

ANALISIS BEBAN PENCEMARAN DAN POTENSI LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT DI PT. XYZ

Muhammad Nur^{*1)}

¹⁾Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Suska Riau, Jl. HR. Soebrantas
KM. 18 No. 155 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia
muhammad.nur@uin-suska.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak mentah / *crude palm oil* (CPO) di industri kelapa sawit akan menghasilkan sisa proses produksi berupa limbah. Bila tidak dilakukan pengelolaan dengan baik maka limbah industri kelapa sawit tersebut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan limbah agar tidak merusak lingkungan terutama pengelolaan limbah cair, limbah cair tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dan dapat meningkatkan nilai tambah limbah itu sendiri jika pengelolaannya dilakukan secara baik. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka diperoleh simpulan bahwa beban pencemaran maksimum limbah cair bisa dikurangi sebesar 110 kg/ton CPO dan beban pencemaran sebenarnya (BPA) bisa dikurangi sebesar 106,48 kg/ton CPO. Selain itu limbah cair industri kelapa sawit berpotensi digunakan sebagai pupuk cair (*land application*).

Kata kunci: Beban pencemaran, limbah cair, kelapa sawit, potensi

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu industri yang memiliki peranan besar dalam perekonomian negara Indonesia, industri minyak kelapa sawit juga layak mendapatkan perhatian lebih. Perhatian tersebut tidak hanya dalam pengembangan industri tersebut, tapi juga disisi lain dari keberadaan industri minyak kelapa sawit ini termasuk didalamnya masalah beban pencemaran yang dihasilkan serta bagaimana penanganan limbah industri minyak kelapa sawit ini.

Industri pengolahan kelapa sawit di Indonesia mengalami pertumbuhan yang cukup pesat, hal ini terlihat dari total luas areal perkebunan kelapa sawit yang terus bertambah. Tahun 2017, industri kelapa sawit mencatat kinerja yang baik. Produksi CPO tahun 2017 mencapai 38,17 juta ton dan PKO sebesar 3,05 juta ton sehingga total keseluruhan produksi kelapa sawit Indonesia adalah 41,98 juta ton. Angka ini menunjukkan peningkatan produksi sebesar 18% jika dibandingkan dengan produksi tahun 2016 yaitu 35,57 juta ton (GAPKI, 2018). Kenaikan produksi CPO tersebut menyebabkan semakin tingginya potensi limbah yang dihasilkan, terutama limbah cair.

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit di industri kelapa sawit diperoleh limbah cair dan limbah padat. Limbah padat seperti daun, pelepah, tangkai bunga, bunga, batang akar, tempurung, janjangan/tandan kosong, serat-serat dan cangkang. Selain itu juga dihasilkan limbah cair yang masih mengandung minyak dan komponen organik lainnya (Latif, 2008).

Potensi limbah yang dihasilkan dan penanganan perlu diperhatikan baik limbah cair maupun limbah lainnya. Pengolahan limbah cair dari hasil samping industri kelapa sawit merupakan hal penting dalam rangka penanganan lingkungan industri dan dalam rangka meningkatkan nilai tambah limbah itu sendiri.

Pengolahan limbah dilakukan selama ini adalah secara konvensional seperti kolam anaerob. Pada umumnya kelemahan sistem kolam anaerob terletak pada waktu tinggal cairan yang lama dan pembentukan konsentrasi biomassa yang rendah, sehingga konsumsi substrat (limbah cair) oleh biomassa juga rendah. Untuk mengatasi hal itu, maka perlu dikembangkan berbagai konfigurasi bioreaktor dengan konsentrasi biomassa yang tinggi, bioreaktor tersebut adalah bioreaktor anaerob. Bioreaktor anaerob merupakan salah satu jenis reaktor yang dipergunakan untuk mengolah limbah organik cair dengan bantuan bakteri anaerob. Dengan

menggunakan bioreaktor anaerob mampu mengolah limbah cair yang mengandung minyak dan lemak dan mampu mencegah terjadinya kehilangan (*wash out*) biomassa anaerob, kebutuhan lahan kecil dan relatif mudah pengoperasiannya serta bermanfaat untuk pencegahan dan mengurangi beban pencemaran lingkungan.

