

## PENYISIHAN KONSENTRASI COD DALAM PROSES SEEDING DAN AKLIMATISASI SECARA ANAEROB DENGAN SISTEM CURAH MENGGUNAKAN *FLUIDIZE BED REACTOR*

**Rizki Rahayu**

Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Kyai Tapa No.1 Grogol, 11440  
E-mail : rizkirahayu1336@gmail.com

### Abstrak

Pengolahan limbah secara anaerob cukup efektif dalam menyisihkan parameter COD, keefektifan reaktor dalam mengolah limbah dapat dilihat dari proses seeding dan aklimatisasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menumbuhkan dan mengkondisikan mikroorganisme pengurai dalam menyesuaikan diri di dalam media yang terendam oleh material organik yang terkandung dalam air lindi. Metode yang digunakan dalam proses pengumpanan adalah dengan curah yaitu, pemberian makanan yang dilakan satu kali, yang dilakukan pada awal proses seeding. Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan secara bersamaan dalam reaktor anaerob dengan sistem aliran *up flow*, yaitu aliran yang dimulai dari dasar reaktor dan keluar dari atas. Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan sebanyak dua kali yaitu dengan variasi penambahan jumlah sumber makanan mikroorganisme (glukosa) yang berbeda. Jumlah *leachate* yaitu sebanyak 40 L, filtrat lumpur TPA sebanyak 6 L dan air bebas klor sebanyak 34 L sehingga total volume sebanyak 80 L. pada seeding I, dalam proses aklimatisasi penyisihan konsentrasi COD terbesar yang dapat dicapai yaitu sebesar 78% dengan konsentrasi terkecil sebesar 1245 mg/L terjadi pada hari ke-53, persen penyisihan terkecil yaitu sebesar 33% dengan konsentrasi 3840 mg/L terjadi pada hari ke-1. Sedangkan pada seeding II, penyisihan konsentrasi COD terbesar yang dapat dicapai yaitu sebesar 89% dengan konsentrasi terkecil sebesar 640 mg/L terjadi pada hari ke-38 sampai dengan hari ke-44. Sedangkan penyisihan terkecil yaitu sebesar 52% dengan konsentrasi COD sebesar 2764 mg/L terjadi pada hari ke-19. Proses Seeding dan Aklimatisasi secara anaerob dengan sistem curah pada *Anaerob Fluidized Bed Reactor* dapat berjalan efektif dengan pencapaian penyisihan parameter terukur sebesar > 50%.

**Kata Kunci** : Aklimatisasi, Anaerob, COD, Seeding, Air Lindi

### Abstract

Anaerobic waste treatment is quite effective in removing COD parameters, the effectiveness of the reactor in treating waste can be seen from the seeding and acclimatization process. The purpose of this study is to grow and condition the decomposing microorganisms in adjusting them in the media, which are submerged by organic material contained in the leachate. The method used in the feed process is bulk with feeding is done once, which is done at the beginning of the seeding process. The seeding and acclimatization process is carried out simultaneously in an anaerobic reactor with an up flow flow system, which flows from the bottom of the reactor and exits from above. The seeding and acclimatization process was carried out twice, with variations in the addition of different amounts of microorganism (glucose) food sources. The amount of leachate is 40 L, landfill mud filtrate is 6 L and chlorine free water is 34 L so that the total volume is 80 L. In seeding I the acclimatization process, the largest COD concentration that can be achieved is 78% with the smallest concentration of 1245 mg/L occurred on the 53rd day, the smallest percentage was 33% with a concentration of 3840 mg/L occurred on day 1. While in seeding II, the largest allowance for COD concentration that can be achieved is 89% with the smallest concentration of 640 mg /L occurring on the 38th day until the 44th day. While the smallest allowance is 52% with a

COD concentration of 2764 mg / L occurring on the 19th day. Anaerobic seeding and acclimatization processes with batch systems in Anaerobic Fluidized Bed Reactors can run effectively with the achievement of measured parameters of > 50%.

