

Laporan Akhir
Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi
Tahun Anggaran 2013



Pemanfaatan Tanaman Gulma Sebagai Biofilter Pada
Pengolahan Limbah Cair Secara Anaerob

Drs. Hery Purnobasuki, M. Si., PhD (NIDN 0005076704)
Tri Nurhariyati, S. Si., M. Kes. (NIDN 0013116702)
Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. (NIDN 0001108301)

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga / Non BOPTN Tahun Anggaran 2013,
sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Tentang Kegiatan Penelitian Unggulan
Perguruan Tinggi Nomor: 7673/UN3/KR/2013, Tanggal 2 Mei 2013

Universitas Airlangga
Nopember, 2013

Laporan Akhir
Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi
Tahun Anggaran 2013

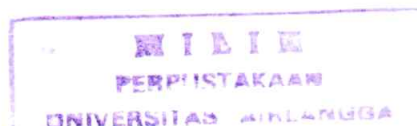


Pemanfaatan Tanaman Gulma Sebagai Biofilter Pada
Pengolahan Limbah Cair Secara Anaerob

Drs. Hery Purnobasuki, M. Si., PhD (NIDN 0005076704)
Tri Nurhariyati, S. Si., M. Kes. (NIDN 0013116702)
Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. (NIDN 0001108301)

Dibiayai oleh DIPA Universitas Airlangga / Non BOPTN Tahun Anggaran 2013,
sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Tentang Kegiatan Penelitian Unggulan
Perguruan Tinggi Nomor: 7673/UN3/KR/2013; Tanggal 2 Mei 2013

Universitas Airlangga
Nopember, 2013



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pemanfaatan Tanaman Gulma Sebagai Biofilter
 Pada Pengolahan Limbah Cair Secara Anaerob

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Drs. Hery Purnobasuki, M. Si., Ph. D.
NIDN : 0005076704
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Biologi
Nomor HP : 081553163464
Alamat surel (e-mail) : herypurba@yahoo.com

Anggota (1)
Nama Lengkap : Nur Indradewi Oktavitri, S.T., M.T.
NIDN : 0001108301
Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga

Anggota (2)
Nama Lengkap : Tri Nurhariyati, S. Si., M. Kes.
NIDN : 0013116702
Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga

Anggota (3)
Nama Lengkap :-
NIDN :-
Perguruan Tinggi :-
Institusi Mitra (jika ada) :-
Nama Institusi Mitra :-
Alamat :-
Penanggung Jawab :-
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 100.000.000,00

Mengetahui:
Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi,

(Prof. Drs. Win Darmanto, M.Si., Ph.D.)
 NIP. 196106161987011001

Surabaya, 1 Nopember 2013
Ketua Peneliti,

(Drs. Hery Purnobasuki, M. Si., Ph. D.)
 NIP. 196705071991021001

Mengetahui:
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unair,



(Agus Purwanto, Apt., M.Si.)
 NIP. 195908051987011001

RINGKASAN

Tanaman memiliki kandungan bahan organik yang tinggi yang dapat membantu pertumbuhan bakteri pendegradasi limbah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pemanfaatan bahan organik pada tanaman gulma, khususnya alang-alang (*Imperata cylindrical*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai biofilter pada pengolahan air limbah secara anaerob. Alang-alang dan eceng gondok direndam dengan air limbah berbau organik tinggi (misal air limbah industri tahu) untuk mengetahui kemampuan degradasi secara *batch*. Penelitian ini dilakukan selama 2 tahun. Pada tahun 1 bertujuan untuk mendapatkan spesifikasi media berupa jenis media, ukuran media, peletakan media. Pengolahan ini dilakukan dengan variasi jenis media yaitu batang alang-alang dan eceng gondok, ukuran media 1 dan 2 cm, serta peletakan media dalam reaktor selama kurun waktu 7 dan 21 hari. Reaktor yang digunakan adalah reaktor anaerob dengan volume 1 liter dengan ketinggian media 30% volume reaktor. Parameter yang dijadikan acuan untuk kemampuan eceng gondok dan alang alang dalam penyisihan bahan organik adalah COD dan TSS serta volume biogas. Sedangkan pada tahun ke 2, dilakukan uji kemampuan biofilter pada proses kontinyu (bersinambung) selama 42 hari dengan membandingkan kinerja reaktor dengan jenis media anorganik (PVC), menguji kemampuan reaktor dengan beban organik yang berbeda, serta waktu hidrolis yang berbeda. Hasil dari Tahun ke-1 adalah media eceng gondok dengan ukuran 1 cm yang dikombinasikan dengan kerikil agar penempatan media dapat didasar reaktor.

SUMMARY

Plant has organic substance which it can support bacteria to decrease waste. This research aims to investigate Imperata cylindrical and Eichhornia crassipes as biofilter in anaerobic wastewater treatment. I. cylindrical and E. crassipes is incubated in tofu wastewater which to investigate degradation competency in batch system. This research will be done in 2 years. First years will be focused to investigate species media; size of media; and placement of media. Variation of media species are I. cylindrical and E. crassipes. Size of media was investigated are 1 cm and 2 cm. Placement of media is used in thos research are floating in reactor and settling in reactor. The parameters which of investigate are COD and TSS. The second year concern with operation of anaerobic reactor in continues system for 42 days. The second year focused to compare media which resulted from first year with anaerobic media (PVC), investigate ability of reactor with media had choosed with difference of organic loading rates and hydraulic retention times. The result from first year is 1 cm of E. crassipes is combined with gravel therefore media can placement in bottom of reactor.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT, dengan rahmat dan hidayah-Nya laporan kemajuan penelitian yang berjudul "Pemanfaatan Tanaman Gulma Sebagai Biofilter Pada Pengolahan Limbah Cair Secara Anaerob" ini telah selesai. Laporan penelitian ini membahas tentang potensi tanaman gulma untuk menjadi media filter dalam pengolahan limbah cair. Manfaat dari penelitian ini sebagai dasar untuk alternatif pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah dengan media filter yang terjangkau.