Dari pengolahan tandan buah segar (TBS) di industri kelapa sawit, diketahui bahwa setiap ton TBS yang diolah dapat menghasilkan 140 – 200 kg CPO. Selain CPO pengolahan ini juga menghasilkan limbah/produk samping, antara lain: limbah cair (*POME=Palm Oil Mill Effluent*), cangkang sawit, fiber/sabut, dan tandan kosong kelapa sawit. Sedangkan limbah cair yang dihasilkan cukup banyak, yaitu berkisar antara 600 – 700 kg (Isroi, 2008).

Pengolahan limbah cair pada saat ini belum optimal, hal ini disebabkan karena keterbatasan dana dan teknologi yang digunakan. Bila dilakukan pengelolaan dengan baik maka limbah industri kelapa sawit merupakan potensi yang cukup besar dan dapat meningkatkan nilai tambah limbah itu sendiri. Oleh karena itu, perlu dilakukannya analisis beban pencemaran dan potensi limbah cair industri kelapa sawit tersebut guna mewujudkan industri yang ramah lingkungan.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dikarenakan percobaan dilakukan pada media yang tidak homogen (heterogen) dengan percobaan faktorial. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Penelitian ini akan menggunakan bioreaktor anaerob.

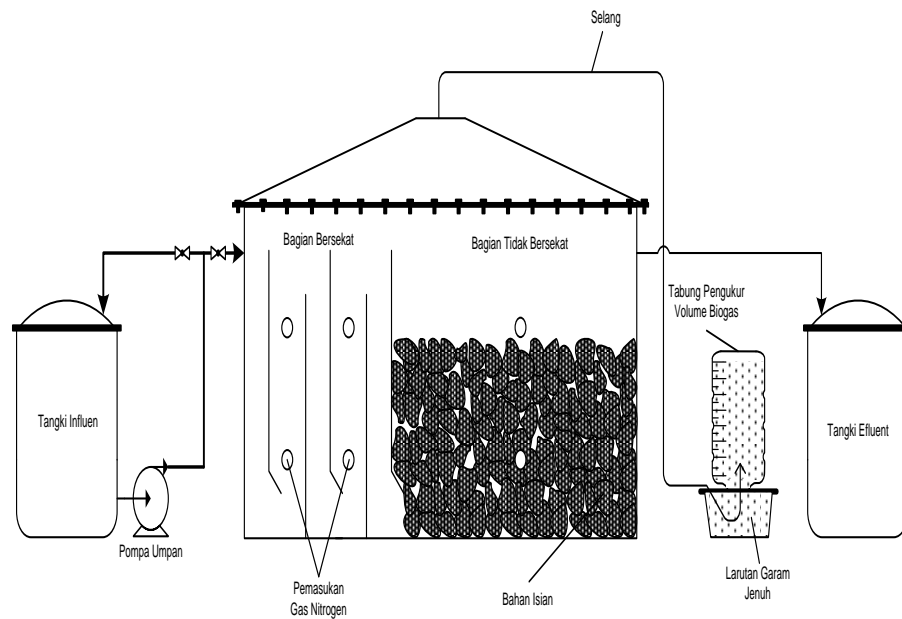
2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lumpur kolam 2 (kolam pengasaman) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri kelapa sawit. Kolam ini merupakan kolam pembentukan asam. Lumpur tersebut dimasukkan ke dalam bioreaktor anaerob di bagian yang bersekat sebanyak 1 m³ karena di bagian bersekat akan terjadi proses asidogenesis (pembentukan asam). Lumpur ini digunakan sebagai bibit mikroorganisme didalam bioreaktor anaerob. Mikroorganisme yang berperan dalam proses ini disebut mikroorganisme asidogenesis (MA). MA ini yang akan berperan dalam pembentukan senyawa asam dalam bioreaktor anaerob.
2. Lumpur kolam 4 IPAL industri kelapa sawit. Kolam 4 ini merupakan kolam tempat terjadinya pembentukan metana (gas metan). Lumpur tersebut dimasukkan ke dalam bioreaktor anaerob di bagian yang tidak bersekat sebanyak 1,5 m³ karena pada bagian ini terjadi proses metanogenesis (pembentukan metan). Mikroorganisme yang berperan dalam proses ini disebut mikroorganisme metanogenesis.
3. Limbah keluaran kolam 1 (kolam pendingin). Limbah ini berguna sebagai umpan (substrat) mikroorganisme yang ada dalam bioreaktor anaerob. Limbah ini mengandung senyawa organik kompleks (karbohidrat, lemak, protein, asam, alkohol, CO₂ dan H₂O).