**Keywords** : Acclimatization, Anaerobic, COD, Seeding, Leachate

## PENDAHULUAN

Air lindi merupakan limbah cair yang ditimbulkan dari masuknya air eksternal ke dalam timbulan sampah yang melarutkan dan membilas materi terlarut dan juga termasuk materi organik dari hasil proses dekomposisi biologis. Air lindi merupakan salah satu limbah yang memiliki konsentrasi parameter COD yang tinggi, hal tersebut diakibatkan oleh kompleksnya sumber pencemar yang terdapat dalam sampah. Tingginya kandungan COD pada air limbah mengindikasikan tingginya kandungan zat pencemar organik yang sulit diuraikan. Setiap lokasi TPA memiliki karakteristik lindi yang berbeda, hal ini disebabkan limbah yang dibuang pada lokasi pembuangan sampah berasal dari berbagai sumber yang berbeda dengan tipe limbah yang berbeda pula (Aziz,2010).

Bahan organik dan amonia merupakan polutan utama yang terkandung dalam air lindi, selain itu, keberadaan polutan atau pencemar yang terkandung dalam lindi juga dipengaruhi oleh umur lindi. Semakin meningkat usia TPA maka konsentrasi COD yang terkandung di dalam lindi akan menurun (Kulikowska dan Kilimiuk, 2008). Berdasarkan balai laboratorium kesehatan Surabaya, secara umum *range* konsentrasi COD air lindi berada di kisaran 150 – 100000 mg/l. Tingginya kadar COD menjadi salah satu alasan yang mengharuskan adanya pengolahan lindi yang tepat dan tidak boleh dilakukan sembarangan (Machdar, 2008).

Pengolahan Anaerob merupakan pengolahan yang umum digunakan untuk mendegradasi limbah dengan konsentrasi COD yang tinggi, pengolahan tanpa oksigen dengan bantuan mikroorganisme dalam menguraikan zat organik yang sulit terurai dapat menyisihkan secara efektif dan menghasilkan energi berupa gas hasil dekomposisi mikroorganisme (Nirwantoro,2017).

Telah dilakukan beberapa penelitian penyisihan konsentrasi COD pada air limbah secara anaerob dengan proses seeding dan aklimatisasi secara *batch* (curah) dengan

persentase penyisihan COD mencapai 96,56%. Proses seeding dan aklimatisasi secara anaerob dapat menyisihkan konsentrasi COD sebesar 82-86% (Indriyati,2003)

*Anaerobik Fluidized Bed Reactor* (AFBR) adalah reaktor dengan sistem aliran *up flow* atau dari bawah ke atas yang dilengkapi dengan *support material* / unggun padatan yang akan tersuspensi didalam aliran gas yang melaluinya pada saat laju alir dinaikan. Sehingga sifat *support material* akan menyerupai sifat-sifat suatu cairan yang dialirkan dengan viskositas tinggi, misalnya ada kecenderungan untuk mengalir dan mempunyai sifat hidrostatis. Prinsip dari reaktor ini adalah air limbah (*leachate*) dipompakan kedalam reaktor yang di dalamnya diisi media berupa material partikel (pasir silika) sehingga media pasir tersebut terfluidisasi dan saling berkontak mengikat polutan pencemar yang terdapat di dalam air limbah *leachate* pada kondisi anaerob dan menghasilkan efluen dengan konsentrasi pencemar yang lebih rendah.