Laporan penelitian ini terdiri atas 7 bab, dimana pada Bab 1 merupakan Pendahuluan yang meliputi latar belakang beserta permasalahan; Bab 2 tentang Tinjauan Pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini; Bab 3 adalah tujuan dan manfaat dari penelitian ini; sedangkan Bab 4 tentang Metode Penelitian; Bab 5 adalah Hasil dan Pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian ini; Bab 6 tentang rencana tahapan berikutnya dan Bab 7 tentang Kesimpulan dan Saran dari penelitian ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga ditujukan kepada semua pihak yang telah memberi banyak dukungan dalam penelitian ini. Serta ucapan terima kasih ditujukan kepada seluruh mahasiswa Ilmu dan Teknologi Lingkungan yang telah membantu penelitian ini dan berbagai pihak lain yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Surabaya, 1 Nopember 2013

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN SAMPUL | 0 |
| HALAMAN PENGESAHAN | 1 |
| RINGKASAN DAN SUMMARY | 2 |
| PRAKATA | 3 |
| DAFTAR ISI | 4 |
| DAFTAR TABEL | 5 |
| DAFTAR GAMBAR | 6 |
| DAFTAR LAMPIRAN | 7 |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 8 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 12 |
| BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 20 |
| BAB 4. METODE PENELITIAN | 22 |
| BAB 5. HASIL YANG DICAPAI | 29 |
| BAB 6. RENCANAN TAHAPAN BERIKUTNYA | 46 |
| BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 5.1 Hasil Analisis Pendahuluan Kualitas Air Limbah | |
| Tahu..... | 29 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Kndungan Nutrien dalam Proses | 14 |
| Gambar 2.2 Proses Fermentasi Glukosa menjadi Methan | 14 |
| Gambar 4.1 Fishbone Diagram Perkembangan Penelitian | 22 |
| Gambar 4.2 Bagan Rencana Penelitian Tahun 1 dan 2 | 23 |
| Gambar 4.3 Bagan Alir Tahapan Penelitian Tahun ke-1 | 24 |
| Gambar 4.4 Bagan Alir Tahapan Penelitian Tahun ke-2 | 25 |
| Gambar 4.5. Rangkaian Reaktor | 27 |
| Gambar 5.1 Nilai COD dengan waktu inkubasi 7 hari | 31 |
| Gambar 5.2 Alkalinitas pada reaktor selama 7 hari | 32 |
| Gambar 5.3 Nilai pH di reaktor selama 7 hari | 33 |
| Gambar 5.4 Produksi Biogas Selama Inkubasi 7 hari | 34 |
| Gambar 5.5 Hasil Analisis TSS selama 7 hari | 35 |
| Gambar 5.6 Nilai COD selama inkubasi reaktor 21 hari | 38 |
| Gambar 5.7 Nilai Alkalinitas selama inkubasi 21 hari | 39 |
| Gambar 5.8 Nilai pH setelah inkubasi selama 21 hari | 39 |
| Gambar 5.9 Produksi biogas selama masa inkubasi 21 hari | 41 |
| Gambar 5.10 Nilai TSS setelah inkubasi selama 21 hari | 42 |
| Gambar 5.11 Jumlah bakteri dengan media Nutrien Agar | 44 |
| Gambar 5.12 Jumlah bakteri methanogenesis | 44 |
| Gambar 5.13 Struktur jaringan media eceng gondok dan alang-alang.. | 45 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|----------------|
| Lampiran 1 Data Running Anaerobic reactor | 50 |
| Lampiran 2 Hasil Analisis Anova Konsentrasi COD dan TSS serta volume biogas setelah inkubasi 7 hari | 52 |
| Lampiran 3 Hasil Analisis Anova COD dan TSS, Vol. Biogas setelah inkubasi 21 hari | 53 |
| Lampiran 4 Foto Penelitian | 54 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gulma adalah sebagai tumbuhan yang tumbuh pada areal tidak dikehendaki tumbuh. Gulma secara langsung maupun tidak langsung merugikan tanaman budi daya. Berdasarkan morfologinya tanaman gulma sejenis rerumputan dan berdaun lebar. Gulma sangat mudah ditemui di Indonesia terutama di daerah persawahan atau perairan. Gulma cepat sekali pertumbuhannya sehingga dapat mengganggu budidaya atau perairan. Sering kali, masyarakat membuangnya padahal tanaman tersebut punya berbagai kelebihan.

Tanaman gulma banyak jenisnya, dalam penelitian ini dikhususkan pada alang-alang (*Imperata cylindrical*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Kedua tanaman tersebut telah banyak dikaji tentang kandungan bahan kimianya (Sutiya *et al* (2012), Kriswiyanti dan Endah (2009), Widyastuti dan Sunardi (-)). Kandungan bahan organik yang cukup tinggi berasal dari proses metabolisme tanaman tersebut. Bahan organik yang cukup tinggi adalah selulosa, untuk alang-alang mencapai kisaran 50% (Sutiya *et al*, 2012) sedangkan eceng gondok mencapai 64,51% (Kriswiyanti dan Endah, 2009).

Selulosa memiliki peranan penting pada proses pertumbuhan bakteri, seperti bakteri methanogenesis (Bouallagui *et al*, 2005). Selulosa dapat menjadi sumber karbon bagi pertumbuhan bakteri pendegradasi limbah seperti bakteri acidogenesis, acetogenesis, methanogenesis. Potensi dari alang-alang dan eceng gondok dapat dieksplorasi dengan melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan bakteri methanogenesis. Bakteri methanogenesis dapat menghasilkan gas methan yang sedang marak dikembangkan untuk mengatasi krisis energy di Indonesia.

Alang-alang dan eceng gondok dikembangkan pemanfaatannya untuk pengolahan air limbah. Potensi alang-alang dan eceng gondok yang banyak dieksplorasi terhadap pengolahan limbah yang banyak dikaji pada kemampuan tanaman tersebut dalam *constructed wetland* (Zhang *et al* (2010), Zhang *et al* (2009)) sedangkan kemampuannya dalam pengolahan air limbah anaerob masih belum banyak dikembangkan terutama peranannya sebagai media filter pada biofilter anaerob. Pengolahan air limbah secara anaerob dapat menghasilkan biogas sebagai alternatif energi saat ini. Banyak penelitian yang telah mengolah air limbah dengan proses anaerob seperti Foresti *et al* (2006), Syafila *et al* (2003), Malakahmad dkk (2004) dan Gašpariková (2004).

Saat ini penelitian yang sedang banyak dikembangkan adalah biofilter anaerob seperti yang dikembangkan Syafila *et al* (2009) dengan memanfaatkan media kerikil sebagai media filter dan tempat lekat pertumbuhan mikroba untuk mendegradasi bahan

organik yang ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) kisaran 70—80%. Kerikil adalah media yang sering digunakan dalam proses filter hanya saja kerikil ini memiliki harga yang mahal dan tidak memiliki kandungan organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba, dilain pihak alang-alang dan eceng gondok sangat mudah didapatkan dan tidak perlu membeli karena tumbuh secara liar dan memiliki kandungan organik yang tinggi Sutiya *et al* (2012), Kriswiyanti dan Endah (2009), Widyastuti dan Sunardi (-) sehingga menurut Bouallagui *et al* (2003) adanya kandungan organik di media biofilter dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri methan. Tingginya pertumbuhan mikroba terutama bakteri methan dapat meningkatkan produksi biogas yang dihasilkan dari proses pengolahan air limbah secara anaerob.

