

Analisis Variasi Metode *Seeding* pada Reaktor Biofilter

Ferisa Jenisa Putri¹, Ulvi Pri Astuti^{1*}, Tanti Utami Dewi¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: ulvipriastuti@ppns.ac.id

Abstrak

Industri kerupuk yang berkembang bisa berdampak negatif pada lingkungan sekitar. Proses produksi pada industri kerupuk dapat menghasilkan air limbah dengan konsentrasi polutan melebihi baku mutu yang dialirkan langsung ke badan air, sehingga perlu adanya pengolahan air limbah yang tepat untuk permasalahan tersebut. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat digunakan yaitu pengolahan biofilter. Pada pengolahan biofilter terdapat proses *seeding* yang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja biofilter. Hal tersebut dikarenakan proses *seeding* berfungsi sebagai pembiakan mikroorganisme. Mikroorganisme yang tumbuh pada proses *seeding* dapat mereduksi kandungan organik seperti COD pada air limbah. Tujuan penelitian ini menentukan efisiensi penyisihan COD berdasarkan *seeding* metode *batch* dan *batch*-kontinyu. Media yang digunakan pada penelitian yaitu media *bioball*. Parameter yang diukur yaitu pH, suhu, dan COD. Hasil penelitian menunjukkan proses *seeding* sistem *batch*-kontinyu memiliki efisiensi penyisihan COD lebih tinggi dari pada proses *seeding* sistem *batch*. Proses *seeding* secara *batch* efisiensi penyisihan COD mencapai 61,60% dan *seeding* secara *batch*-kontinyu efisiensi penyisihan COD mencapai 62,21%. Proses *seeding* berakhir ditandai terbentuknya *biofilm* pada permukaan media dengan ciri-ciri munculnya lapisan berwarna hitam kecoklatan serta tidak mudah terlepas dari media. Mikroorganisme yang tumbuh pada proses *seeding* berada dalam rentang kisaran pH 5,5 – 8 dan suhu 25°C - 35°C.

Keywords: *Batch*-Kontinyu, *Bioball*, Biofilter, Industri Kerupuk, *Seeding*

1. PENDAHULUAN

Industri kerupuk merupakan salah satu sektor menengah yang memiliki potensi untuk berkembang serta berpotensi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pada tahun 2020-2023, jumlah industri kerupuk di Kabupaten Nganjuk mengalami peningkatan tiap tahunnya (Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk, 2024). Industri kerupuk dalam proses produksinya dapat menghasilkan limbah cair yang cukup banyak. Air limbah industri kerupuk memiliki konsentrasi COD dan TSS melebihi baku mutu yang ditetapkan. Parameter ini merupakan parameter penting dalam menilai tingkat pencemaran bahan organik pada air limbah. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat dilakukan yaitu pengolahan biofilter aerobik.

Biofilter aerobik merupakan salah satu pengolahan biologis yang melibatkan peran mikroorganisme sebagai agen utama dalam mereduksi polutan yang terkandung dalam air limbah (Apelabi dkk., 2021). Tahapan pertama pada pengolahan biofilter aerobik yaitu proses *seeding*. Proses *seeding* merupakan salah satu penentu keberhasilan pada pengolahan biofilter aerobik karena berfungsi sebagai pembiakan mikroorganisme (Harahap, 2015). Pada proses *seeding*, senyawa organik secara alami terurai menjadi karbon dioksida, air, dan sejumlah bahan anorganik melalui aktivitas mikroorganisme yang memiliki kemampuan metabolisme yang sangat tinggi. Terurainya senyawa organik pada air limbah dapat ditandai dengan penurunan konsentrasi COD yang terkandung dalam air limbah.

Mikroorganisme tumbuh ditandai dengan terbentuknya *biofilm* dengan ciri-ciri munculnya lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas pada permukaan media (Filliazati dkk., 2015). Media yang digunakan pada proses *seeding* yaitu media *bioball*. Presentase penyisihan COD pada media *bioball* dengan debit aerasi 3,5 L/menit dan waktu kontak ± 10 hari yaitu sebesar 60-70% (Wardani, 2018). Variasi metode yang digunakan yaitu secara *batch* dan *batch*-kontinyu. Kedua metode *seeding* ini dilakukan untuk menentukan efisiensi penyisihan konsentrasi COD yang paling tinggi. Semakin besar pertumbuhan mikroorganisme maka degradasi kandungan organik juga semakin besar, sehingga presentase penyisihan konsentrasi COD juga meningkat (Rahayu, 2018).