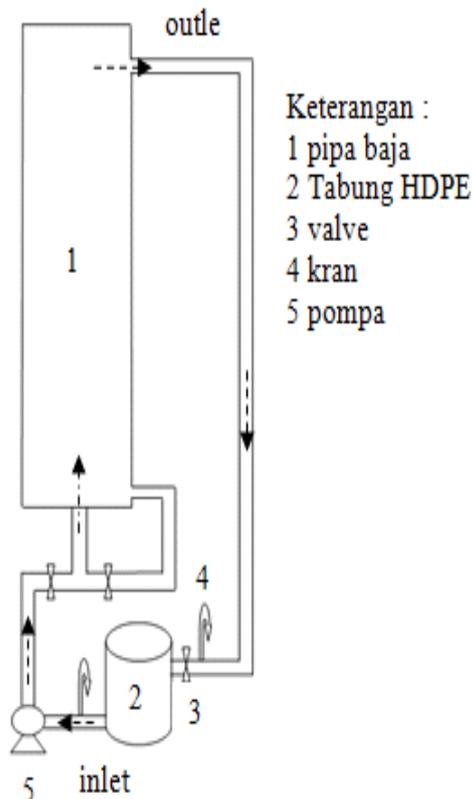
Untuk menghasilkan efluen hasil pengolahan dengan konsentrasi COD yang sesuai dengan baku mutu air lindi yang tercantum pada PerMenLHK No P.59 Tahun 2016, perlu dilakukan proses seeding dan aklimatisasi terlebih dahulu untuk mengetahui keefektifan reaktor. Keefektifan reaktor dilihat dari kemampuan mikroorganisme anaerob dalam menyisihkan konsentrasi COD selama proses seeding dan aklimatisasi.

## METODE

Penelitian ini menggunakan sampel air lindi yang berasal dari TPA Rawa Kucing Kota Tangerang dan dilakukan pada bulan Mei 2018 di Laboratorium Lingkungan Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti.

Adapun tahapan pada penelitian ini, diantaranya yaitu persiapan reaktor, *Anaerobik Fluidized Bed Reactor* merupakan reaktor yang terbuat dari pipa baja berdiameter 16 cm, tinggi 2,5 meter yang terhubung dalam satu kesatuan dengan bak penampung berbentuk silinder

berukuran 120 L berbahan dasar HDPE yang digunakan sebagai inlet dan outlet pengolahan. Media yang digunakan yaitu pasir silika yang berdiameter 0.8 mm. Sistem aliran pada reaktor ini adalah *up flow* yaitu dari bawah ke atas. Reaktor bekerja dengan aliran yang tidak putus, yaitu terus berputar dari bak inlet menuju outlet dan kembali ke penampung inlet. Pengecekan sampel selama proses kerja reaktor dilakukan dengan mengambil sampel melalui keran yang terdapat di bak penampung.



Gambar 1. Anaerobic Fluidized Bed Reactor

Prinsip pengolahan dilakukan secara anaerob dengan sistem *batch*. Berikutnya yaitu persiapan seeding dan Aklimatisasi, proses seeding merupakan proses menumbuhkan mikroorganisme pada media dan aklimatisasi merupakan proses penyesuaian mikroorganisme untuk hidup di dalam reaktor. Proses tersebut dilakukan secara bersamaan yang dilakukan dengan mencampurkan 40 L air lindi, 20 gram glukosa, 6 L filtrat hasil pengenceran lumpur TPA dan 34 L air kran bebas klor, sehingga total volume inlet sebanyak 80 L, dan yang terakhir adalah pengambilan dan analisis sampel selama proses seeding dan aklimatisasi, pengambilan sampel pada proses seeding dan aklimatisasi dilakukan secara kontinyu hingga menghasilkan

nilai yang stabil, banyaknya sampel yang diambil yaitu 50 ml yang kemudian digunakan untuk analisis parameter COD dan kemudian dapat dihitung efisiensi penyisihannya, metode yang digunakan untuk analisis parameter pencemara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Analisis Parameter

Parameter	Metode	Sumber
COD	Spektrofotometri; Bikromat secara <i>open refluks</i>	SNI 06- 6989.2- 2004; 5220 D. COD <i>close reflux colorimetric, Standard Method, 1995</i>
TSS	Gravimetri	SNI 06- 6989.3-2004

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik awal sampel diukur pada awal persiapan penelitian, hal tersebut selain untuk menentukan jenis pengolahan juga berfungsi untuk mengetahui persen penyisihan yang terjadi sebelum dan setelah dilakukan proses seeding dan aklimatisasi, hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Karakteristik Awal Air Lindi

Parameter	Satuan	PerM enLH K No. P.59 th 2016	Hasil Pemeriksa an
pH	-	6 - 9	8.57
Suhu	°C	38-40	29.7
COD	mg/L	300	5760
TSS	mg/L	100	560

Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan sebanyak dua kali yaitu dengan variasi penambahan jumlah sumber makanan mikroorganisme (glukosa) yang berbeda, pada seeding I jumlah glukosa yang diberikan sebanyak 40 gram dan pada seeding II jumlah glukosa yang diberikan sebanyak 20 gram. Pada kedua proses seeding dan aklimatisasi tersebut jumlah *leachate* yang digunakan sama yaitu

sebanyak 40 L, filtrat lumpur TPA sebanyak 6 L dan air bebas klor sebanyak 34 L sehingga total volume sebanyak 80 L.

