| 10. | Cadmium (Cd)                       | mg/L                                         | 0,1            |
| 11. | Krom Heksavalen(Cr6+)              | mg/L                                         | 0,5            |
| 12. | Krom Total (Cr)                    | mg/L                                         | 1              |
| 13. | Tembaga (Cu )                      | mg/L                                         | 2              |
| 14. | Timbal (Pb)                        | mg/L                                         | 1              |
| 15. | Nikel (Ni)                         | mg/L                                         | 0,5            |
| 16. | Seng (Zn)                          | mg/L                                         | 10             |
| 17. | Volume Air limbah maksimum         | 0,8 L perdetik per Ha Lahan Kawasan Terpakai |                |

Catatan :

- \*) Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengeceran dengan air secara langsung diambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.
- \*\*) Analisa kualitas air limbah bagi industri tertentu disesuaikan dengan parameter yang relevan dengan kegiatan industrinya.

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN V

LAMPIRAN V PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR

NOMOR : 72 TAHUN 2013

TANGGAL : 16 OKTOBER 2013

BAKU MUTU BAGI KEGIATAN INDUSTRI LAIN

| No    | PARAMETER                         | SATUAN | GOLONGAN BAKU<br>MUTU AIR LIMBAH |       |
|-------|-----------------------------------|--------|----------------------------------|-------|
| FISIK |                                   |        | I                                | II    |
| 1     | Temperatur                        | der.C  | 38                               | 40    |
| 2     | Zat padat larut (TDS)             | mg/L   | 2000*                            | 4000  |
| 3     | Zat padar tersuspensi             | mg/L   | 200                              | 400   |
| KIMIA |                                   |        |                                  |       |
| 1     | pH                                |        | 6,0 sampai 9,0                   |       |
| 2     | Besi terlarut (Fe)                | mg/L   | 5                                | 10    |
| 3     | Mangan terlarut (Mn)              | mg/L   | 2                                | 5     |
| 4     | Barium (Ba)                       | mg/L   | 2                                | 3     |
| 5     | Tembaga (Cu)                      | mg/L   | 2                                | 3     |
| 6     | Seng (Zn)                         | mg/L   | 5                                | 10    |
| 7     | Krom Heksavalen(Cr+6)             | mg/L   | 0,1                              | 0,5   |
| 8     | Krom Total (Cr)                   | mg/L   | 0,5                              | 1     |
| 9     | Cadmium (Cd)                      | mg/L   | 0,05                             | 0,1   |
| 10    | Raksa (Hg)                        | mg/L   | 0,002                            | 0,005 |
| 11    | Timbal (Pb)                       | mg/L   | 0,1                              | 1     |
| 12    | Stanum(St)                        | mg/L   | 2                                | 3     |
| 13    | Arsen (Ar)                        | mg/L   | 0,1                              | 0,5   |
| 14    | Selenium (Si)                     | mg/L   | 0,05                             | 0,5   |
| 15    | Nikel (Ni)                        | mg/L   | 0,2                              | 0,5   |
| 16    | Kobalt (Co)                       | mg/L   | 0,4                              | 0,6   |
| 17    | Slanida (CN)                      | mg/L   | 0,05                             | 0,5   |
| 18    | Sulfida (H <sub>2</sub> S)        | mg/L   | 0,05                             | 0,1   |
| 19    | Fluorida (F)                      | mg/L   | 2                                | 3     |
| 20    | Klorin bebas (Cl <sub>2</sub> )   | mg/L   | 1                                | 2     |
| 21    | Amonia bebas (NH <sub>3</sub> -N) | mg/L   | 1                                | 5     |
| 22    | Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)       | mg/L   | 20                               | 30    |
| 23    | Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)       | mg/L   | 1                                | 3     |
| 24    | BOD <sub>5</sub>                  | mg/L   | 50                               | 150   |
| 25    | COD                               | mg/L   | 100                              | 300   |
| 26    | Senyawa aktif biru metilen        | mg/L   | 5                                | 10    |
| 27    | Fenol                             | mg/L   | 0,5                              | 1     |
| 28    | Minyak Nabati                     | mg/L   | 5                                | 10    |
| 29    | Minyak Mineral                    | mg/L   | 10                               | 50    |
| 30    | Radioaktivitas **)                | mg/L   | -                                | REF   |

Keterangan



Keterangan:

- Golongan I : Syarat bagi air limbah yang dibuang ke badan air penerima kelas I, II, III, dan Air Laut.
- Golongan II : Syarat bagi air limbah yang dibuang ke badan air penerima kelas IV.

\*) Maksimum diatas kandungan TDS Badan Air Laut Penerima:

- a. Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengeceran dengan air secara langsung diambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.
- b. Sesuai Peraturan yang berlaku.
- c. Parameter yang diukur untuk industri tertentu disesuaikan dengan bahan baku, proses dan jenis industrinya.

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

## PERHITUNGAN VOLUME DAN BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM

Perhitungan Volume Air Limbah Maksimum dan beban Pencemaran Maksimum untuk menentukan Mutu Air Limbah:

1. Penetapan Baku Mutu Air Limbah pada pembuangan air limbah melalui penetapan Volume Air Limbah Maksimum, sebagai mana tercantum dalam Lampiran I untuk masing-masing jenis industri didasarkan pada tingkat produksi bulanan yang sebenarnya . Untuk itu digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$Vm = \frac{DM}{Pb}$$

Keterangan:

- Vm = Volume Air Limbah maksimum sebagaimana tercantum dalam ketentuan pada Lampiran I yang sesuai dengan industri yang bersangkutan , dinyatakan dalam m<sup>3</sup> Air Limbah persatuan produk
- DM = Debit Air Limbah maksimum yang dibolehkan bagi industri yang bersangkutan , dinyatakan dalam m<sup>3</sup>/bulan.
- Pb = Produksi sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk per bulan yang sesuai dengan yang tercantum pada Lampiran I untuk industri yang bersangkutan