Penelitian ini melakukan kajian terlebih dulu tentang kandungan bahan organik pada struktur batang alang-alang dan eceng gondok. Batang alang-alang dan eceng gondok dilakukan preparasi sebelum direndam dengan air limbah. Pengolahan ini dilakukan dengan variasi jenis media yaitu batang alang-alang dan eceng gondok yang akan dibandingkan jika tanpa menggunakan media. Ukuran dari tanaman juga dikaji dengan ukuran 1 dan 2 cm. Setelah dikaji ukuran dan jenis media yang sesuai, maka dikaji peletakan media dalam reaktor, dibagian atas atau bawah reaktor. Pengolahan ini menggunakan parameter kualitas air limbah yaitu *Chemical Oxygen Demand*, *Total Suspended Solid* (TSS), alkalinitas, pH, suhu, dan produksi biogas. Hasil dari penelitian tahun pertama adalah spesifikasi tanaman berupa jenis tanaman; ukuran tanaman; serta peletakan media dalam reaktor.

Pada tahun kedua, tanaman yang terpilih akan diaplikasikan sebagai media filter pada pengolahan biofilter anaerob dengan mengalirkan air limbah secara terus-menerus untuk dapat diketahui kemampuan tanaman sebagai filter dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bakteri degradasi limbah. Kemampuan spesifikasi tanaman terpilih dari tahun pertama akan diuji kemampuan sebagai biofilter dengan variasi beban organik tertentu dan waktu hidrolis tertentu. Parameter yang digunakan kualitas air limbah yaitu *Chemical Oxygen Demand*, *Total Suspended Solid* (TSS), alkalinitas, pH, suhu, serta produksi biogas. Hasil dari penelitian tahun kedua adalah spesifikasi beban organik dan waktu hidrolis yang sesuai untuk biofilter dari media terpilih dari tahun pertama.

1.2. Permasalahan

- 1) Berapakah panjang tanaman gulma sebagai media lekat yang dapat mendegradasi TSS, serta meningkatkan bahan organik dan menghasilkan biogas dalam proses pengolahan biofilter anaerob secara *batch* selama 7 hari?
- 2) Jenis Tanaman gulma sebagai media lekat manakah yang mampu mendegradasi COD dan TSS dan menghasilkan biogas dalam proses pengolahan biofilter anaerob secara *batch*?
- 3) Dimanakah peletakan media yang sesuai untuk meningkatkan degradasi COD dan TSS?
- 4) Berapakah kelimpahan bakteri pendegradasi limbah saat menggunakan media tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan biofilter anaerob secara *batch*?
- 5) Berapakah kemampuan tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan anaerob secara *continue* untuk degradasi COD dan TSS dengan beban organik tertentu?
- 6) Berapakah pengaruh beban organik terhadap produksi biogas dengan reaktor anaerob bermedia tanaman gulma terpilih?
- 7) Berapakah kemampuan tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan anaerob secara *continue* untuk degradasi COD dan TSS dengan waktu hidrolis tertentu?
- 8) Berapakah pengaruh beban organik terhadap produksi biogas dengan reaktor anaerob bermedia tanaman gulma terpilih?

1.4. Urgensi (Keutamaan) penelitian

Saat ini perhatian masyarakat akan optimalisasi pemanfaatan alang-alang dan eceng gondok cukup kurang padahal ketersediaannya di alam cukup melimpah. Sering kali alang-alang dan eceng gondok dibuang oleh masyarakat. Selain itu, air limbah domestik maupun industri kecil juga kurang mendapat perhatian oleh penghasil limbah. Pada umumnya, air limbah langsung dibuang ke badan air, sehingga dapat mencemari badan air. Jika kemampuan alang-alang dan eceng gondok digunakan untuk mengolah air limbah yang memiliki bahan organik tinggi dengan proses anaerob akan menjadi kombinasi yang menarik. Kedua hal yang sering diabaikan oleh masyarakat bahkan dibuang sembarangan

oleh masyarakat, memiliki potensi penghasil energi yaitu biogas. Hal ini dapat menjadi solusi dalam mengatasi krisis energi di Indonesia

Penggunaan alang-alang atau eceng gondok dalam proses pengolahan anaerob diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri methan. Alang-alang dan eceng gondok memiliki kandungan organik yang tinggi. Kandungan organik ini dapat memicu pertumbuhan bakteri methan pada proses pengolahan anaerob. Kandungan organik pada batang alang-alang maupun eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai media filter pada biofilter anaerob. Sehingga, selain bahan organiknya (selulosa) pemicu pertumbuhan bakteri, batangnya dapat digunakan sebagai media penyaring dan dapat memperlambat aliran pada pengolahan anaerob. Aliran yang lambat dan kandungan bahan organik yang tinggi dapat memberi kesempatan bakteri untuk menguraikan bahan organik menjadi gas methan. Gas methan selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

Penelitian ini berorientasi agar pemanfaatan alang-alang dan eceng gondok pada pengolahan biofilter anaerob dapat diaplikasikan ke masyarakat dari pertumbuhan mikroba sebagai sumber penghasil biogas. Hasil dari tahap pertama penelitian ini akan diperoleh tanaman terbaik yang dapat menghasilkan pertumbuhan bakteri methan tertinggi. Penelitian ini kemudian dikembangkan pada Tahun kedua dengan mengetahui kemampuan tanaman terpilih pada tahun pertama sebagai media filter dan penghasil gas methan pada reaktor biofilter anaerob berskala lebih besar dibanding tahun pertama.

1.5 Target Inovasi

Inovasi yang akan dihasilkan dalam penelitian ini sebuah teknologi tepat guna dengan menggunakan bahan yang mudah didapat untuk mengolah air limbah. Air olahannya diharapkan dapat dimanfaatkan kembali dan teknologi yang diciptakan dapat menghasilkan energi berupa biogas. Inovasi ini dapat bermanfaat untuk mengatasi krisis air dan krisis energi yang sedang melanda di Indonesia. Inovasi ini dapat diterapkan untuk skala rumah tangga, industri kecil yang memiliki air limbah organik.

BAB 2. STUDI PUSTAKA

2.1. Tanaman Gulma

Gulma adalah tumbuhan yang kehadirannya tidak diinginkan pada lahan, khususnya pertanian karena menurunkan hasil yang dapat dicapai oleh tanaman produksi. Batasan gulma bersifat teknis dan plastis. *Teknis*, karena berkaitan dengan proses produksi suatu tanaman pertanian. Keberadaan gulma menurunkan hasil karena mengganggu pertumbuhan tanaman produksi melalui kompetisi. *Plastis*, karena bahan ini tidak mengikat suatu spesies tumbuhan.

2.1.1 Alang-alang

Alang-alang memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut:

| | |
|----------|-------------------------|
| Kerajaan | : Plantae |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Liliopsida |
| Ordo | : Poales |
| Famili | : Poaceae |
| Genus | : <i>Imperata</i> |
| Spesies | : <i>I. cylindrical</i> |

Alang-alang atau ilalang adalah sejenis rumput berdaun tajam, yang kerap menjadi gulma di lahan pertanian. Rumput ini juga dikenal dengan nama-nama daerah seperti alalang halalang, lalang, weli, kusu-kusu, wusu, wutsu.

Alang-alang memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Kadar air alang-alang sebesar 93,76%. Besar kadar air ini berdasarkan lokasi tumbuh dan keadaan lingkungan (Sutiya *et al* (2012)). Kadar air bukanlah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pendegradasi limbah, akan tetapi kandungan selulosa. Kandungan selulosa alang-alang berkisar 50% (Sutiya *et al* (2012)).

2.1.2 Eceng Gondok

Eceng gondok memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut:

| | |
|----------|------------------|
| Kerajaan | : Plantae |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Liliopsida |
| Ordo | : Commelinales |
| Famili | : Pontederiaceae |



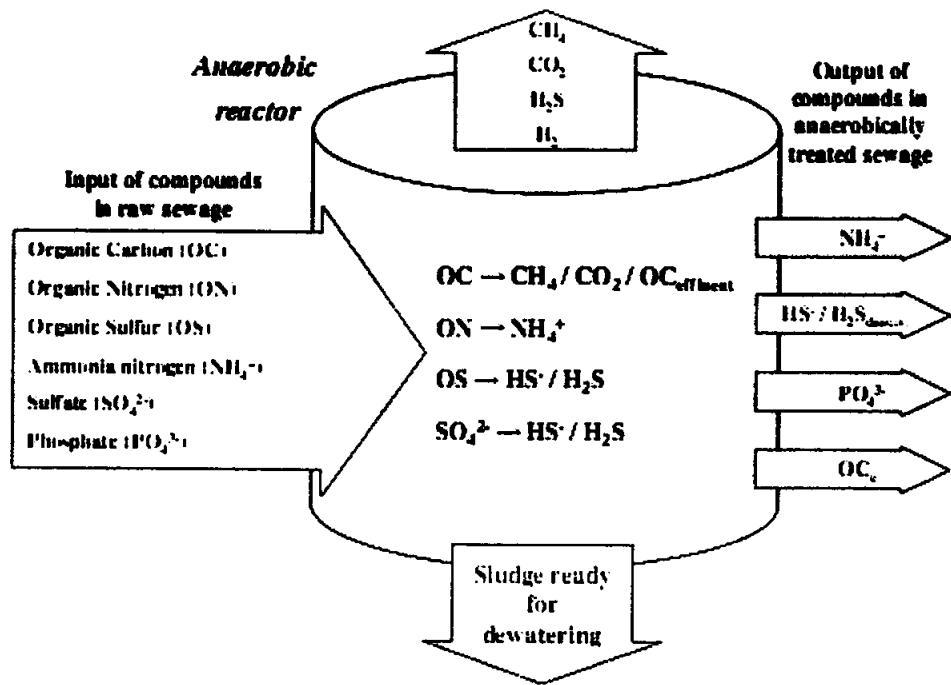
Genus : *Eichhornia*
Species : *E. crassipes*

Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain itu dikenal dengan nama eceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia. Eceng gondok memiliki nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk. Eceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh ilmuwan bernama Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang ahli botani berkebangsawanan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang sangat tinggi sehingga dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.

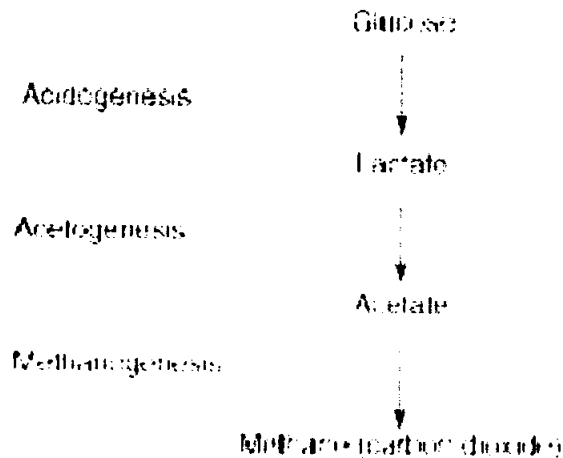
Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsure hara tempat tumbuhnya dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam berat, senyawa sulfide, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosa seperti lignin, abu, lemak, dan zat lainnya (Kriswiyanti dan Endah, 2009)

2.2 Mikroorganisme pendegradasi limbah

Aktivitas mikroorganisme memiliki pengaruh penting dalam pengolahan air limbah. Aktivitas tersebut tentunya tidak lepas dari nutrient yang terkandung didalamnya seperti yang terlihat pada Gambar 1. Dari gambar 1 terlihat bahwa kandungan karbon, nitrogen, sulfur, fosfat memiliki peranan dari terhasilnya biogas (gas methan). Malakahmad dkk (2009) menyampaikan bahwa ada proses fermentasi perubahan glukosa menjadi methan melalui bantuan bakteri acidogenesis, acetogenesis, methanogenesis (gambar 2.1).



Gambar 2.1. Kandungan nutrisi dalam proses (Foresti, 2006)



Gambar 2.2. Proses Fermentasi Glukosa menjadi Methan (Malakahmad dkk, 2009)

Nutrisi

Mikroba sangat bergantung pada nutrisi untuk bertahan hidup. Mampu atau tidaknya mikroba bertahan hidup akan terlihat dari kecukupan nutriennya. Nutrien-nutrien merupakan pendukung untuk hidup, berkembang biak dan menghasilkan enzim-enzim untuk mendegradasi hidrokarbon. Nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba bervariasi menurut jenis mikroba, namun seluruh mikroba memerlukan nitrogen, fosfor dan karbon (Waluyo, 2010)

Selain itu, ada beberapa mineral-mineral lain yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti potassium, mangan, kalsium, besi, tembaga, kobalt, dan seng. Senyawa-senyawa tersebut biasanya berbentuk garam-garam inorganik dan biasanya sudah terdapat dalam jumlah yang cukup di lingkungan baik tanah maupun air sehingga tidak memerlukan perhatian khusus pada proses bioremediasi.