Proses seeding dan aklimatisasi pada penelitian ini dilakukan secara bersamaan dan pada sistem *batch* atau curah, pengumpanan/pemberian makanan (glukosa) pada mikroorganisme selama proses seeding dilakukan hanya sekali yaitu pada awal penelitian dimulai. Penggunaan filtrat hasil pengenceran lumpur TPA dalam formulasi sampel, bertujuan untuk *starter* atau pemicu awal pertumbuhan mikroorganisme. Pemilihan lumpur yang berasal dari TPA sendiri bermaksud untuk mempermudah mikroorganisme dalam menyesuaikan kondisi lingkungan yang sama dengan asalnya, sehingga diharapkan dapat bertahan hidup dengan baik.

Proses aklimatisasi atau proses penyesuaian mikroorganisme dapat dinyatakan berhasil apabila terjadi penurunan konsentrasi pencemar. Dengan adanya penurunan konsentrasi parameter pencemar yaitu COD menandakan adanya proses biodegradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Proses aklimatisasi dapat dikatakan selesai apabila penurunan konsentrasi COD dalam keadaan stabil (*steady state*) dan efisiensi penyisihan pencemar mencapai 50% dari konsentrasi awal. Dari hasil percobaan, seeding I membutuhkan waktu selama 55 hari untuk mencapai *steady state* dengan konsentrasi COD awal sebesar 5760 mg/L. Data hasil analisis seeding I dapat dilihat pada **Tabel 3**.

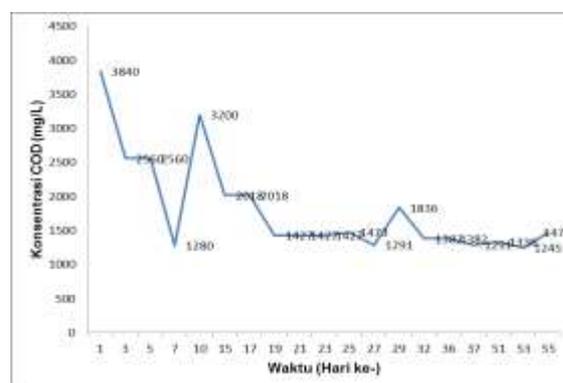
Tabel 3. Hasil Analisis Seeding dan Aklimatisasi I

Seeding I		
Hari Ke-	COD (mg/L)	% Penyisihan COD
1	3840	33
3	2560	56
5	2560	56
7	1280	78
10	3200	44
15	2018	65
17	2018	65
19	1427	75
21	1427	75
23	1427	75

25	1473	74
27	1291	78
29	1836	68
32	1382	76
36	1382	76
37	1291	78
51	1336	77
53	1245	78
55	1473	74