2. Debit Air Limbah yang sebenarnya dihitung dengan cara berikut:

$$DA = Dp \times H$$

Keterangan:

- DA = Debit air limbah yang sebenarnya , dinyatakan dalam m<sup>3</sup>/bulan
- Dp = Hasil Pengukuran debit Air Limbah dinyatakan dalam m<sup>3</sup>/hari
- H = Jumlah hari kerja pada bulan yang bersangkutan

3. Beban pencemaran sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$BPA = (CA)_j \times Va \times f$$

Keterangan:

- BPA = Beban Pencemaran sebenarnya dinyatakan dalam kg parameter per satuan produk
- (CA)<sub>j</sub> = Kadar sebenarnya unsur pencemar j dinyatakan dalam g/m<sup>3</sup>
- Va = Volume Air Limbah sebenarnya tercantum dalam Lampiran I yang sesuai dengan jenis industri yang bersangkutan, dinyatakan dalam M<sup>3</sup> persatuan produk.
- f = Faktor Konversi = 1/1000

## 4. Beban

4. Beban pencemaran maksimum industri terpadu (misal 2 (dua) jenis industri yang terletak pada satu lokasi) dan instalasi pengolahan limbahnya dijadikan satu dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$BPM_T = (Vm_1 \times (CM)J_1) + (Vm_2 \times (CM)J_2)$$

Keterangan:

- $BPM_T$  = Beban pencemaran sebenarnya dinyatakan dalam kg parameter per hari
- $Vm_1$  = Volume maksimum Air Limbah industri 1 sesuai kapasitas produksi sebenarnya dinyatakan dalam  $m^3$  per hari
- $Vm_2$  = Volume maksimum Air Limbah industri 2 sesuai kapasitas produksi sebenarnya dinyatakan dalam  $m^3$  per hari
- $(CM)J_1$  = Kadar maksimum unsur pencemar J industri 1 dinyatakan dalam  $kg/m^3$
- $(CM)J_2$  = Kadar maksimum unsure pencemar J industri 2 dinyatakan dalam  $kg/m^3$

Contoh perhitungan besaran pada setiap parameter dimaksud sebagai beriku: industry yang menghasilkan produk kecap dan saos.

Produksi kecap : 10 ton kedelai/hari

Produksi saos : 6 ton/hari

Diketahui:

Baku mutu industry kecap

| Parameter                                        | Kadar maksimum (mg/L) |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| BOD5                                             | 150                   |
| COD                                              | 300                   |
| TSS                                              | 100                   |
| pH                                               | 6,0 – 9,0             |
| Volume Air Limbah Maksimum ( $M^3$ /ton kedelai) | 10                    |

Baku mutu air limbah industry saos

| BAKU MUTU AIR LIMBAH<br>UNTUK INDUSTRI SAOS                          |                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Volume Limbah Cair Maximum per satuan produk<br>6 $M^3$ / ton produk |                      |
| Parameter                                                            | Kadar Maximum (mg/L) |
| BOD <sub>5</sub>                                                     | 100                  |
| COD                                                                  | 250                  |
| TSS                                                                  | 100                  |
| pH                                                                   | 6-9                  |

a. Perhitungan

a. Perhitungan parameter BOD<sub>5</sub>:

Industri kecap:

Beban BOD<sub>5</sub>

$$= \frac{150 \text{ mg/l} \times 10 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}}{1000}$$

$$= 15 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 10 \text{ m}^3/\text{ton kedelai} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}$$

$$= 100 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Industri saos:

Beban BOD<sub>5</sub>

$$= \frac{100 \text{ mg/l} \times 6 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}}{1000}$$

$$= 3,6 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 6 \text{ m}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Beban BOD}_5 \text{ campuran} = 15 \text{ kg/ton} + 3,6 \text{ kg/ton} = 18,6 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit campuran maksimum} = 100 \text{ m}^3/\text{hari} + 36 \text{ m}^3/\text{hari} = 136 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kadar BOD}_5 \text{ maksimum} = \frac{\text{beban BOD}_5 \text{ campuran maksimum}}{\text{Debit campuran maksimum}}$$

$$= \frac{18,6 \text{ kg/hari}}{136 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,138 \text{ kg/m}^3$$

$$= 138 \text{ mg/l}$$

b. Perhitungan parameter COD:

Industri kecap:

Beban COD

$$= \frac{300 \text{ mg/l} \times 10 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}}{1000}$$

$$= 30 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 10 \text{ m}^3/\text{ton kedelai} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}$$

$$= 100 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Industri saos:

Beban COD

$$= \frac{250 \text{ mg/l} \times 6 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}}{1000}$$

$$= 9 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 6 \text{ m}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Beban COD campuran} = 30 \text{ kg/ton} + 9 \text{ kg/ton} = 39 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit campuran maksimum} = 100 \text{ m}^3/\text{hari} + 36 \text{ m}^3/\text{hari} = 136 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kadar COD maksimum} = \frac{\text{beban COD campuran maksimum}}{\text{Debit campuran maksimum}}$$

$$= \frac{39 \text{ kg/hari}}{136 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,287 \text{ kg/m}^3$$

$$= 287 \text{ mg/l}$$

c. Perhitungan

c. Perhitungan parameter TSS:

Industri kecap:

Beban TSS

$$= \frac{100 \text{ mg/l} \times 10 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}}{1000}$$

$$= 10 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 10 \text{ m}^3/\text{ton kedelai} \times 10 \text{ ton kedelai/hari}$$

$$= 100 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Industri saos:

Beban TSS

$$= \frac{100 \text{ mg/l} \times 6 \text{ M}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}}{1000}$$

$$= 3,6 \text{ kg/hari}$$

Debit maks

$$= 6 \text{ m}^3/\text{ton produk} \times 6 \text{ ton produk/hari}$$

$$= 36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Beban TSS campuran} = 10 \text{ kg/ton} + 3,6 \text{ kg/ton} = 13,6 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Debit campuran maksimum} = 100 \text{ m}^3/\text{hari} + 36 \text{ m}^3/\text{hari} = 136 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kadar BOD}_5 \text{ maksimum} = \frac{\text{beban BOD}_5 \text{ campuran maksimum}}{\text{Debit campuran maksimum}}$$

$$= \frac{13,6 \text{ kg/hari}}{136 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 0,1 \text{ kg/m}^3$$

$$= 100 \text{ mg/l}$$

Dari perhitungan tersebut Baku Mutu Air Limbah Indusri Campuran Kecap dan saos dapat ditentukan sebagai berikut:

| Parameter                  | Kadar maksimum (mg/L) |
|----------------------------|-----------------------|
| BOD5                       | 138                   |
| COD                        | 287                   |
| TSS                        | 100                   |
| pH                         | 6,0 - 9,0             |
| Volume Air Limbah Maksimum | 13,6                  |

5. Beban pencemaran maksimum perhari dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{BPM}_1 = \text{BPM} \times \text{Pb} / \text{H}$$

Keterangan:

BPM1 = Beban Pencemaran Maksimum per hari yang dibolehkan bagi industri yang bersangkutan dinyatakan dalam kg parameter hari.

BPM = Kg Parameter pencemar persatuan produk.

Pb



Pb = Produk sebenarnya dalam sebulan, dinyatakan dalam satuan produk yang sesuai dengan yang tercantum dalam Lampiran I, II, III, IV dan V untuk Industri yang bersangkutan.

H = Jumlah hari produksi per bulan.

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{BPM1} &= (\text{kg BOD/m}^3 \text{ produk}) \times \text{m}^3 \text{ prod/bulan} / (\text{hari/bulan}) \\ &= \text{kg BOD/ hari}\end{aligned}$$

6. Beban pencemaran maksimum yang sebenarnya dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{BPA}_j = (\text{CA})_j \times \text{Dp} \times f$$

Keterangan:

- $\text{BPA}_j$  = Beban Pencemaran perhari sebenarnya dinyatakan dalam kg parameter per hari  
 $(\text{CA})_j$  = Kadar sebenarnya unsur pencemar j dinyatakan dalam  $\text{g/m}^3$   
 $\text{Dp}$  = Hasil pengukuran debit Air Limbah, dinyatakan dalam  $\text{m}^3$  /hari  
 $f$  = Faktor Konversi =  $1 / 1000$

Dengan demikian penilaian beban pencemaran adalah:

BPA tidak boleh lebih dari BPM  
 $\text{BPA}_j$  tidak boleh lebih dari  $\text{BPM}_i$

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

# STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) DAN ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Miftakhul Rahmah<sup>1</sup>, Moh Sholichin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia  
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

<sup>1</sup>Email: rahmahmifta96@gmail.com

**ABSTRAK:** Meningkatnya industri tahu di Indonesia memberikan sumbangan terbesar masuknya limbah ke dalam lingkungan. Salah satu cara meminimalisir terjadinya pencemaran yaitu dengan cara pengolahan limbah dengan memanfaatkan tanaman. Dalam penelitian ini menggunakan penyaringan sederhana dengan 4 buah pipa PVC yang berisi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam mengurangi kandungan BOD, COD, TSS, pH pada limbah cair industri tahu. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata efisiensi untuk BOD, COD, TSS, pH sebesar 50,31%, 50%, 54,50%, 13,10% untuk melati air 1 dengan jumlah 26 tanaman pada pipa 1, sebesar 71,62%, 40,70%, 53,48%, 12,87% untuk melati air 2 dengan jumlah 13 tanaman pada pipa 2, 69,44%, 37,50%, 40,94%, 14,91% untuk kayu apu 1 dengan jumlah 26 tanaman pada pipa 3. Sebesar 28,07%, 53,76%, 51,50%, 18,76% untuk kayu apu 2 dengan jumlah 13 tanaman pada pipa 4, sebesar 77,5%, 33,80%, 66,54%, 16,95% untuk filter. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tanaman kayu apu dan melati air dapat menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, dan pH.

**Kata Kunci:** limbah cair industri tahu, melati air, kayu apu

**ABSTRACT:** The increase of tofu industry in Indonesia contributes big wastes into the environment. One of the way to minimize the occurrence of pollution is by processing waste by utilizing plants. In this study using simple screening with 4 PVC pipes containing plants. This study aims to determine the effectiveness of Apu Apu (*Pistia stratiotes*) and Water Jasmine plant (*Echinodorus palaefolius*) in reducing the content of BOD, COD, TSS, pH in the tofu industry's liquid waste. From the results of the study, it was found that the average efficiency for BOD, COD, TSS, pH was 50.31%, 50%, 54.50%, 13.10% for water jasmine plant number 1 water with 26 plants in pipe 1, 71.62%, 40.70%, 53.48%, 12.87% for water jasmine plant number 2 with 13 plants in pipe 2, 69.44%, 37.50%, 40.94%, 14.91% for Apu Apu number 1 with 26 plants in pipe 3. 28.07%, 53.76%, 51.50%, 18.76% for Apu Apu number 2 with 13 plants in pipe 4, 77.5%, 33.80%, 66.54%, 16.95% for filter. From the results of the study it can be concluded that apu Apu and water jasmine plant can reduce the content of BOD, COD, TSS, and pH.

**Keywords:** tofu industry's liquid waste, water jasmine plant, apu-apu

## PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya jaman dan teknologi serta meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, maka sejalan dengan meningkatnya beban pencemaran air permukaan maupun air tanah. Selain itu, dengan berkembangnya teknologi banyak sekali industri yang sangat berkembang. Hal ini ditunjukkan oleh berkembangnya berbagai jenis industri yang mengolah bahan baku dari hasil pertanian. Industri tahu merupakan salah satu bukti nyata dari pembangunan industri nasional di Indonesia.