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bioreaktor Anaerob
2. Tangki pengendali/umpan (*inlet*) dengan volume 1 m³ untuk mengatur laju alir umpan ke dalam bioreaktor anaerob.
3. Tangki penampung (*outlet*) dengan volume 0,5 m³ untuk menampung air keluaran dari bioreaktor anaerob.
4. Pompa air elektrik untuk mengatur laju alir umpan ke dalam bioreaktor anaerob.



Gambar 1. Rangkaian instalasi bioreaktor anaerob

2.2 Prosedur Penelitian

Faktor yang menentukan keberhasilan proses pengolahan limbah cair industri minyak kelapa sawit tergantung pada pembentukan lapisan biomassa terhadap partikel pembawa (pasir). Imobilisasi biomassa pada media partikel pembawa mendorong aktivitas dan konsentrasi biomassa agar tetap tinggi. Untuk mencapai keadaan tersebut maka dilakukan penelitian secara bertahap yang meliputi :

1. Tahap Pembibitan (*Seeding*)

Pembibitan bertujuan untuk menumbuhkan dan mengembangkan mikroorganisme di dalam substrat yang akan diolah. Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini langsung berasal dari lumpur kolam 2 dan 4 IPAL dengan pH 5,8 yang ada di industri sawit PT. XYZ. Karena mikroorganisme yang digunakan sudah dikembangkan di dalam kolam limbah, maka tahap *seeding* dianggap telah berjalan (Ahmad, 2009).

2. Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi bertujuan agar mikroorganisme dapat menyesuaikan diri dengan kondisi air buangan yang akan diolah. Dikarenakan mikroorganisme yang digunakan berasal langsung dari lumpur kolam 2 dan 4 IPAL industri sawit PT. XYZ, maka tahap aklimatisasi dianggap sudah berlangsung, sehingga tidak dibutuhkan lagi adaptasi mikroorganisme terhadap kondisi air buangan (Ahmad, 2009).

3. Instalasi Pengolahan Limbah Cair

Instalasi pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit terdiri dari peralatan utama dan peralatan pendukung.

a. Peralatan Utama

Bioreaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah bioreaktor anaerob yang menggabungkan sistem pertumbuhan bakteri melekat dan tersuspensi, seperti yang terlihat pada Gambar 1.

b. Peralatan pendukung

Peralatan pendukung merupakan peralatan yang mendukung sistem secara keseluruhan. Peralatan pendukung terdiri dari tangki umpan, selang, pompa air elektrik, penampung gas dan pemasok gas nitrogen.

4. Start-up Bioreaktor Anaerob

Kondisi operasi bioreaktor selama *start-up* dilakukan pada temperatur ruang. Selama proses *start-up* limbah cair keluaran kolam 1 IPAL PT. XYZ. Pagar ditambahkan sebagai umpan sebanyak 250 L/hari selama 16 hari dan sebanyak 300 L/hari selama 16 hari. Penambahan umpan tersebut bertujuan untuk menaikkan dan menahan pertumbuhan *biofilm*. Proses *start-up* dilakukan hingga tercapai keadaan tunak (*steady state*).

5. Proses Kontinu Bioreaktor Anaerob

Setelah keadaan tunak tercapai, selanjutnya dilakukan variasi terhadap laju alir limbah dengan selang waktu tertentu yaitu laju alir 500 L/hari, laju alir 1.000 L/hari dan laju alir 2.500 L/hari. Penambahan laju alir tersebut mengakibatkan semakin tingginya pembebanan organik terhadap bioreaktor. Tujuan dari penambahan laju alir tersebut adalah untuk mengetahui kinerja optimal bioreaktor dalam menyisihkan senyawa-senyawa organik.

3. Hasil dan Pembahasan

Teknik pengolahan limbah cair industri kelapa sawit lebih banyak dilakukan untuk memenuhi baku mutu lingkungan yang semakin ketat dan meningkatkan kesadaran manusia akan kelestarian lingkungan. Namun umumnya membutuhkan peralatan yang rumit atau waktu yang lama (Firmansyah dan Saputra, 2001).

Dalam rangka mengurangi tingkat beban pencemaran lingkungan akibat limbah cair yang dihasilkan industri kelapa sawit maka sebelum dibuang ke lingkungan atau ke badan sungai dilakukan pengolahan limbah cair tersebut dengan sistem biologis, yaitu dengan membuat kolam-kolam aerob – anaerobik.

Menurut Sinaga (1992), bahwa pengolahan limbah cair secara biologis berlangsung secara kontinyu, yaitu pada kolam anaerobik, fakultatif, aerobik, dan sedimentasi tanpa menambah zat kimia, melainkan hanya membutuhkan waktu dalam proses perombakan zat organik oleh mikroorganisme.

Karakteristik limbah cair industri minyak kelapa sawit di PT. XYZ memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dari kualitas limbah cair kelapa sawit yang diperkenankan untuk digunakan sebagai suplemen pupuk dan air irigasi pada perkebunan kelapa sawit adalah pada kadar COD < 10.000 mg/L dengan pH antara 6 – 9 (KepMen-LH No. 29 tahun 2003). Oleh karena itu, limbah cair ini perlu dioalah terlebih agar beban pencemaran bisa dikurangi dan bisa berpotensi sebagai pupuk cair kelapa sawit atau aplikasi lahan perkebunan kelapa sawit (*land application*).

Potensi limbah cair industri minyak kelapa sawit digunakan sebagai pupuk cair atau bahan pembenah tanah di perkebunan kelapa sawit sangat dimungkinkan atas dasar adanya kandungan hara dalam limbah tersebut. Penggunaan limbah cair industri kelapa sawit ini disamping digunakan sebagai sumber pupuk / bahan organik juga akan mengurangi biaya pengolahan limbah cair industri kelapa sawit tersebut. Berikut karakteristik limbah cair industri kelapa sawit (Ahmad, 2009).

Tabel 1. Karakteristik limbah cair industri kelapa sawit

Parameter	Nilai (satuan)
pH	3,3 – 4,6
BOD	24.884 – 27.421 mg/L
COD	47.165 – 49.765 mg/L
TS	16.580 – 94.106 mg/L
TSS	1.330 – 50.700 mg/L

3.1 Beban Pencemaran

Perhitungan beban pencemaran digunakan sebagai kontrol terhadap industri apakah industri tersebut mengolah limbahnya dengan baik atau tidak, dan menurut ketentuan BPA tidak boleh lebih besar dari BPM. Perhitungan beban pencemaran sesuai dengan KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai BPM lebih besar dari nilai BPA. Sesuai dengan ketentuan BPA tidak boleh lebih besar dari nilai BPM. BPM limbah cair sebelum dilakukan pengolahan dengan bioreaktor anaerob adalah sebesar 125kg/ton CPO dan setelah dilakukan pengolahan sebesar 15 kg/ton CPO.

Dengan menggunakan bioreaktor anaerob maka beban pencemaran maksimum (BPM) bisa dikurangi sebesar 110kg/ton CPO. Sedangkan BPA limbah cair sebelum dilakukan pengolahan dengan bioreaktor anaerob adalah sebesar 121 kg/ton CPO dan setelah dilakukan pengolahan sebesar 14,25 kg/ton CPO. Dengan dilakukan pengolahan limbah cair industri kelapa sawit menggunakan bioreaktor anaerob maka beban pencemaran sebenarnya (BPA) bisa dikurangi sebesar 106,48 kg/ton CPO.

3.2 Potensi Limbah Cair

Karakteristik limbah cair industri kelapa sawit yang digunakan sebagai umpan (substrat) dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik limbah cair industri kelapa sawit PT. XYZ

Parameter	Nilai (satuan)
pH	5,6
COD	50.000 mg/L

Karakteristik limbah cair industri kelapa sawit memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dari kualitas limbah cair kelapa sawit yang diperkenankan untuk dimanfaatkan sebagai suplemen pupuk dan air irigasi pada perkebunan kelapa sawit adalah pada kadar BOD < 5.000 mg/L atau COD < 10.000 mg/L dengan pH antara 6 – 9 (KepMen LH No. 29 tahun 2003).

3.3 Nilai pH

Nilai pH digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah limbah cair industri kelapa sawit yang diolah dalam bioreaktor anaerob berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif pupuk yang diaplikasikan ke lahan perkebunan atau *land application* (LA).

Rata – rata pH keluaran bioreaktor anaerob pada laju alir 500 L/hari adalah 6,7. Pada laju alir 1.000 L/hari terjadi peningkatan nilai pH bioreaktor anaerob dibandingkan dengan laju alir 500 L/hari yaitu nilai rata – rata pH keluaran bioreaktor anaerob 7,2. Peningkatan pH ini akan memacu proses biodegradasi sehingga meningkatkan aktivitas mikroorganisme metanogen (Siregar, 2009). Sedangkan pada laju alir 2.500 L/hari terlihat nilai rata – rata pH bioreaktor anaerob mulai stabil yaitu 7,2. Penurunan pH ini disebabkan oleh proses asidifikasi selama biodegradasi anaerob yang menghasilkan asam-asam volatil yang bersifat asam sehingga menyebabkan pH sistem (bioreaktor anaerob) menurun (Widjaja, dkk. 2008).

Terjadinya fluktuasi nilai pH pada masing – masing variasi laju alir menunjukkan bahwa proses pembentukan asam pada proses asidogenesis sedang berlangsung dengan cepat, namun tidak diikuti oleh proses pembentukan metana pada proses metanogenesis yang cenderung berlangsung lambat (Rahmayetty, 2003).

Nilai perubahan pH sistem relatif konstan pada semua variasi laju alir yaitu berkisar antara 6,4 – 7,2. Pada rentang pH tersebut diperkirakan mikroorganisme anaerobik yang digunakan di dalam bioreaktor dapat berkembang dengan optimum mengingat kondisi

lingkungan optimum lingkungan mikroorganisme anaerobik adalah dengan pH antara 5,8 – 8,2 (Speece, 1996).

Kualitas limbah cair kelapa sawit yang diperkenankan untuk dimanfaatkan sebagai suplemen pupuk dan air irigasi pada perkebunan kelapa sawit dengan pH antara 6 – 9 (KepMen LH No. 29 tahun 2003). Berdasarkan nilai rata – rata pH hasil analisis sampel keluaran dari bioreaktor anaerob maka range nilai pH antara 6,4 – 7,2. Dengan demikian limbah cair keluaran dari bioreaktor anaerob berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk pada perkebunan kelapa sawit (*land application*).

3.4 Kandungan COD

Kandungan COD digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah limbah cair industri kelapa sawit yang diolah dalam bioreaktor anaerob berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif pupuk yang diaplikasikan ke lahan perkebunan atau *land application* (LA).