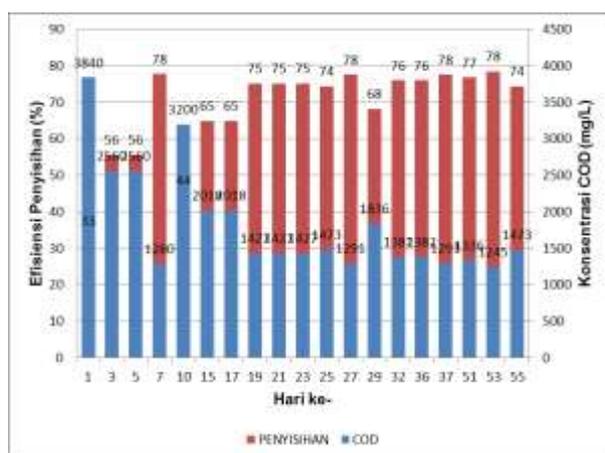
Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada hasil seeding dan aklimatisasi I, persen penyisihan COD terbesar yang dapat dicapai dalam proses aklimatisasi yaitu sebesar 78%. Selama proses seeding dan aklimatisasi penyisihan 78% terjadi di beberapa hari, diantaranya yaitu pada hari ke-7, hari ke-27, hari ke-37 dan hari ke-53 namun, tidak semua penyisihan 78% tersebut menghasilkan konsentrasi COD effluen yang terendah. Konsentrasi COD effluen terendah hanya terjadi pada hari ke-53 yaitu sebesar 1245 mg/L. Sedangkan persen penyisihan terendah yang terjadi selama proses seeding dan aklimatisasi I yaitu sebesar 33% yang hanya terjadi pada awal penelitian, yaitu hari ke-1 dengan hasil konsentrasi COD effluen sebesar 3840 mg/L.

Penurunan konsentrasi selama proses seeding dan aklimatisasi I dapat dilihat melalui Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik Penurunan Konsentrasi COD pada Seeding dan Aklimatisasi I

Jika dilihat pada grafik penurunan konsentrasi COD terhadap waktu, penurunan konsentrasi mulai stabil pada hari ke-32 sampai dengan hari ke-55. Sedangkan jika dilihat dari persen penyisihan yang dapat dicapai selama proses seeding dan aklimatisasi I dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Grafik Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD pada Seeding dan Aklimatisasi I

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa, secara keseluruhan persen penyisihan yang dicapai selama proses seeding dan aklimatisasi I melebihi 50% dari konsentrasi awal air lindi. Maka dari hasil kedua grafik tersebut (Gambar 2 dan Gambar 3) menyatakan bahwa proses seeding dan aklimatisasi I dapat dinyatakan selesai. Dan kemudian dilanjutkan dengan seeding dan aklimatisasi yang kedua. Hal tersebut dilakukan dua kali bertujuan untuk menghasilkan pertumbuhan bakteri yang cukup di dalam reaktor sehingga reaktor dapat dinyatakan aktif untuk digunakan sebagai pengolah limbah.

Pada seeding dan aklimatisasi II proses tersebut membutuhkan waktu selama 44 hari, jika dibandingkan dengan seeding dan aklimatisasi I, maka pada proses yang kedua membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk mencapai *steady state*. Hasil seeding dan aklimatisasi II dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Analisis Seeding dan Aklimatisasi II

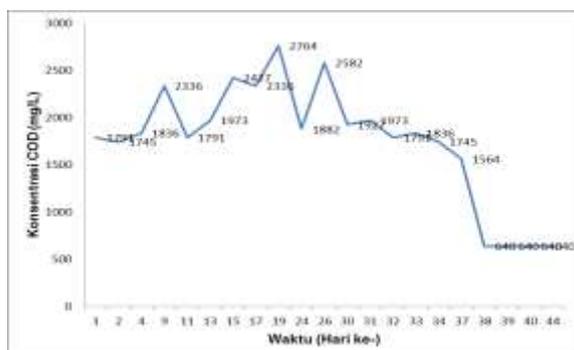
Seeding II		
Hari Ke-	COD (mg/L)	% Penyisihan COD
1	1791	69
2	1745	70
4	1836	68
9	2336	59
11	1791	69
13	1973	66

15	2427	58
17	2336	59
19	2764	52
24	1882	67
26	2582	55
30	1927	67
31	1973	66
32	1791	69
33	1836	68
34	1745	70
37	1564	73
38	640	89
39	640	89
40	640	89
44	640	89

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada hasil seeding dan aklimatisasi II, persen penyisihan COD terbesar yang dapat dicapai dalam proses aklimatisasi yaitu sebesar 89%. Selama proses seeding dan aklimatisasi penyisihan 89% tersebut terjadi di beberapa hari terakhir proses tersebut (di masa *steady state*), yaitu pada hari ke-38 sampai dengan hari ke-44. Namun, berbeda dengan proses seeding dan aklimatisasi I, penyisihan 89% yang terjadi di beberapa hari tersebut menghasilkan konsentrasi effluen yang sama yaitu sebesar 640 mg/L. Hal tersebut menyatakan bahwa pada proses yang kedua pencapaian kondisi *steady state* lebih baik dari proses seeding yang pertama.