Meningkatnya industri tahu di Indonesia memberikan sumbangan terbesar masuknya limbah ke dalam lingkungan. Dari berbagai hasil penelitian, konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*) di dalam Air limbah industri tahu cukup tinggi yaitu berkisar antara 7.000-10.000 ppm, serta mempunyai keasaman yang rendah yakni Ph 4-5 (Said dan Wahjono, 1999). Air buangan industri tahu rata-rata mengandung BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS, dan minyak/ lemak berturut-turut sebesar 35000, 7300 mg/l, 500 mg/l, dan 280 mg/l (Romli dan Suprihatin, 2009). Suhu air limbah tahu berkisar 37-45°C, kekeruhan 535-585 FTU, warna 2.225-2.250 Pt.Co, amonia 23,3-23,5 mg/L, BOD<sub>5</sub> 6.000-8.000 mg/L, dan COD 7.500-14.000 mg/L (Herlambang, 2002:p.156).

Jika dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Keputusan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk BOD, COD, TSS, dan pH berturut-turut adalah 150 mg/l, 300 mg/l, 100 mg/l, dan 6- 9.

Limbah cair tahu merupakan limbah organik yang mengandung senyawa anorganik dan dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu, kandungan BOD, COD, TSS, serta pH pada cair tahu harus diminimalisir. Sehingga dapat

menekan terjadinya pencemaran. Salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya pencemaran yaitu dengan pengolahan limbah secara biologi. Cara pengolahan limbah secara biologi dianggap lebih efektif untuk menghilangkan bahan pencemar. Dari segi biaya pengolahan limbah secara biologi lebih murah karena memanfaatkan sumberdaya (agen biologi) yang terdapat di alam. Salah satu agen biologi yang dapat dimanfaatkan yaitu tumbuhan.

Menurut Widjaja (2004), tumbuhan air merupakan kumpulan dari berbagai golongan tumbuhan sebagian kecil terdiri dari lumut dan paku-pakuan sebagian terdiri dari *spermatophyta* atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh daur hidupnya berada di air.

Tanaman kayu apu merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk menurunkan pencemaran air limbah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Tanaman kayu apu memiliki keunggulan seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, mudah ditemukan dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim. Sedangkan Tanaman melati air mempunyai kemampuan cukup baik dalam menyerap dan mengurai polutan serta dapat menurunkan kandungan polutan. Melati air mampu menghisap oksigen dari udara melalui batang, daun, dan akar yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran. Hal ini dikarenakan jenis tanaman ini mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Oksigen ini akan digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada.

Tanaman kayu apu mampu menyisihan parameter COD dengan prosentase penyisihan 97,96%, menyisihkan parameter BOD dengan prosentase penyisihan 95,91%, menyisihan parameter warna dengan prosentase penyisihan 95,60% (Widya, *et al*). Sedangkan tanaman melati air dapat

dipergunakan untuk menurunkan kadar fosfat sebesar 172,1748 ppm, menurunkan nilai COD sebesar 446,890 mg/L, menurunkan nilai BOD sebesar 38,748 mg/L, dan menurunkan pH sebesar 0,18 satuan dari limbah cair *laundry* (Padmaningrum, *et al* : 2014). Oleh karena itu, hal inilah yang mendasari peneliti untuk menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) dan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai tanaman yang mampu meningkatkan kualitas limbah cair tahu.

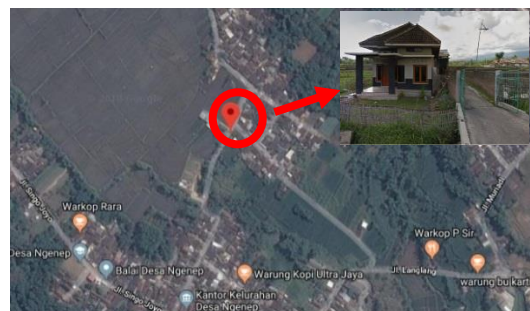
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam mengurangi kandungan BOD, pCOD, TSS, pH pada limbah cair pabrik tahu. Sedangkan manfaat dari penelitian ini sebagai rekomendasi salah satu alternatif pengolahan air limbah industri dengan teknologi tepat guna yang ekonomis dan mudah.

## METODE PENELITIAN

### Deskripsi Daerah Studi

Desa Ngenep merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Secara geografis Desa ngenep terletak pada posoisi 7°21'- 7°31' Lintang Selatan dan 110°10'-111°40' Bujur Timur. Desa Ngenep terletak di wilayah Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dengan posisi dibatasi oleh wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Desa Lang-lang Kecamatan Singosari Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Desa Ngijo dan Desa Bocek Kecamatan Karangploso
- Sebelah Selatan : Desa Ngijo dan Desa Kepuharjo Kecamatan Karangploso
- Sebelah Timur : Desa Kepuharjo Kecamatan Karangploso



Gambar 1. Lokasi Pabrik Tahu Dengan Tampilan Maps

Lokasi pabrik tahu berada di tepatnya Jalan Singo Joyo Desa Ngenep Utara RT.01 RW.03 Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Sedangkan untuk lokasi penelitian berada di Jalan Saxofone Kelurahan Tunggul Wulung Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.



Gambar 2. Denah Lokasi Pabrik Alat Dan Media Penelitian

Alat yang digunakan pada peneitian ini adalah sebagai berikut:

- 2 Tandon air berukuran sedang (100 literss)
- Pipa 4 inch 4 buah
- Pipa PVC  $\frac{1}{2}$ " 2-3 m
- Kran Plastik  $\frac{1}{2}$ " 8 buah
- Stop Kran plastic  $\frac{1}{2}$ " 1 buah

Media penelitian yang digunakan adalah tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan Melati air (*Echinodorus palaefolius*). Selain tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dan Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) juga terdapat media filter yang berfungsi sebagai penyaring partikel kasar yang di letakkan di tandon dengan susunan 10 cm kerikil, 10 cm zeolit yang berdiameter 2-3 mm, dan 5 cm ijuk.