Kondisi Lingkungan

Selain membutuhkan nutrien, mikroba membutuhkan kondisi lingkungan tertentu untuk hidup, karena pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang akhirnya mempengaruhi laju degradasi. Beberapa diantaranya adalah (Bagus S, 2010):

a. Oksigen

Biodegradasi didominasi oleh proses oksidasi. Enzim-enzim bakteri akan mengkataliskan pemasukan oksigen kedalam hidrokarbon sehingga molekul dapat dikonsumsi untuk metabolisme sel. Karena itu, oksigen adalah kebutuhan terpenting dalam proses biodegradasi minyak bumi.

b. pH

Untuk mendukung pertumbuhan mikroba, pH tanah harus berada antara 6-8, dengan pH optimal 7. Nilai pH tanah asam dapat dinaikkan dengan penambahan kapur dan pH tanah basa dapat diturunkan dengan penambahan sulfur.

c. Temperatur

Temperatur merupakan faktor yang penting dalam biodegradasi walaupun degradasi hidrokarbon terjadi pada rentang temperatur yang cukup besar. Temperatur menjadi penting karena pada temperatur rendah, pergerakan molekul cenderung lambat dan molekul-molekul yang menyatu cenderung tidak ikut bereaksi. Peningkatan temperatur akan meningkatkan kemungkinan terjadinya reaksi dan meningkatkan laju difusi. Laju reaksi enzimatik secara umum dapat meningkat setiap kenaikan 10⁰C temperatur selama enzim tidak berubah sifatnya. Semakin tinggi reaksi enzimatik maka semakin cepat proses biodegradasinya.

2.3 Air Limbah Industri Tahu

Sebagian besar sumber limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pemasakan dan larutan bekas rendaman kedele.

Total Suspended Solids (Padatan Total tersuspensi) adalah zat-zat padat tersuspensi yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Biological Oxygen Demand (kebutuhan oksigen biologis) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan atau mengoksidasikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia, merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis. Parameter kunci dalam pengendalian limbah tahu adalah, temperatur, BOD, COD, TSS, dan pH. (Sani, 2008)

2.4 Pengolahan Air Limbah Anaerob

Pengolahan limbah cair industri pada hakekatnya adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut terbuang ke lingkungan penerima limbah. Untuk dapat menentukan secara tepat perlakuan yang sebaiknya diberikan pada limbah cair, terlebih dahulu diketahui secara tepat karakteristik dari limbah melalui berbagai penetapan berbagai parameter untuk mengetahui macam dan jenis komponen pencemar serta sifat-sifatnya. Pengolahan limbah cair meliputi pengolahan fisika, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Pengolahan fisika dilakukan terhadap air limbah dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung. Pengolahan secara kimia merupakan proses dimana perubahan, penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung karena mekanisme reaksi kimia.

Proses pengolahan limbah cair secara biologis dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme (bakteri, ganggang, protozoa, dll) untuk menguraikan atau merombak senyawa-senyawa organik dalam air menjadi zat-zat yang lebih sederhana (stabil). Dalam sistem biologi, mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan selular baru dan menyediakan energi untuk sintesis. Mikroorganisme juga dapat menggunakan suplay makanan yang sebelumnya sudah terakumulasi secara internal atau endogenes untuk respirasi dan melakukannya terutama bila tidak ada sumber makanan dari luar atau eksogenes. Sintesis

dan respirasi endogenes berlangsung secara simultan dalam sistem biologis, dengan sintesis yang berlangsung lebih banyak bila terdapat makanan eksogenes yang berlebihan, dan respirasi endogenes akan mendominasi bila suplay makanan eksogenes sedikit atau tidak ada. Secara umum reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut ini. Limbah yang dapat dimetabolisme dan mengandung energi + mikroorganisme → produk akhir + lebih banyak mikroorganisme.

Bila pertumbuhan terhenti, mikroorganisme mati dan lisis melepaskan nutrien dari protoplasmanya untuk digunakan oleh sel-sel yang masih hidup dalam suatu proses respirasi selular autoksidatif atau endogenes. Reaksinya secara umum adalah sebagai berikut :

Mikroorganisme → produk akhir + lebih sedikit mikroorganisme

Dengan adanya bahan limbah (makanan), metabolisme mikroba akan berlangsung memproduksi sel-sel baru dan energi, dan padatan mikroba akan meningkat.

Proses fermentasi anaerob pada dasarnya adalah proses yang mengubah senyawa organik menjadi metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) tanpa kehadiran oksigen (O_2). Dekomposisi senyawa organik melalui proses anaerob ini terjadi melalui tiga tahapan proses, yaitu tahap reaksi hidrolisis, tahap reaksi pembentukan asam, dan tahap reaksi pembentukan metana. Reaksi hidrolisis merupakan proses pelarutan senyawa organik yang mulanya tidak larut dan proses penguraian senyawa tersebut menjadi senyawa dengan berat molekul yang cukup kecil untuk dapat melewati membran sel. Reaksi ini dikatalis oleh enzim yang dikeluarkan oleh bakteri anaerob. Zat-zat organik seperti polisakarida, lemak, dan protein, dihidrolisa menjadi gula dan asam-asam amino.

Proses pembentukan asam melibatkan dua golongan besar bakteri, yaitu bakteri asidogenik dan bakteri asetogenik. Bakteri asidogenik pada mulanya memfermentasikan hasil hidrolisa menjadi asam-asam lemak volatil berantai pendek seperti asam asetat, asam propionat, asam butirrat, H_2 , CO_2 , asam laktat, asam valerat, etanol, amonia, dan sulfida. Konsentrasi H_2 memegang peranan penting dalam mengontrol proporsi berbagai produk bakteri asidogenik. Asam propionat dan asam-asam lemak lainnya yang dihasilkan oleh bakteri asidogenik dikonversi oleh bakteri asetogenik menjadi asam asetat, H_2 , dan CO_2 .

Pada proses pembentukan metana, gas metana yang dihasilkan terutama berasal dari asam asetat, tetapi ada juga gas metana yang terbentuk dari hydrogen dan karbon dioksida. Ada dua kelompok bakteri yang berperan, yaitu bakteri metana asetoklasik dan bakteri metana pengonsumsi hidrogen. Bakteri metana asetoklasik mengubah asam asetat menjadi karbon dioksida dan metana. Bakteri ini mampu mengontrol nilai pH proses fermentasi dengan jalan mengkonsumsi asam asetat dan membentuk CO_2 . Bakteri pengonsumsi hidrogen mengubah

hidrogen bersama-sama dengan karbon dioksida menjadi metana dan air. Sisa hidrogen yang tertinggal mengatur laju produksi asam total dan campuran asam yang diproduksi oleh bakteri pembentuk asam. Hidrogen juga mengendalikan laju konversi asam propionat dan asam butirat menjadi asam asetat. Pelaksanaan tahapan proses yang terlibat dalam proses anaerob melibatkan bakteri yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Bakteri hidrolitik memiliki populasi sebesar 10^8 - 10^9 bakteri untuk setiap mililiter lumpur buangan mesofilik atau 10^{10} - 10^{11} bakteri untuk setiap gram padatan volatil yang diperoleh. Contoh bakteri hidrolitik antara lain adalah *Bacteroides*, *Clostridia*, *Bifidobacteria*, bakteri fakultatif *Streptococci* dan *Enterobacteriaceae*, serta beberapa bakteri gram positif dan gram negatif. Bakteri asidogenik termasuk bakteri yang dapat tumbuh dengan cepat (waktu penggandaan sekitar 30 menit), yang memfermentasikan glukosa menjadi campuran (Sani, 2008)

Ada berbagai pengembangan pengolahan air limbah anaerob seperti yang dilakukan Syafila *et al* (2003) yang melakukan pengolahan anaerob dengan media kerikil. Hasil penelitian Syafila *et al* (2003) menunjukkan ketinggian media mempengaruhi penurunan badan organik limbah. Penyisihan substrat dengan ketinggian media 50 cm terjadi penyisihan substrat hingga 80%. Penambahan media filter pada anaerob bersekat akan menjadi terobosan baru karena akan terjadi kombinasi dua metode pertumbuhan bakteri yaitu *suspended growth* dan *attach growth*. Selain itu penambahan media juga akan memperlama waktu hidrolis sehingga menurut Gašpariková (2004), jumlah biogas akan meningkat dan efisiensi pengolahan akan meningkat.

2.5. Biogas dari Pengolahan Air Limbah Anaerob

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor pada kondisi anaerob (tanpa udara). Biogas dapat diproduksi dari bahan organik dengan bantuan bakteri untuk proses fermentasi anaerobnya. Beberapa penelitian tentang produksi biogas dari pengolahan air limbah anaerob adalah Malakahmad dkk (2004); Malakahmad dkk (2009); dan Bagus S (2010). Dalam penelitian tersebut ada beberapa faktor yang berpengaruh pada proses produksi biogas:

- a. Bahan organik dan nutrisi dalam air limbah, pada umumnya ditunjukkan dengan rasio COD:N:P (Bagus S, 2010 dan Foresti (2006))
- b. *Hydraulic Retention Time* (HRT) dari proses tersebut (Malakahmad dkk, 2011 dan 2009)
- c. Pengadukan pada proses pengolahan (Malakahmad dkk, 2011)
- d. Gangguan dalam reaktor, seperti bahan toksik, bocornya biogas (Bagus S, 2010)

2.6 Road Map Penelitian

Penelitian ini mengacu pada bidang unggulan Perguruan Tinggi untuk Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, untuk topik bioremediasi lingkungan dan pengolahan limbah.

2.6.1 Rencana penelitian dalam usulan ini

Penelitian ini melakukan aplikasi dari potensi yang dimiliki alang-alang dan eceng gondok dapat diterapkan pada pengolahan air limbah anaerob. Penerapan dari alang-alang atau eceng gondok dapat sebagai biofilter pada pengolahan anaerob. Kandungan organik yang dimiliki tanaman dapat meningkatkan bakteri pendegradasi limbah pada pengolahan anaerob. Salah satunya adalah bakteri methanogenesis juga dapat ditingkatkan. Peningkatan jumlah bakteri methanogenesis dapat meningkatkan produksi biogas dari pengolahan tersebut. Biogas dapat digunakan sebagai alternatif energy bagi masyarakat.

2.6.3 Rencana penelitian ke depan

Rencana penelitian ke depan, melakukan uji kemampuan reaktor dengan media tanaman gulma yang dipilih pada tahun pertama untuk diuji kemampuan mengolah dengan air limbah berbahan organik tertentu dan beban hidrolis tertentu.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui panjang tanaman gulma sebagai media lekat yang dapat mendegradasi TSS, serta meningkatkan bahan organik dan menghasilkan biogas dalam proses pengolahan biofilter anaerob secara *batch* selama 7 hari
- 2) Mengetahui jenis Tanaman gulma sebagai media lekat manakah yang mampu mendegradasi COD dan TSS tertinggi dan menghasilkan biogas dalam proses pengolahan biofilter anaerob secara *batch*
- 3) Mengetahui dimanakah peletakan media yang sesuai untuk meningkatkan degradasi COD dan TSS tertinggi
- 4) Mengetahui jumlah kelimpahan bakteri pendegradasi limbah saat menggunakan media tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan biofilter anaerob secara *batch*
- 5) Mengetahui kemampuan tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan anaerob secara *continue* untuk degradasi COD dan TSS dengan beban organik tertentu
- 6) Mengetahui pengaruh beban organik terhadap produksi biogas dengan reaktor anaerob bermedia tanaman gulma terpilih
- 7) Mengetahui kemampuan tanaman gulma sebagai media lekat dalam pengolahan anaerob secara *continue* untuk degradasi COD dan TSS dengan waktu hidrolisis tertentu
- 8) Mengetahui pengaruh beban organik terhadap produksi biogas dengan reaktor anaerob bermedia tanaman gulma terpilih