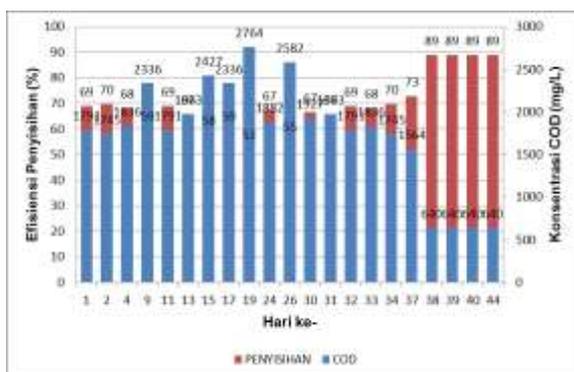
Dan persen penyisihan terendah yang terjadi selama proses seeding dan aklimatisasi II yaitu sebesar 52% yang terjadi pada hari ke-19. Nilai persen penyisihan terendah pada proses yang kedua ini pun lebih besar dari persen penyisihan terendah pada proses yang pertama, hal ini pun menunjukkan bahwa pada proses seeding yang kedua menghasilkan penyisihan yang lebih baik, hal tersebut dikarenakan pada proses seeding dan aklimatisasi II, pertumbuhan mikroorganisme sudah lebih banyak dibandingkan pada proses yang pertama, sehingga mampu mendegradasi limbah lebih baik. Pada penyisihan terendah tersebut, menghasilkan konsentrasi effluen sebesar 2764 mg/L.

Penurunan konsentrasi selama proses seeding dan aklimatisasi II dapat dilihat melalui Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Grafik Penurunan Konsentrasi COD pada Seeding dan Aklimatisasi II

Jika dilihat pada grafik yang tertera pada Gambar 4 diatas, terlihat jelas bahwa kondisi *steady state* terjadi pada saat penurunan konsentrasi COD yang sangat stabil pada hari ke-38 sampai dengan hari ke-44. Sedangkan jika dilihat dari persen penyisihan yang dapat dicapai selama proses seeding dan aklimatisasi II dapat dilihat pada Gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD pada Seeding dan Aklimatisasi II

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa, secara keseluruhan persen penyisihan yang dicapai selama proses seeding dan aklimatisasi II pun mencapai lebih dari 50% dari konsentrasi awal. Maka dapat dinyatakan bahwa proses seeding dan aklimatisasi II dapat dihentikan atau dinyatakan selesai. Dan reaktor dapat dinyatakan aktif dan dapat digunakan untuk pengolahan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penyisihan konsentrasi COD yang dapat dicapai dalam proses seeding dan aklimatisasi

menggunakan *anaerobic fluidize bed reactor* dengan sistem curah yaitu sebesar 78 – 89 %. Beban COD sebesar 5760 mg/L dapat tersisihkan dengan baik menjadi 640 mg/L. Proses Seeding dan Aklimatisasi secara anaerob dengan sistem curah pada *Anaerob Fluidized Bed Reactor* dapat berjalan efektif dengan pencapaian penyisihan parameter terukur > 50%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Munawar.2011.*Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan*.Surabaya: UPN Press
- Aziz, S. Q. , H. A. Aziz , M.S. Yusoff, M. J.K Bashir, M. Umar.2010. *Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study*,*Journal of Environmental Management*, 91 :2608-2614.
- Indriyati.2003.*Proses Pembenihan (Seeding) Dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe Fix Bed*.Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Kulikowska, D., E. Klimiuk, (2008), The effect of landfill age on municipal leachate composition, *Bioresource Technology*, 99 :5981–5985
- Machdar I. (2008). *Water Science and Technology*. 39 (7) (1999):23-31.
- Nirwantoro, Dwi.2017.*Laboratorium Pengolahan Limbah Industri*.Bandung:Politeknik Negeri Bandung
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah