

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Air dan air limbah - Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah*. Badan Standarisasi Nasional.
- BPS Kota Makassar. (2023). *kota-makassar-dalam-angka-2023*.
- BPS Kota Makassar. (2024). *kota-makassar-dalam-angka-2024* (Vol. 25).
- Nurhediana, S. D., Bambang, W., Stefanny, M. J., Karlina, A., Yogaswara, R. R., Jalil, M. J., & Fansuri, H. (2023). Characteristics Of Styrofoam Waste-Based Membrane Through Vapor And Liquid-Induced Phase Inversion Process. In *Jurnal Kimia Riset* (Vol. 8, Issue 1).
- Glover, P. (2010). *Petrophysics*.
- Irawan, C., Aliah, & Ardiansyah. (2018). Biodegradable Foam dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*.
- Kadir, M. I. (2022). *Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo*.
- Kemenkes RI. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. .
- Kholif, M. Al. (2020). *PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK*. SCOPINDO.
- Mangarengi, N. A. P., Abdullah, N. O., & Alam, S. (2023). The Use of Polymeric Materials of Polyethylene Terephthalate (PET) and Polypropylene (PP) as the media of Anaerobic-aerobic bioreactors in treating wastewater from the tofu industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1268/1/012007>
- Marhayuni, Y., & Faizi, M. N. (2022). *PEMBUATAN IPAL (INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH) BERSISTEM ABR (AEROBIC BAFFLED REACTOR) UNTUK MENGATASI LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI PENGAMALAN Q.S AL A'RAF AYAT 56* (Vol. 4).
- Metcalf, & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*.
- Mohan Kumar, K., & Velmurugan, V. (2020). Wetting behavior of textured silicon surfaces-an experimental study. *Materials Research Express*, 7(5). <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab8cf7>

- Nugraha, I. K. (2018). *BIODEGRADASI OKSIDATIF STYROFOAM DENGAN KAPANG PELAPUK PUTIH DAN BAKTERI*.
- Nurdin, M. I., Damayanti, J. D., & Sukasri, A. (2023). EFISIENSI BIOBALL PADA TEKNOLOGI FITOBIOFILM UNTUK PENURUNAN KADAR AMONIA DALAM AIR LIMBAH DOMESTIK. *SPIN*, 5(1), 166–176. <https://doi.org/10.20414/spin.v5i1.7232>
- Permen LHK. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Ratnawati, R., & Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14. <https://doi.org/10.14710/jil.18.1.8-14>
- Said, N. I. (2017). *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi*. Erlangga.
- Said, N. I., & Firly. (2005). *Uji Performance Biofilter Anaerobik Unggun Tetap Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawon Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Ayam* (Vol. 1, Issue 3).
- Said, N. I., & Ruliasih. (2015). *Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan*.
- Sari, K. L., As, Z. A., & Hardiono. (2017). *Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Tss Pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (Em4) Secara Aerob*. <https://doi.org/https://ejournal.kesling-poltekkesbjm.com/index.php/JKL/article/view/61/42>
- Wahyudi, A. (2022). *Mengenal Lebih Jauh tentang IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Komunal di Kabupaten Lampung Timur*.
- Yuniarti, N., & Afandi, A. N. (2012). *TINJAUAN SIFAT HIDROFOBIK BAHAN ISOLASI SILICONE RUBBER*.

LAMPIRAN

1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

LAMPIRAN I
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR P.68/Menlhk-Setjen/2016
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	–	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Keterangan:

*= Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL permukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

Salinan sesuai dengan alinya
KEPALA BIRO HUKUM,

ttd.

KRISNA RYA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN
KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

SITI NURBAYA

2. Metode Pengujian Sampel

A. Parameter Suhu

SNI 06-6989.23-2005 Air dan air limbah – Bagian 23 : Cara uji suhu dengan termometer

1. Prinsip Pengujian

Air raksa dalam termometer akan memuai atau menyusut sesuai dengan panas air yang diperiksa, sehingga suhu air dapat dibaca pada skala termometer (°C).

2. Alat

- Termometer raksa; dan
- Gelas piala 250 ml.