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

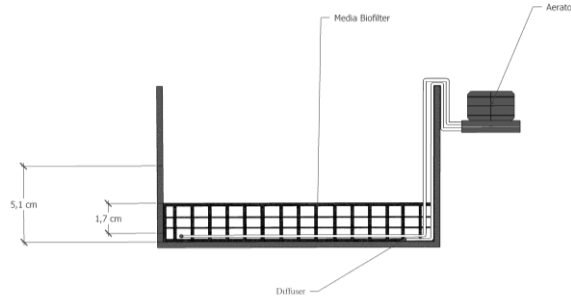
Pada penelitian ini material yang digunakan yaitu air limbah, reaktor, kebutuhan aerasi, starter bakteri dan nutrisi, dan media biofilter seperti yang diuraikan sebagai berikut :

A. Air Limbah

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari Industri Kerupuk Ketumbar di Kabupaten Nganjuk.

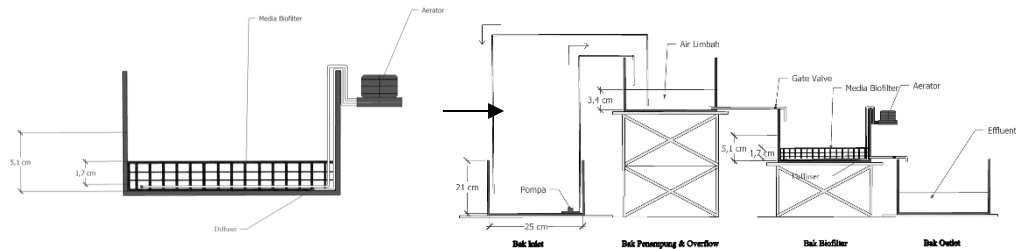
B. Reaktor

Reaktor *seeding* secara *batch* yang digunakan menggunakan *box container* dengan dimensi 25 cm x 38 cm x 21 cm terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor *Seeding* Sistem *Batch* Tampak Samping

Reaktor *seeding* secara *batch-kontinyu* terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaktor *Seeding* Sistem *Batch-Kontinyu* Tampak Samping

C. Kebutuhan Aerasi

Pemenuhan kebutuhan udara aktual menggunakan aerator yang ada di pasaran yaitu aerator Amara AA350 dengan spesifikasi 3,5 Liter/menit keluaran 2 lubang.