1.4. Manfaat penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk :

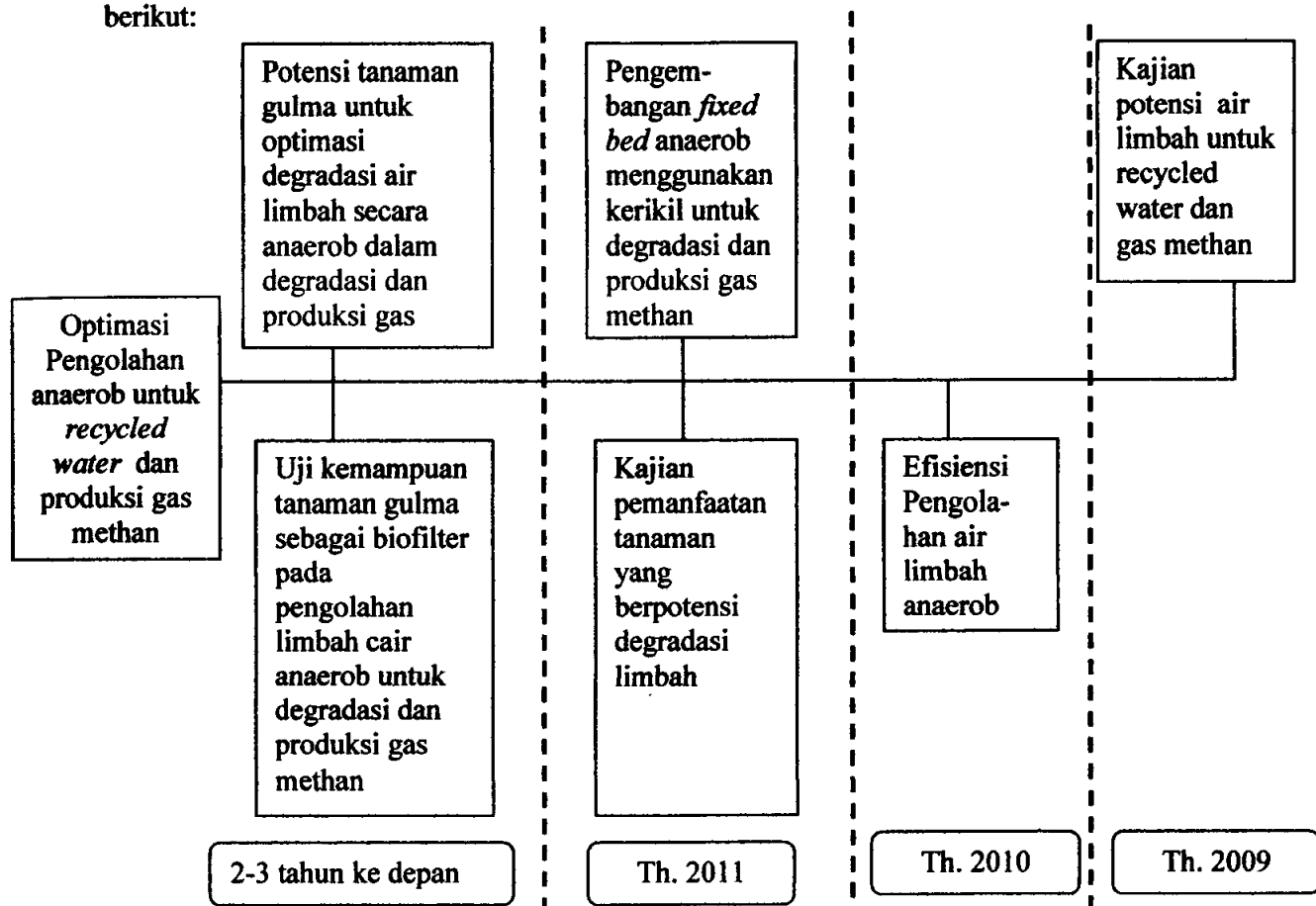
- 1) Melakukan eksplorasi terhadap potensi alang-alang dan eceng gondok dalam pertumbuhan bakteri metana pada pengolahan air limbah
- 2) Menghasilkan teknologi selain dapat menghasilkan biogas optimum tetapi juga memiliki efisiensi pengolahan air limbah yang tinggi sehingga dapat juga mengatasi krisis air karena semakin buruknya kualitas badan air. Hingga saat ini, air limbah domestik cenderung dibuang langsung ke badan air sehingga semakin mencemari badan air.

- 3) **Teknologi ini dapat merubah paradigma masyarakat untuk mengolah air limbah menjadi energi dengan bahan yang ada di alam sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat sendiri.**

BAB 4. METODE PENELITIAN

3.1 Perkembangan Penelitian Yang Telah dan Akan Dilakukan

Perkembangan penelitian yang dilakukan untuk menciptakan teknologi tepat guna untuk pemanfaatan tanaman gulma dalam pengolahan limbah cair anaerob adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1. Fishbone diagram perkembangan penelitian

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Basah, Ekologi dan Lingkungan, dan Mikrobiologi, Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Waktu

Penelitian akan dilaksanakan selama 10 bulan.

4.3 Bahan dan Alat

Bahan

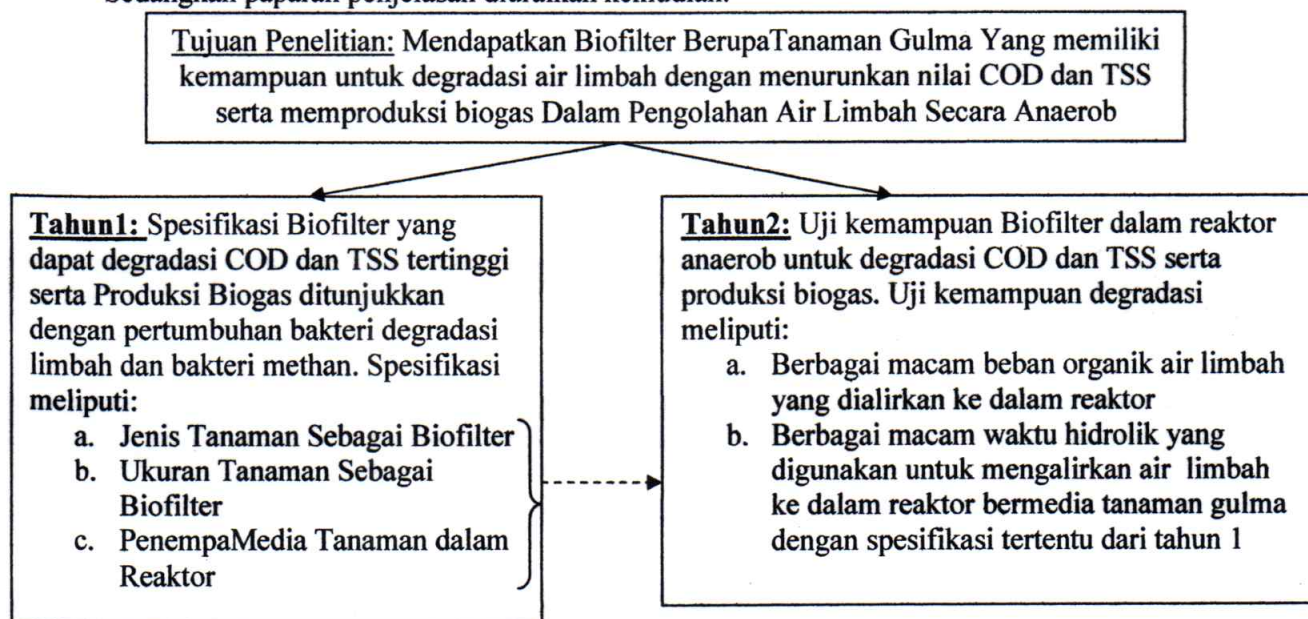
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah : air limbah, bahan untuk pembuatan media cair selektif (NaCl, NaNO₃, CaCl₂, MgSO₄.7H₂O, KCl, FeSO₄.7H₂O, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O, MnSO₄.H₂O, NaMoO₄.2H₂O, H₃BO₃, CoCl₂.6H₂O, K₂HPO₄, H₂PO₄, (NH₄)₂SO₄, NaOH, molase, dan minyak goreng, media pertumbuhan mikroba (*Nutrient Agar* (NA), , Agarosa, anaerobic kit, amilum, spirtus, alcohol, kapas, aluminum foil. Bahan untuk VSS dengan kertas saring whatman no.42. Sedangkan untuk analisis COD adalah K₂Cr₂O₇, Ag₂SO₄, H₂SO₄ pekat, Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O, Fenantrolin monohidrat, FeSO₄, HgSO₄, fluresence kit