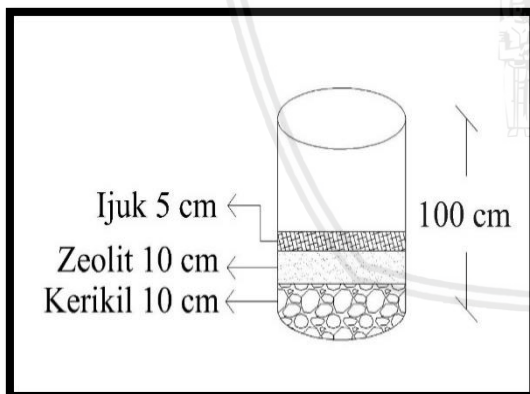




Gambar 3. Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*)



Gambar 4. Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*)



Gambar 5. Bak Penyaringan Awal

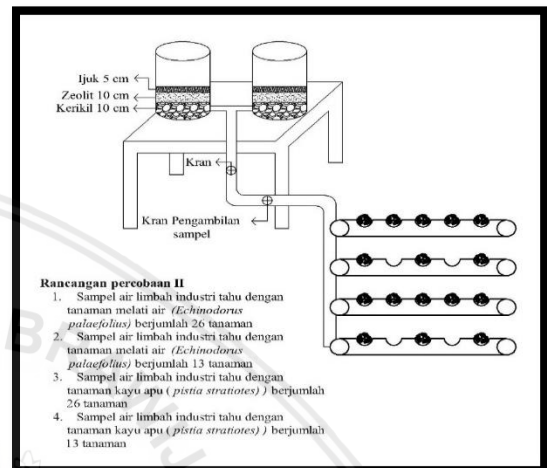
#### Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman Melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan jumlah tanaman 26 pada pipa 1.
- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman Melati air (*Echinodorus*

*palaefolius*) dengan jumlah tanaman 13. pada pipa 2 .

- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dengan jumlah tanaman 26 pada pipa 3.
- Sampel air limbah industri tahu dengan tanaman tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dengan jumlah tanaman 13 pada pipa 4.



Gambar 6. Rancangan Percobaan

#### Pelaksanaan Percobaan

Metode instalasi pada penelitian ini yaitu Pipa 4 inch diisi air limbah dengan cara kran dibuka seperempat dengan debit yang dihasilkan yaitu 0,00063 l/detik secara terus menerus. Kemudian dibiarkan dalam lima hari dan di setiap pipa diberi tanaman yang berbeda serta diberi label untuk memudahkan pencatatan data. Sedangkan Pengujian sampel dilakukan pada hari ke 1, 2, dan ke 5. Setiap pengujian dilakukan pengambilan uji sampel sebanyak 2 kali.

#### Pengambilan Sampel Air Limbah Di Pabrik Tahu

Pengambilan air limbah di lokasi dilakukan dengan menggunakan pompa lalu di tamping pada bak-bak container, sehingga volume limbah yang didapat sesuai dengan tampungan tandon. Lalu diangkut menggunakan mobil pick-up dan air limbah segera dipindahkan ke tandon. Pada hari pengambilan air limbah, dilakukan juga pengujian Sampel awal dengan parameter BOD, COD, TSS, pH.



## Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi (proses adaptasi) tanaman dilakukan selama 4 hari. Aklimatisasi tanaman dilakukan bertujuan untuk adaptasi tanaman terhadap lingkungan barunya. Aklimatisasi tanaman ini dilakukan ditempat percobaan dimana 1 hari pertama dengan menggunakan air PDAM kemudian pada hari berikutnya dialirkan limbah tahu secara terus menerus dengan debit 0,00063 l/detik selama 4 hari.



Gambar 7. Kondisi Pembuangan Limbah Cair Industri

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Eksisting Pada Pembuangan Limbah Cair Pabrik Tahu

Setiap proses pembuatan tahu yang dimulai dari pencucian kedelai hingga pengepresan menghasilkan limbah yang cukup besar. Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu mengalir ke dalam tampungan yang terdapat di dalam pabrik tahu. Kolam penampungan berjumlah 3 dengan masing-masing memiliki ukuran 1,5 meter x 1,5 meter x 1,5 meter. Kolam tersebut di tempatkan dibawah tanah yang terdapat di samping pabrik tahu. Kolam penampungan tersebut berfungsi sebagai kolam pengendapan.

Dari kolam tersebut akan mengalirkan limbah secara langsung ke sungai. Jika limbah tersebut tidak diolah dengan baik maka akan menyebabkan pencemaran sungai.

Dari kondisi diatas dapat dilihat bahwa air berwarna putih ke abuan, hal ini dikarenakan pembuangan limbah tahu yang tidak diolah dengan maksimal. selain pembuangan limbah tahu juga terdapat limbah dari sisa rumah tangga yang dibuang secara langsung tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dapat menyebabkan punahnya ikan dan biota lain yang ada di dalam lingkungan perairan dan dapat menyebabkan keseimbangan lingkungan akan terganggu.

Pengujian karakteristik awal dari limbah cair dilakukan untuk mengetahui nilai kadar awal sebelum dilakukan pengolahan limbah. Adapun 4 parameter yang dilakukan pengujian di Laboratorium Tanah dan Air Tanah yaitu BOD, COD, TSS, dan pH. Hasil uji laboratoium sampel awal limbah tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Sampel Awal Limbah Tahu

| No | Parameter Uji | Satuan | Nilai | Standar Baku Mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 |
|----|---------------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------|
| 1  | BOD           | mg/L   | 660   | 150                                                                 |
| 2  | COD           | mg/L   | 1950  | 300                                                                 |
| 3  | TSS           | mg/L   | 883   | 100                                                                 |
| 4  | pH            | -      | 3,91  | 6,0- 9,0                                                            |

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kondisi limbah tahu tersebut

melebihi baku mutu oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu

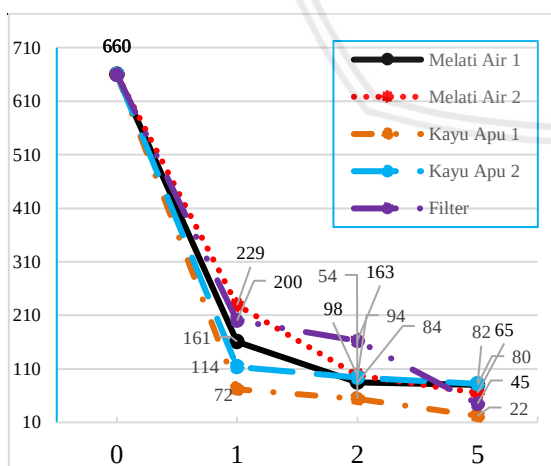
sebelum di buang ke sungai agar tidak merusak biota dan tidak mengganggu keseimbangan lingkungan.

### Hasil pengukuran Parameter Kualitas Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Lama Waktu Pengamatan BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD merupakan parameter yang digunakan untuk menilai jumlah zat organik yang terlarut serta menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik secara biologis di dalam limbah cair.

Tabel 2. Hasil Pengukuran BOD Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | BOD Awal | Tabel Hasil Pengukuran BOD |     |    | Baku Mutu |
|--------------|----------|----------------------------|-----|----|-----------|
|              |          | Nilai Pada                 |     |    |           |
|              |          | pengambilan Ke-            |     |    |           |
|              |          | 1                          | 2   | 5  |           |
| Melati Air 1 | 660      | 161                        | 84  | 80 | 150       |
| Melati Air 2 | 660      | 229                        | 98  | 65 | 150       |
| Kayu Apu 1   | 660      | 72                         | 54  | 22 | 150       |
| Kayu Apu 2   | 660      | 114                        | 94  | 82 | 150       |
| Filter       | 660      | 200                        | 163 | 45 | 150       |



Gambar 8. Grafik Hubungan BOD Dengan Waktu (Hari)

Pada grafik diatas dapat dilihat pada melati air 1 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 80 mg/L, Pada melati air 2 kandungan BOD dari

660 mg/L turun hingga mencapai 65 mg/L, Pada Kayu Apu 1 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 22 mg/L, Pada Kayu Apu 2 kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 82 mg/L, Pada filter kandungan BOD dari 660 mg/L turun hingga mencapai 45 mg/L.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan BOD disebabkan oleh berkurangnya kandungan bahan organik maupun anorganik pada limbah cair. Semakin rendah kandungan bahan organik maka kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk mendegradasi atau mengikat bahan organik maupun anorganik juga semakin kecil.

Jenis tanaman air memiliki ruang antar sel atau lubang saluran udara sebagai alat transpotasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Aktivitas mikroorganisme dan tanaman dalam menyediakan oksigen terjadi melalui proses fotosintesis. Akar tumbuhan akuatik di bawah permukaan air akan mengeluarkan oksigen dan membentuk zona rizosfer yang kaya oksigen. Oksigen tersebut dialirkan ke akar melalui batang secara difusi pada pori-pori daun.

Pelepasan oksigen oleh akar tanaman air dapat menyebabkan air dan tanah disekitar rambut akar memiliki oksigen terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan air dan tanah yang tidak ditumbuhi tanaman air, sehingga memungkinkan organisme pengurai seperti bakteri aerob dapat hidup dalam lingkungan lahan basah yang berkontidisi anaerob.

Namun kemungkinan besar proses filtrasi oleh media kerikil, zeolit serta ijuk berpengaruh lebih besar terhadap penyisihan materi organik yang terkandung di dalam limbah cair tahu dibandingkan dengan fungsi tanaman itu sendiri. Selain itu kemungkinan lain yaitu karena faktor umur tanaman yang digunakan masih muda, sehingga dapat berkontribusi terhadap penyisihan BOD secara optimal.

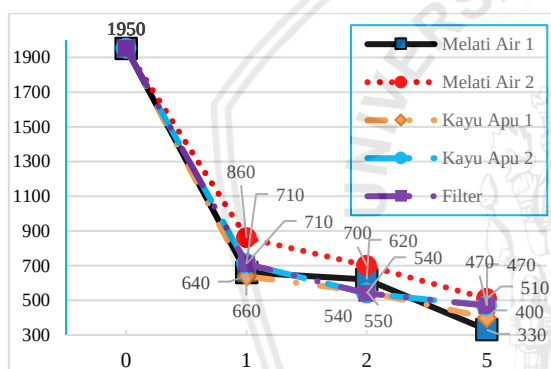
### COD (Chemical Oxygen Demand)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator (misal kalium dikromat) untuk mengoksidasi seluruh material baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air.

Angka yang ditunjukkan pada COD merupakan parameter pencemaran air oleh zat organik yang dapat dioksidasi dan diproses secara biologis yang dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Tabel 3. Hasil Pengukuran COD Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | COD Awal | Tabel Hasil Pengukuran COD |     |     | Baku Mutu |
|--------------|----------|----------------------------|-----|-----|-----------|
|              |          | Nilai Pada pengambilan Ke- |     |     |           |
|              |          | 1                          | 2   | 5   |           |
| Melati Air 1 | 1950     | 660                        | 620 | 330 | 300       |
| Melati Air 2 | 1950     | 860                        | 700 | 510 | 300       |
| Kayu Apu 1   | 1950     | 640                        | 550 | 400 | 300       |
| Kayu Apu 2   | 1950     | 930                        | 640 | 430 | 300       |
| Filter       | 1950     | 710                        | 540 | 470 | 300       |



Gambar 9. Grafik Hubungan COD Dengan Waktu (Hari)

Pada grafik diatas dapat dilihat pada melati air 1 kandungan COD dari 1950 mg/L turun hingga mencapai 330 mg/L, Pada melati air 2 kandungan COD dari 1950 mg/L turun hingga mencapai 510 mg/L, Pada Kayu Apu 1 kandungan COD dari 1950 mg/L turun hingga mencapai 400 mg/L, Pada Kayu Apu 2 kandungan COD dari 1950 mg/L turun hingga mencapai 430 mg/L, Pada filter kandungan COD dari 1950 turun hingga mencapai 470 mg/L

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penurunan COD disebabkan suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif. Waktu kontak yang lebih lama antara air limbah dengan

beberapa perlakuan dapat memberikan kesempatan bagi organisme anaerob untuk melakukan degradasi.

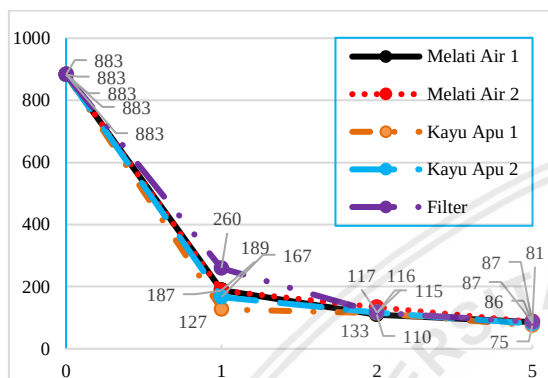
Mikroorganisme berperan penting dalam menghilangkan bahan organik yang proses penguraiannya membutuhkan oksigen. Akar tanaman yang semakin lama semakin banyak karena pertumbuhannya akan meningkatkan suplai oksigen ke dalam reaktor, memperluas zone rizhosfer dan mampu memperluas area permukaan lekat mikroorganisme yang berperan dalam penguraian padatan.

### TSS (Total Suspended Solid)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan salah satu parameter limbah cair industri tahu apabila berjumlah banyak dapat menyebabkan pencemaran, yaitu air berwarna keruh sehingga sinar matahari sulit untuk menembus ke dalam air. Air limbah mengandung berbagai macam material, padatan yang mengendap atau tidak terlarut dan material yang tercampur atau tersuspensi. Padatan total tersuspensi merupakan padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan air. Padatan total tersuspensi terdiri dari terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen.

Tabel 4. Hasil Pengukuran TSS Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | TSS Awal | Hasil Pengukuran TSS       |     |    | Baku Mutu |
|--------------|----------|----------------------------|-----|----|-----------|
|              |          | Nilai Pada pengambilan Ke- |     |    |           |
|              |          | 1                          | 2   | 5  |           |
| Melati Air 1 | 883      | 189                        | 110 | 86 | 100       |
| Melati Air 2 | 883      | 187                        | 133 | 87 | 100       |
| Kayu Apu 1   | 883      | 127                        | 115 | 75 | 100       |
| Kayu Apu 2   | 883      | 167                        | 116 | 81 | 100       |
| Filter       | 883      | 260                        | 117 | 87 | 100       |



Gambar 10. Grafik Hubungan TSS Dengan Waktu (Hari)

Dari hasil pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air dan tanaman kayu apu mampu Menurunkan nilai TSS. Hal ini dikarenakan adanya faktor penyaringan diawal dan pengendapan yang dipengaruhi oleh adanya gravitasi sehingga semakin lama waktu tinggal maka kesempatan untuk *suspended solid* dapat mengendap lebih lama.

Penurunan nilai TSS juga disebabkan karena tanaman *Echinodorus Palaefolius* memiliki akar serabut yang menjalar yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang di air. Semakin tinggi biomassa tanaman, dan semakin banyak akar serabutnya,

maka semakin banyak koloid yang menempel di akar-akar tersebut. Endapan dan koloid serta bahan terlarut yang berasal dari bahan buangan yang berbentuk padat akan mengendap di dasar bila tidak dapat larut dan sebagian akan menjadi koloidal bila dapat larut. Endapan yang tidak dapat larut sebelum mencapai dasar akan melayang-layang dalam air bersama koloidal.

Akar tanaman *Pistia stratiotes L* yang panjang serta lebat dapat menjangkau area yang lebih dalam dan luas sehingga dapat lebih banyak menyerap nutrisi seperti senyawa organik serta mentransfer oksigen ke dalam dasar media dan memungkinkan mikroorganisme tumbuh di sekitar perakaran sehingga oksidasi zat organik berlangsung lebih baik.

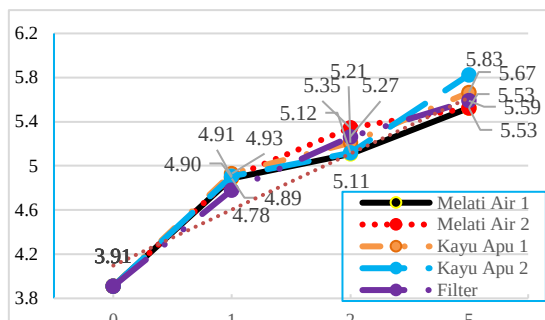
#### pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan salah satu baku mutu kualitas limbah cair industri tahu. Pada pengamatan pH menunjukkan nilai yang berbeda setiap waktu pengamatan 1,2, dan 5 hari. pH dapat dipengaruhi oleh kondisi suatu lingkungan yang mendukung untuk nilai pH asam ataupun basa.

Tabel 5. Hasil Pengukuran pH Limbah Cair Industri Tahu Selama 5 Hari Pengamatan

| Kode         | pH Awal | Hasil Pengukuran pH        |      |      | Baku Mutu |
|--------------|---------|----------------------------|------|------|-----------|
|              |         | Nilai Pada pengambilan Ke- |      |      |           |
|              |         | 1                          | 2    | 5    |           |
| Melati Air 1 | 3.91    | 4.89                       | 5.11 | 5.53 | 6         |
| Melati Air 2 | 3.91    | 4.90                       | 5.35 | 5.53 | 6         |
| Kayu Apu 1   | 3.91    | 4.93                       | 5.21 | 5.67 | 6         |
| Kayu Apu 2   | 3.91    | 4.91                       | 5.12 | 5.83 | 6         |
| Filter       | 3.91    | 4.78                       | 5.27 | 5.59 | 6         |





Gambar 11. Grafik Hubungan pH Dengan Waktu (Hari)

Pada grafik diatas dapat dilihat pada pada melati air 1 kandungan pH dari 3,91 naik menjadi 5,11, pada melati air 2 kandungan pH dari 3,91 naik menjadi 5,53, pada kayu apu 1 kandungan pH dari 3,91 naik menjadi 5,67, pada kayu apu 2 kandungan pH dari 3,91 naik menjadi 5,83, pada filter kandungan pH dari 3,91 naik menjadi 5,59.

Proses dekomposisi (pembusukan) bahan organik yang terdapat diperairan dapat mempengaruhi nilai pH. Bahan organik yang berupa kumpulan senyawa organik dari makhluk hidup mengandung unsur karbon (C).

## Uji Statistik

### Uji T

Statistik parametrik yang digunakan dalam pengujian hipotesis deskriptif untuk data interval atau rasio adalah uji t satu sampel. Uji T termasuk jenis uji untuk sampel kecil yaitu  $n < 30$ . Uji T ini bertujuan untuk mengetahui apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama (Montarcih, dkk.2013). Untuk mengetahui apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama, maka dihitung  $t_{score}$  dengan rumus: (Sujarweni, dkk.2012)

$$T_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{sd}{\sqrt{n}}} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan:

$\bar{x}$  = rerata

$\mu$  = nilai yang dihipotesiskan

Sd = standar deviasi

n = jumlah sampel

Hipotesa:

$H_0$  = sampel berasal dari populasi yang sama

$H_1$  = sampel tidak berasal dari populasi yang sama

Tabel 6. Hasil Uji T

| Parameter | Har<br>Ke- | T<br>hitun<br>g | T<br>tabe<br>l | Hasil                       | Kepu<br>tusan      | Kesimpulan                                  |
|-----------|------------|-----------------|----------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------------|
| BOD       | 0          | 0               | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 1          | 2.77            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 2          | 3.07            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 5          | 4.17            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
| COD       | 0          | 0               | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 1          | 2.34            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 2          | 3.62            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 5          | 3.07            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
| TSS       | 0          | 0               | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 1          | 2.08            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 2          | 3.79            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 5          | 3.82            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
| Ph        | 0          | 0               | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 1          | 0.78            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 2          | 4.23            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |
|           | 5          | 4.13            | 4.3            | Thitu<br>ng <<br>Ttabe<br>l | H0<br>diteri<br>ma | Data Sampel Berasal Dari Populasi Yang Sama |

## KESIMPULAN

Waktu optimal untuk menurunkan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH berbeda-beda. Pada 4 percobaan kandungan BOD, COD, TSS, serta pH mulai menurun, hal ini dikarenakan



adanya proses filter (penyaringan) yang dilakukan di awal, namun penurunan tersebut ada yang masih belum mencapai baku mutu.

Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata efisiensi untuk BOD, COD, TSS, pH sebesar 50,31%, 50%, 54,50%, 13,10% untuk melati air 1 dengan jumlah 26 tanaman, sebesar 71,62%, 40,70%, 53,48%, 12,87% untuk melati air 2 dengan jumlah 13 tanaman, 69,44%, 37,50%, 40,94%, 14,91% untuk kayu apu 1 dengan jumlah 26 tanaman. Sebesar 28,07%, 53,76%, 51,50%, 18,76% untuk kayu apu 2 dengan jumlah 13 tanaman, sebesar 77,5%, 33,80%, 66,54%, 16,95% untuk filter.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gubernur Jawa Timur. 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan Kegiatan Industri Lainnya*. Surabaya: Gubernur Jawa Timur
- Herlambang, A. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah cair tahu- tempe*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Bapedal. Samarinda
- Montarich Limantara, Lily, dan Soetopo Widandi. (2013). *Statistika Terapan*. Malang: Citra Malang
- Mustaniroh, S. A., Wignyanto, dan B. Endi. 2009. *Efektifitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Tanaman Kayu Apu Sebagai Biofilter*. Teknologi Pertanian. 10(1) : 1-12
- Padmaningrum, R.T, dkk. 2014. *Pengaruh Biomasa Melati Air (Echinodorus Paleaefolius) Dan Teratai (NypHaea Firecrest) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, Dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry*. Yogyakarta : Universitas Yogyakarta
- Romli, M, Suprihatin. *Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu Dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya*. Jurnal Purifikasi (Jurnal Teknologi dan Manajemen Lingkungan). 10 (2): 141-154.
- Said, N.I dan H.D.Wahjono. 1999. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu- Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Sujarweni, V. W., & Endrayanto, P. (2012). *Statistika Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Widjaja, F. 2004. *Tumbuhan Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Widya, dkk. *Pengaruh Waktu Tinggal Dan Jumlah Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan Warna*. Semarang : Universitas Diponegoro

repository.ub.ac.id

**STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) DAN ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**JURNAL**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI KONSERVASI SUMBERDAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MIFTAKHUL RAHMAH**  
**NIM. 145060400111031**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2019**

repository.ub.ac.id

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**STUDI EFEKTIVITAS TANAMAN KAYU APU (*PISTIA***  
***STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) DAN**  
**ZEOLIT ALAM GUNA MENINGKATKAN KUALITAS LIMBAH**  
**CAIR INDUSTRI TAHU**

**JURNAL**

**TEKNIK PENGAIRAN**  
**KONSENTRASI KONSERVASI SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MIFTAKHUL RAHMAH**  
**NIM. 145060400111031**

Jurnal ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 4 Maret 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.  
NIP. 19610131 198609 2 001

Dosen Pembimbing

Ir. Moh. Sholichin, MT., Ph.D  
NIP. 19670602 199802 1 001