D. Starter Bakteri dan Nutrisi

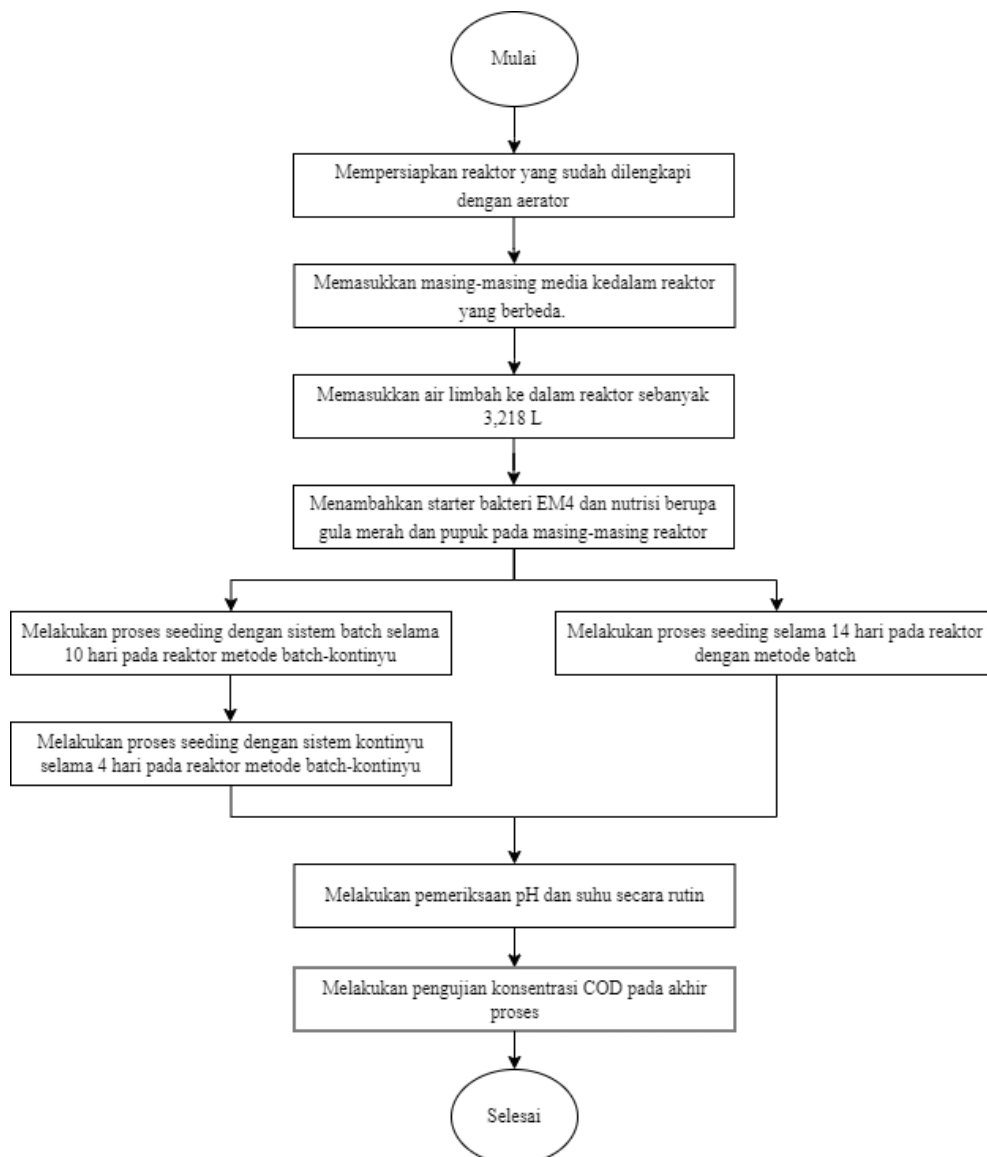
Pada proses *seeding* memerlukan starter bakteri berupa EM₄ yang mampu mempercepat pembentukan *biofilm*. Dosis starter bakteri EM₄ yang dibutuhkan pada setiap reaktor yaitu sebesar 3,2 mL untuk 3,2 liter air limbah. Selain itu, pada proses *seeding* juga diperlukan penambahan nutrisi selama 2 hari sekali. Nutrisi yang diberikan berupa gula merah, pupuk MKP Pak Tani, dan pupuk urea petro. Pupuk MKP Pak Tani untuk mencukupi kebutuhan fosfor dan pupuk urea petro untuk mencukupi kebutuhan nitrogen. Kebutuhan nutrisi pada setiap reaktor yaitu gula merah sebesar 0,24 mL, pupuk MKP Pak Tani sebesar 0,23 gram, dan pupuk urea petro sebesar 1,3 gram.

E. Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan adalah media *bioball*.

2.2 Prosedur Percobaan

Seeding adalah proses menumbuhkan mikroorganisme pada media di dalam air limbah dengan penambahan starter bakteri berupa *Effective Microorganism* (EM₄) untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri pada media dan nutrisi berupa gula merah, pupuk urea petro, dan pupuk MKP Pak Tani. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada tahap *seeding* dapat dilihat pada Gambar 3.

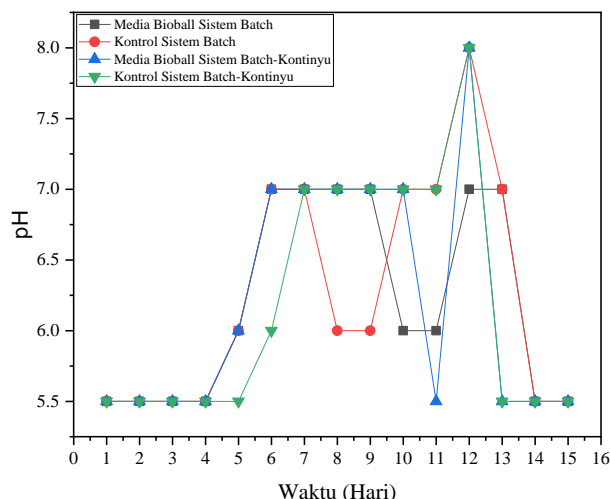


Gambar 3. Tahapan Proses Seeding

3. HASIL ADAN PEMBAHASAN

Seeding merupakan tahapan awal yang dilakukan untuk perkembangbiakkan mikroorganisme. Tumbuhnya mikroorganisme ditandai dengan munculnya *biofilm* berwarna hitam kecoklatan dan tidak mudah terlepas dari media. Pada proses *seeding* dilakukan penambahan starter bakteri berupa EM₄ yang mampu mempercepat pembentukan *biofilm*, sehingga dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mereduksi polutan organik air limbah (Pitriani dkk., 2014). Selain EM₄ sebagai starter bakteri, perlu adanya pemberian nutrisi berupa pupuk MKP Pak Tani untuk mencukupi kebutuhan fosfor dan pupuk urea petro untuk mencukupi kebutuhan nitrogen selama 2 hari sekali. Penambahan senyawa nitrogen dan fosfor dapat mempercepat proses degradasi dan mengurangi biomassa yang diperlukan untuk menjamin keseimbangan nutrisi.

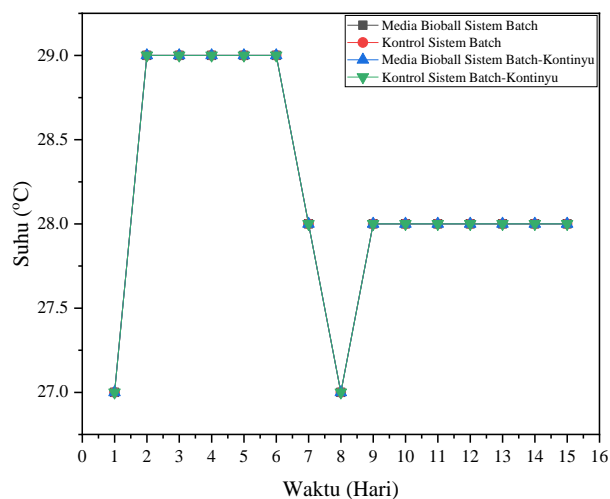
Pada proses *seeding* perlu dilakukan pemantauan kondisi lingkungan secara rutin. Hal tersebut dilakukan untuk menjamin pertumbuhan mikroorganisme dan laju degradasi bahan organik akan maksimal. Pemantauan kondisi lingkungan proses *seeding*, meliputi pH, suhu, dan fisik. Nilai pH pada proses *seeding* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai pH Proses Seeding

Analisis pH digunakan untuk mengetahui derajat keasaman air limbah sebagai salah satu faktor yang sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Setiap jenis mikroorganisme membutuhkan pH tertentu untuk tumbuh dengan baik. Nilai pH selama proses *seeding* cukup fluktuatif. Fluktuasi pH dapat terjadi akibat perubahan beban organik dan kondisi lingkungan yang tidak stabil (Sembiring dkk., 2019). Umumnya semua mikroorganisme memiliki kondisi pertumbuhan antara 4 – 9,5 (Said & Hidayati, 2002). Hal tersebut menunjukkan bahwa rentang pH pada proses *seeding* berada dalam rentang pH kehidupan mikroorganisme. Selain itu, mikroorganisme yang hidup dengan pH rentang 5,5 – 8 termasuk dalam mikroorganisme jenis mesofil (Fitria & Zulaika, 2018).