Kualitas limbah cair kelapa sawit yang diperkenankan untuk dimanfaatkan sebagai suplemen pupuk dan air irigasi pada perkebunan kelapa sawit adalah pada kadar BOD < 5.000 mg/L (COD < 10.000 mg/L) (KepMen LH No. 29 tahun 2003).

Pada laju alir 500 L/hari di bioreaktor anaerob rata – rata kandungan COD limbah cair sebesar 30.000 mg/L. Pada laju alir 1.000 L/hari terjadi penurunan kandungan COD jika dibandingkan dengan kandungan COD pada laju alir 500 L/hari, bioreaktor anaerob rata – rata kandungan COD sebesar 14.666,7 mg/L. Sedangkan pada laju alir 2.500 L/hari, rata – rata kandungan COD menurun menjadi sebesar 6.666,7 mg/L. Kandungan COD mulai stabil pada laju alir 2.500 L/hari. Penurunan kandungan COD ini menunjukkan bahwa mikroorganisme telah beradaptasi dengan limbah yang akan diolah dan mampu mendegradasi bahan organik yang terdapat di dalam limbah (Syafilla, *et al.* 2003).

Terjadinya penurunan rata – rata kandungan COD jika variasi laju alir dinaikkan menunjukkan bahwa semakin cepat variasi laju alir maka proses biodegradasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam limbah cair berlangsung dengan baik, karena kontak antara mikroorganisme dengan limbah cair sebagai makanannya (substrat) cukup banyak, sehingga mikroorganisme dapat berkembang dengan cepat dan menyebabkan degradasi limbah cair semakin cepat pula.

Berdasarkan kandungan COD hasil analisis sampel keluaran bioreaktor anaerob maka kandungan COD yang paling rendah kandungannya adalah pada variasi laju alir 2.500 L/h yaitu 6.666,7 mg/L. Sehingga limbah cair tersebut berpotensi digunakan sebagai pupuk pada perkebunan kelapa sawit (*land application*).

4. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa beban pencemaran maksimum (BPM) bisa dikurangi sebesar 110kg/ton CPO dan beban pencemaran sebenarnya (BPA) bisa dikurangi sebesar 106,48 kg/ton CPO. Dan berdasarkan nilai pH dan kandungan COD hasil penelitian dibandingkan dengan nilai pH dan kandungan COD yang diperkenankan untuk LA maka limbah cair industri kelapa sawit berpotensi digunakan sebagai pupuk cair pada perkebunan kelapa sawit (*land application*).

Daftar Pustaka

- Ahmad, A. (2009). Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Unri Press, Pekanbaru.
- Anonim. (2009). Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. Subdit Pengelolaan Lingkungan Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Ditjen PPHP. Departemen Pertanian, Jakarta.

- Firmansyah, A dan Saputra, A. (2001). Pengolahan Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit Dengan Bioreaktor Membran Anaerob. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. ITB, Bandung.
- GAPKI. (2018). Refleksi Industri Kelapa Sawit 2017 dan Prospek 2018. www.gapki.id. Diakses tanggal 29 Maret 2018.
- Isroi. (2008). Limbah Pabrik Kelapa Sawit. www.isroi.wordpress.com. Diakses tanggal 8 Marer 2018.
- Latif, S.Y.B. (2008). Dampak pemanfaatan Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Kandungan Bahan Organik dan Nitrogen Dalam Tanah. Tesis. UNRI, Riau.
- Menteri Lingkungan Hidup. Kep – 51 / MENLH/ 10/ 1995. Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Rahmayetty. (2003). Pengolahan Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit dengan Kombinasi Proses Anaerob Dua Fasa dan Membran. Tesis Magister Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Syafila M., A. H. Djajadiningrat, M. Handajani. (2003). Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase. *Prociding ITB Sains & Tek.* Vol. 35 A.
- Widjaja, T., A. Altway, P. Prameswarhi, dan F. S. Wattimena. (2008). Pengaruh HRT dan Beban COD Terhadap Pembentukan Gas Metan pada Proses Anaerobic Digestion Menggunakan Limbah Padat Tepung Tapioka. Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.