3. Bahan

- Larutan contoh uji.

4. Prosedur Pengujian

- a. Masukkan larutan contoh uji ke dalam gelas piala 250 ml;
- b. Termometer langsung dicelupkan ke dalam contoh uji dan biarkan 2 menit sampai dengan 5 menit sampai termometer menunjukkan nilai yang stabil; dan
- c. Catat pembacaan skala termometer tanpa mengangkat lebih dahulu termometer dari air.

B. Parameter *Power of Hydrogen* (pH)

SNI 6989.11:2019 (2004) Air dan air limbah – Bagian 11 : Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter

1. Prinsip Pengujian

Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktivitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter.

2. Alat

- pH meter;
- Gelas piala 250 mL; dan
- Kertas tisu;

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades); dan
- Larutan penyangga (buffer).

4. Prosedur Pengujian

a. Kalibrasi pH meter

- 1) Bilas elektroda dengan aquades terlebih dahulu dan
- 2) Lakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat.

b. Pengukuran Contoh Uji

- 1) Keringkan elektroda dengan kertas tisu;
- 2) Bilas elektroda dengan aquades;
- 3) Bilas elektroda dengan contoh uji;
- 4) Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap selama 1 menit; dan
- 5) Catat hasil pembacaan pada tampilan dari pH meter

C. Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)

SNI 6989.15:2019 (2004) Air dan air limbah – Bagian 15 : Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (chemical oxygen demand/COD) dengan refluks terbuka secara titrimetri

1. Prinsip Pengujian

Zat organik dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu refluk selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS).

2. Alat

- Pendingin Liebig 30 cm;
- Hot plate;
- Statif dan Klem;
- Buret 25 mL;
- Pipet volumetrik 5 mL; 10 mL; dan 15 mL;
- Pipet tetes;
- Erlenmeyer 250 mL; dan
- Timbangan analitik.

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades)
- Larutan Kalium dikromat, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N;
- Larutan Asam sulfat – perak sulfat;
- Larutan indikator Ferroin;
- Larutan Ferro Ammonium Sulfat, FAS 0,1 N;
- Serbuk Merkuri sulfat, $HgSO_4$; dan
- Batu didih.

4. Prosedur Pengujian

- a. Pipet 10 mL contoh uji, masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL;
- b. Tambahkan 0,2 g serbuk $HgSO_4$ dan beberapa batu didih;
- c. Tambahkan 5 mL larutan kalium dikromat, $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N;
- d. Tambahkan 15 mL pereaksi asam sulfat – perak sulfat perlahan-lahan sambil didinginkan dalam air pendingin;
- e. Hubungkan dengan pendingin Liebig dan didihkan di atas hot plate selama 60 menit;
- f. Dinginkan dan cuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 mL;
- g. Dinginkan sampai temperatur kamar, tambahkan indikator ferroin 2 sampai dengan 3 tetes, titrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecokelatan, catat volume larutan FAS; dan

- h. Lakukan langkah a sampai dengan g terhadap aquades sebagai blanko. Catat volume larutan FAS.

5. Perhitungan

$$COD \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 8000 \times N}{V}$$

Keterangan

A = volume larutan FAS untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS untuk larutan uji (mL)

N = normalitas FAS (N)

V = volume larutan contoh uji (mL)

D. Parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD)

SNI 6989.72:2009 Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)

1. Prinsip Pengujian

Sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 hari dan 5 hari. Bahan kontrol standar uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat.

2. Alat

- Botol Winkler gelap dan terang;
- Lemari inkubasi;
- Statif;
- Klem;
- Buret;
- Pipet volumetrik 1 mL;
- Pipet tetes;
- Labu ukur 100 mL;
- Gelas ukur 50 mL; dan
- Erlenmeyer;

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Air bebas mineral (aquades);
- Natrium thiosulfate, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
- Mangan sulfat, MnSO_4 ;
- Larutan Alkali iodida azida, NaOH-KI ;
- Indikator Amilum; dan
- Asam sulfat, H_2SO_4 pekat;

4. Prosedur Pengujian

- a. Siapkan 2 botol Winkler, tandai masing-masing botol dengan notasi A0 untuk botol Winkler terang dan notasi A5 untuk botol Winkler gelap;
- b. Encerkan larutan uji jika diperlukan.
- c. Aerasikan larutan uji selama 15 menit menggunakan aerator pada gelas piala 1000 mL;
- d. Lalu, masukkan larutan contoh uji ke dalam botol Winkler sampai meluap, kemudian tutup botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara;

- e. Lakukan pengocokan beberapa kali hingga homogen, kemudian tambahkan aquades sekitar mulut botol Wrinkler;
 - f. Simpan botol A5 dalam lemari inkubator;
 - g. Lakukan pengukuran DO terhadap botol A0 dengan metode titrasi sesuai SNI 06- 6989.14-2004, lalu catat sebagai DO0; dan
 - h. Setelah lima hari, lakukan pengukuran DO terhadap botol A5 dengan metode titrasi, lalu catat sebagai DO5.
5. Perhitungan

Nilai BOD

$$\text{BOD (ppm)} = (\text{DO0} - \text{DO5}) \times fp$$

Keterangan:

DO0 = Dissolved Oxygen pada hari ke 0 (mg/L)

DO5 = Dissolved Oxygen pada hari ke 5 (mg/L)

fp = faktor pengenceran

E. Parameter *Total Suspended Solid (TSS)*

SNI 6989.3:2019 Air dan air limbah – Bagian 3 : Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solids, TSS) secara gravimetri

1. Prinsip Pengujian

Contoh uji yang telah homogen disaring dengan media penyaring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada media penyaring dikeringkan pada kisaran suhu 103 °C - 105 °C hingga mencapai berat tetap. Kenaikan berat saringan mewakili Padatan Tersuspensi Total (TSS).

2. Alat

- Desikator;
- Oven;
- Timbangan analitik;
- Pipet volumetrik 10 ml;
- Cawan;
- Alat penyaring;
- Sistem vakum; dan
- Pinset.

3. Bahan

- Larutan contoh uji;
- Kertas saring glass microfiber; dan
- Air bebas mineral (aquades).

4. Prosedur Pengujian

a. Persiapan kertas saring

- 1) Letakkan kertas saring pada peralatan penyaring;
- 2) Pasang sistem vakum, hidupkan pompa vakum kemudian bilas kertas saring dengan aquades 20 mL.
- 3) Lanjutkan pengisapan hingga tiris, matikan pompa vakum;
- 4) Pindahkan kertas saring ke dalam cawan menggunakan pinset.
- 5) Keringkan cawan yang berisi kertas saring dalam oven selama 45 menit;
- 6) Dinginkan cawan dan kertas saring dalam desikator; dan
- 7) Timbang cawan bersama kertas saring sehingga diperoleh berat tetap (W0).

b. Pengujian total padatan tersuspensi

- 1) Letakkan kertas saring pada peralatan penyaring;
- 2) Aduk contoh uji hingga diperoleh contoh uji yang homogen;
- 3) Ambil contoh uji 10 mL dan masukkan ke dalam peralatan penyaring. Nyalakan sistem vakum;

- 4) Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring menggunakan pinset ke cawan.
- 5) Keringkan cawan yang berisi kertas saring dalam oven selama 45 menit;
- 6) Dinginkan cawan dan kertas saring dalam desikator; dan
- 7) Timbang cawan berisi kertas saring sehingga diperoleh berat tetap (W1).

5. Perhitungan

$$TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(W1 - W0) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

W = berat hasil penimbangan (mg)

V = volume larutan contoh uji (mL)

3. Hasil Pengujian Sampel

4. Perhitungan Elektron dan Gas yang Dihasilkan dalam Pengolahan

Praktikum Microbiologi Lingkungan: Pengolahan Limbah dan Kesehatan No. 4.48/2023/01/2023/UM/2023

BOD Styrofoam Awal						COD Styrofoam Awal						TSS Styrofoam Awal					
Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)
T1	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T1	200	200	100%	10.0%	100	T1	150	50	33%	10.0%	50
T2	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T2	200	200	100%	45.0%	100	T2	150	50	33%	45.0%	50
T3	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T3	200	200	100%	84.0%	100	T3	150	50	33%	84.0%	50
T4	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T4	200	200	100%	75.0%	100	T4	150	50	33%	75.0%	50
T5	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T5	200	200	100%	81.0%	100	T5	150	50	33%	81.0%	50

Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu
Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu

BOD Silikon Awal						COD Silikon Awal						TSS Silikon Awal					
Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)
T1	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T1	200	200	100%	10.0%	100	T1	150	50	33%	10.0%	50
T2	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T2	200	200	100%	52.0%	100	T2	150	50	33%	52.0%	50
T3	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T3	200	200	100%	89.0%	100	T3	150	50	33%	89.0%	50
T4	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T4	200	200	100%	89.0%	100	T4	150	50	33%	89.0%	50
T5	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T5	200	200	100%	72.0%	100	T5	150	50	33%	72.0%	50

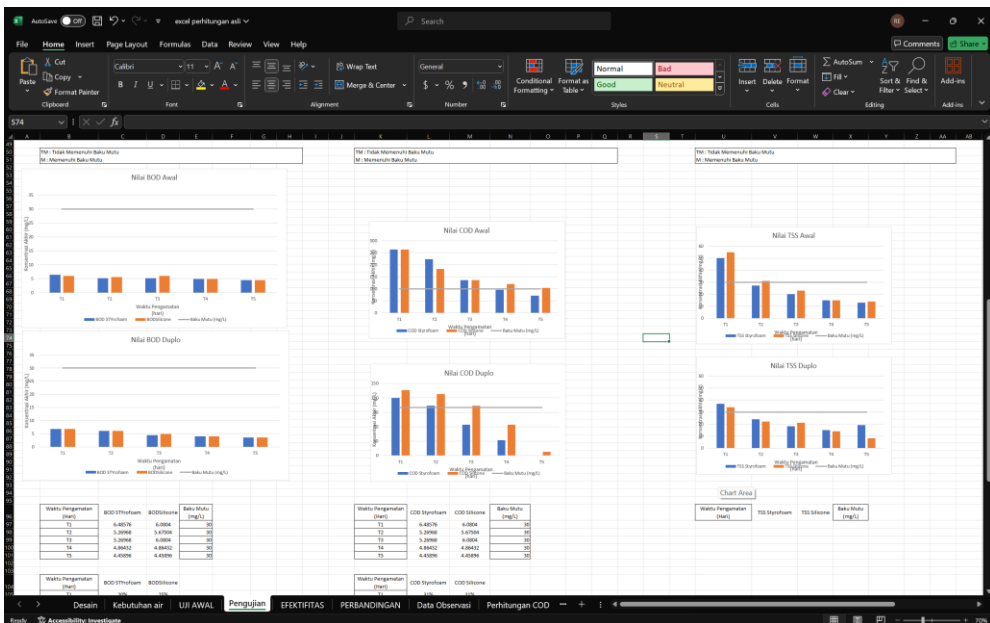
Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu
Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu

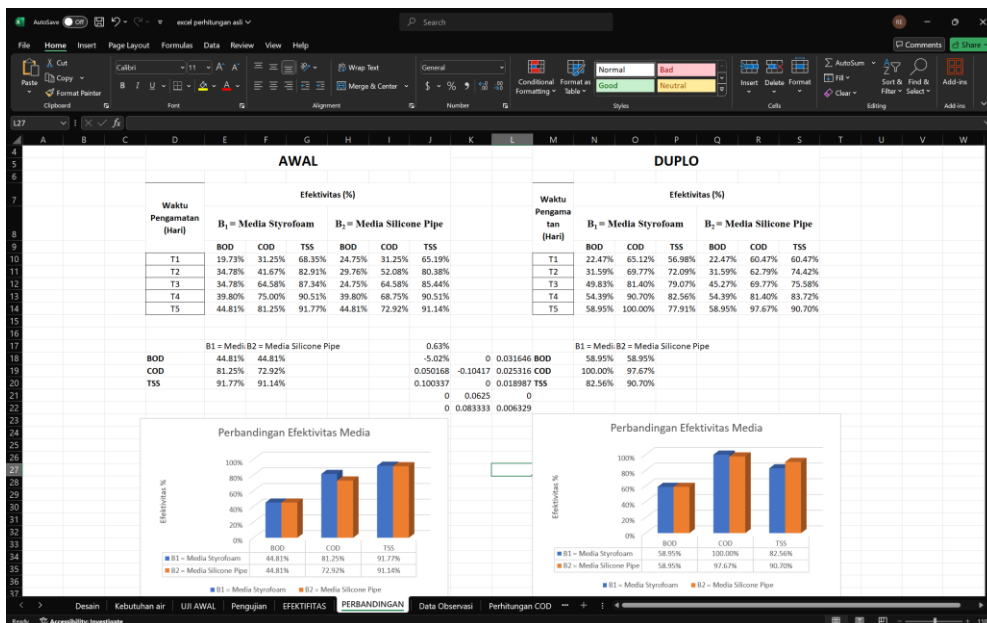
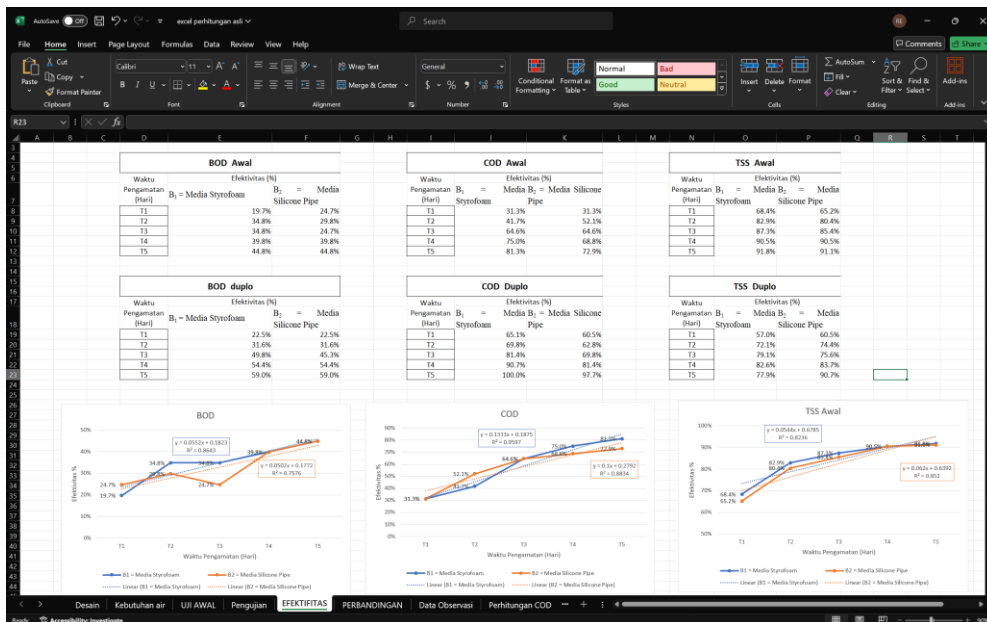
BOD Styrofoam Duplo						COD Styrofoam Duplo						TSS Styrofoam Duplo					
Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)
T1	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T1	200	200	100%	10.0%	100	T1	150	50	33%	10.0%	50
T2	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T2	200	200	100%	49.0%	100	T2	150	50	33%	49.0%	50
T3	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T3	200	200	100%	81.0%	100	T3	150	50	33%	81.0%	50
T4	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T4	200	200	100%	90.0%	100	T4	150	50	33%	90.0%	50
T5	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T5	200	200	100%	100.0%	100	T5	150	50	33%	100.0%	50

Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu
Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu

BOD Silikon Duplo						COD Silikon Duplo						TSS Silikon Duplo					
Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)	Waktu Pengamatan (jam)	Konsentrasi Asam (mg/L)	Konsentrasi Alkalinitas (mg/L)	Hasil Pengamatan (%)	Effisiensi Pengamatan (%)	Baku Mutu (mg/L)
T1	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T1	200	200	100%	10.0%	100	T1	150	50	33%	10.0%	50
T2	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T2	200	200	100%	61.0%	100	T2	150	50	33%	61.0%	50
T3	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T3	200	200	100%	89.0%	100	T3	150	50	33%	89.0%	50
T4	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T4	200	200	100%	90.0%	100	T4	150	50	33%	90.0%	50
T5	0.08	0.08	1.00%	20%	50	T5	200	200	100%	97.0%	100	T5	150	50	33%	97.0%	50

Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu
Nilai Tidak Memenuhi Baku Mutu

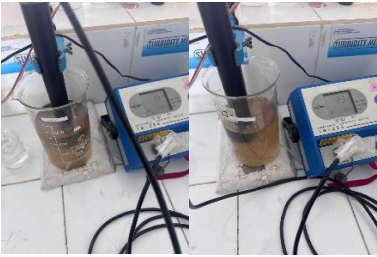
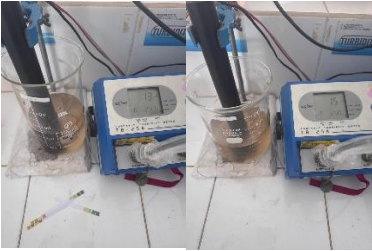


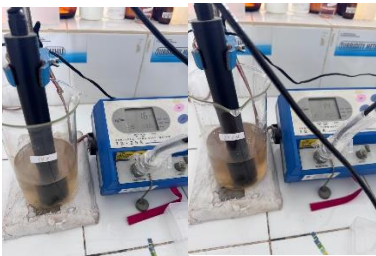
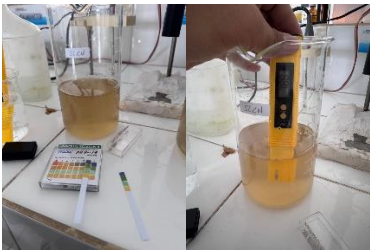


5. Log Book Pengujian

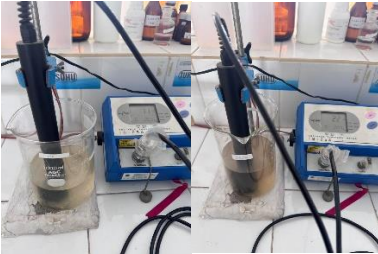
Tanggal	Pengujian	Bukti
17/09/2024	COD	
	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	
18/09/2024	COD	

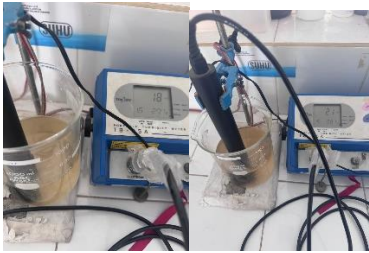
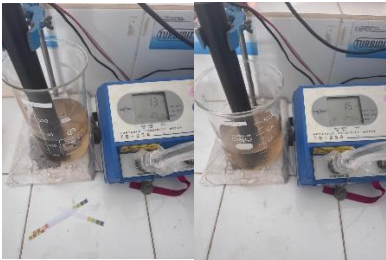
	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	
19/09/2024	COD	
	BOD	

	TSS		
	SUHU & Ph		
20/09/2024	COD		
	BOD		
	TSS		

	SUHU & Ph	
21/09/2024	COD	
	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	

23/09/2024	COD	
	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	
24/09/2024	COD	

	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	
25/09/2024	COD	
	BOD	

	TSS	
	SUHU & Ph	
26/09/2024	COD	
	BOD	
	TSS	

	SUHU & Ph	
27/09/2024	COD	
	BOD	
	TSS	
	SUHU & Ph	

6. Dokumentasi Penelitian

A. Pembuatan Reaktor



B. Proses Pengolahan Air Limbah



Pengambilan sampel



Aktivasi em4



Aktivasi em4



Pergantian air baru



Pertumbuhan biofilm