Selain nilai pH, pada proses *seeding* juga dilakukan pemantauan suhu. Nilai suhu proses *seeding* tidak terlalu fluktuatif dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Suhu Proses Seeding

Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa pada proses *seeding* suhu reaktor berada pada kisaran 27°C - 29°C. Mikroba mesofilik mampu hidup pada kisaran suhu 25°C - 37°C (Indriyasari, 2021). Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam air limbah dapat tumbuh dengan baik.

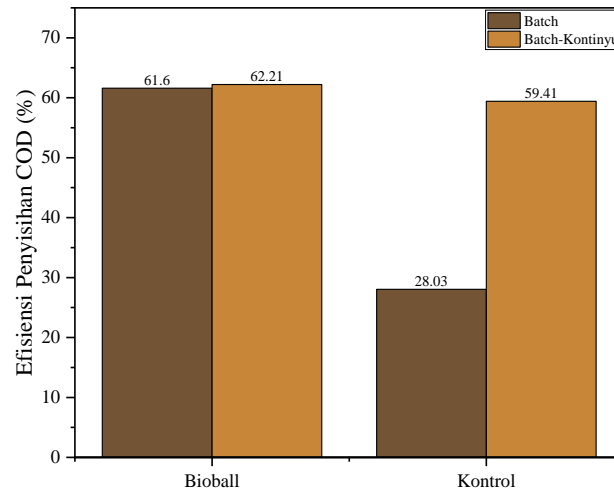
Pada proses *seeding* dilakukan pemantauan pertumbuhan *biofilm* secara rutin. *Biofilm* merupakan lapisan yang terbentuk oleh koloni-koloni mikroba yang melekat pada permukaan media, berada dalam keadaan diam, berlendir dan tidak mudah lepas. Di akhir proses *seeding*, melalui pengamatan fisik terdapat perubahan fisik pada lapisan *biofilm* menjadi warna kecoklatan. Terbentuknya lapisan *biofilm* yang pada permukaan media *bioball* dapat dilihat Gambar 6.



(a) Media *Bioball* Sebelum *Seeding* (b) Media *Bioball* Setelah *Seeding*

Gambar 6. Terbentuknya Lapisan *Biofilm*

Pada akhir proses *seeding* dilakukan pengujian konsentrasi COD pada masing-masing reaktor. Pengujian konsentrasi COD dilakukan untuk menunjukkan efisiensi penyisihan COD yang dihasilkan dari sistem *seeding* secara *batch* dan *batch-kontinyu*. Pengaruh sistem *seeding* terhadap efisiensi penyisihan COD yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Metode *Seeding* terhadap Efisiensi Penyisihan COD

Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan bahwa pada proses *seeding* efisiensi penyisihan COD sistem *batch-kontinyu* lebih besar daripada sistem *batch*. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak mikroorganisme dengan air limbah (Laksono, 2012). Ramadhini (2022) menyatakan bahwa waktu kontak yang melebihi batas dapat mengurangi efisiensi pengolahan air limbah. Ketika mikroorganisme sudah cukup stabil, biomassa bakteri akan tumbuh secara berkala sehingga lapisan *biofilm* menebal. Kondisi ini dapat mengurangi difusi makanan dan oksigen, sehingga hanya bakteri di permukaan terluar saja yang bekerja maksimal. Akibatnya, mikroorganisme pada bagian dalam akan mengalami tahap respirasi endogeneous atau bakteri lapar, sehingga bakteri memanfaatkan sitoplasmanya untuk mempertahankan hidupnya. Apabila dalam reaktor terdapat mikroorganisme yang mati dalam celah kecil pada media, maka dapat menambah beban organik. Hal tersebut mengakibatkan kemampuan untuk mengurangi senyawa organik secara optimal tidak dalam jangka waktu yang lama.

Elystia dkk. (2024) menyatakan bahwa kultur sistem *batch-kontinyu* lebih efisien daripada kultur sistem *batch*. Hal tersebut dikarenakan dalam kultur sistem *batch-kontinyu* terdapat proses pergantian air limbah secara berkelanjutan/terus-menerus 24 jam selama 4 hari. Perlakuan tersebut dilakukan sebagai penambahan nutrisi untuk mempertahankan fase pertumbuhan dan menghindari kekeruhan akibat peningkatan kerapatan sel dan biomassa pada fase eksponensial yang dapat menghambat penetrasi cahaya masuk ke dalam reaktor. Pergantian air limbah menyebabkan mikroorganisme dapat memanfaatkan senyawa organik yang terkandung di dalam limbah cair sebagai nutrisi pertumbuhannya dengan baik, sehingga lebih optimal dalam menurunkan konsentrasi COD di dalam reaktor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses *seeding* selama 14 hari telah terbentuk *biofilm* pada permukaan media yang ditandai dengan munculnya lapisan berwarna hitam kecoklatan serta tidak mudah terlepas dari media.
2. Proses *seeding* sistem *batch*-kontinyu memiliki efisiensi penyisihan COD lebih tinggi dari pada *seeding* sistem *batch*. Efisiensi penyisihan COD *seeding* sistem *batch* berkisar 28,03%-61,60%, sedangkan efisiensi penyisihan COD *seeding* sistem *batch*-kontinyu mencapai 59,41%-62,21%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Industri Kerupuk Ketumbar di Kabupaten Nganjuk yang telah memberikan izin pada penulis untuk melakukan pengambilan sampel air limbah untuk keperluan penelitian.

6. DAFTAR NOTASI

COD = Chemical Oxygen Demand (mg/L)
TSS = Total Suspended Solid (mg/L)
pH = Potential Hydrogen

7. DAFTAR PUSTAKA

- Apelabi, M. M., Rasman, R., & Rostina, R. (2021). Pengaruh Proses Biofilter Aerob Anaerob Terhadap Penurunan Kadar BOD Pada Limbah Cair Rumah Tangga (Studi Literatur). Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat, 21(1)
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk. (2024). Kabupaten Nganjuk Dalam Angka *Nganjuk Regency in Figure 2024*. ISSN: 0215-5699. Vol 17
- Elystia, Shinta, Novira, Tria Bela, & Muria, Sri Rezeki. (2021). Sistem Kultur Semikontinu dalam Produksi Lipid Mikroalga dari *Palm Oil Mill Effluent* (POME). *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol 10(1): 28-39
- Filliazati, dkk. (2015). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Neliti*.
- Fitria, Avip Nur & Zulaika, Enny. (2018). Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol 7(2): Hal 39-41
- Harahap, Sampe. (2015). Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amoniak yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 20(2): 38-48
- Pitriani, dkk. 2014. Efektivitas Penambahan EM4 pada Biofilter Anaerob-Aerob dalam Pengolahan Air Limbah RS. UNHAS.
- Rahayu, Rizki. (2018). Penyisihan Konsentrasi COD Dalam Proses *Seeding* Dan Aklimatisasi Secara Anaerob Dengan Sistem Curah Menggunakan *Fluidize Bed Reactor*. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Said, N. I dan S.M. Hidayati. (2002). Pengaruh Biofilter Tercelup terhadap Penghilangan Polutan Organik dalam Air Baku Air Minum. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol2 (1): 12-25.
- Sembiring, Dana Surya, dkk. (2019). Stabilitas Reaktor *Uplow Anaerobic Sludge Blanket-Hollow Centered Packed Bed* dalam Produksi Biogas pada Kondisi Ruangan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol8 (2): 67-71.
- Indriyarsari, Eka. (2021). Identifikasi Bakteri *Bacillus sp.* Sebagai Pengurai Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik di Pulau Kodingareng Kota Makassar. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Laksono, Sucipta. (2012). Pengolahan Biologis Limbah Batik Dengan Media Biofilter. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Ramadhini, Nur Afra. (2022). Efektivitas Biofilter Anaerob Media Bioball dan Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dalam Pengolahan Limbah Cair Perikanan. Tugas Akhir. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Ranry
- Wardani, Laily Kusuma. (2018). Studi Pengolahan Limbah Air Bekas Pencucian Jeans dengan Metode Biologis Skala Laboratorium. Tugas Akhir. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.