Alat

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah : reactor, pompa, bak penampung air, botol sampel, pH meter, thermometer, gas meter, alat-alat gelas yang lazim digunakan di laboratorium mikrobiologi (tabung rekasi, cawan petri, gelas Beaker, labu Erlenmeyer, gelas ukur), neraca analitik (Shimadzu AEL-200), pH meter, autoklaf (Ogawa Seiki), vortex, pH meter, shaker inkubator, spektrofotometer (spectronic 20 Bausch-Lomb), evaporator, tensiometer du-Noüy, dan *freeze dryer*, HPLC, fluresence microscop.

4.4 Prosedur Penelitian

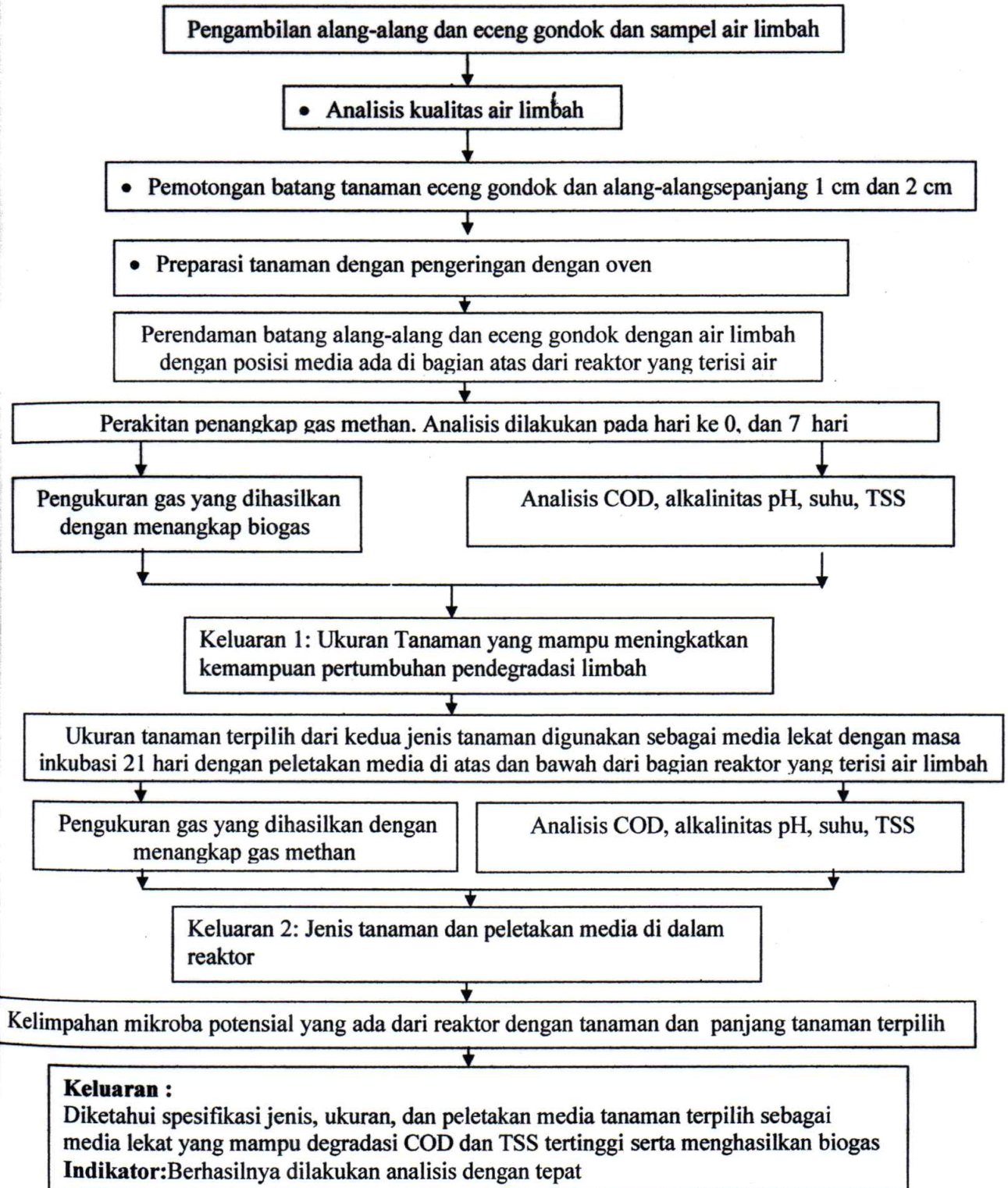
Prosedur penelitian secara garis besar disajikan dalam bentuk bagan alir yang disajikan pada awal tahapan prosedur penelitian ini dapat dilihat Gambar 4.2 dan 4.3. Sedangkan paparan penjelasan diuraikan kemudian.



Gambar 4.2 Bagan Rencana Penelitian Tahun 1 dan 2

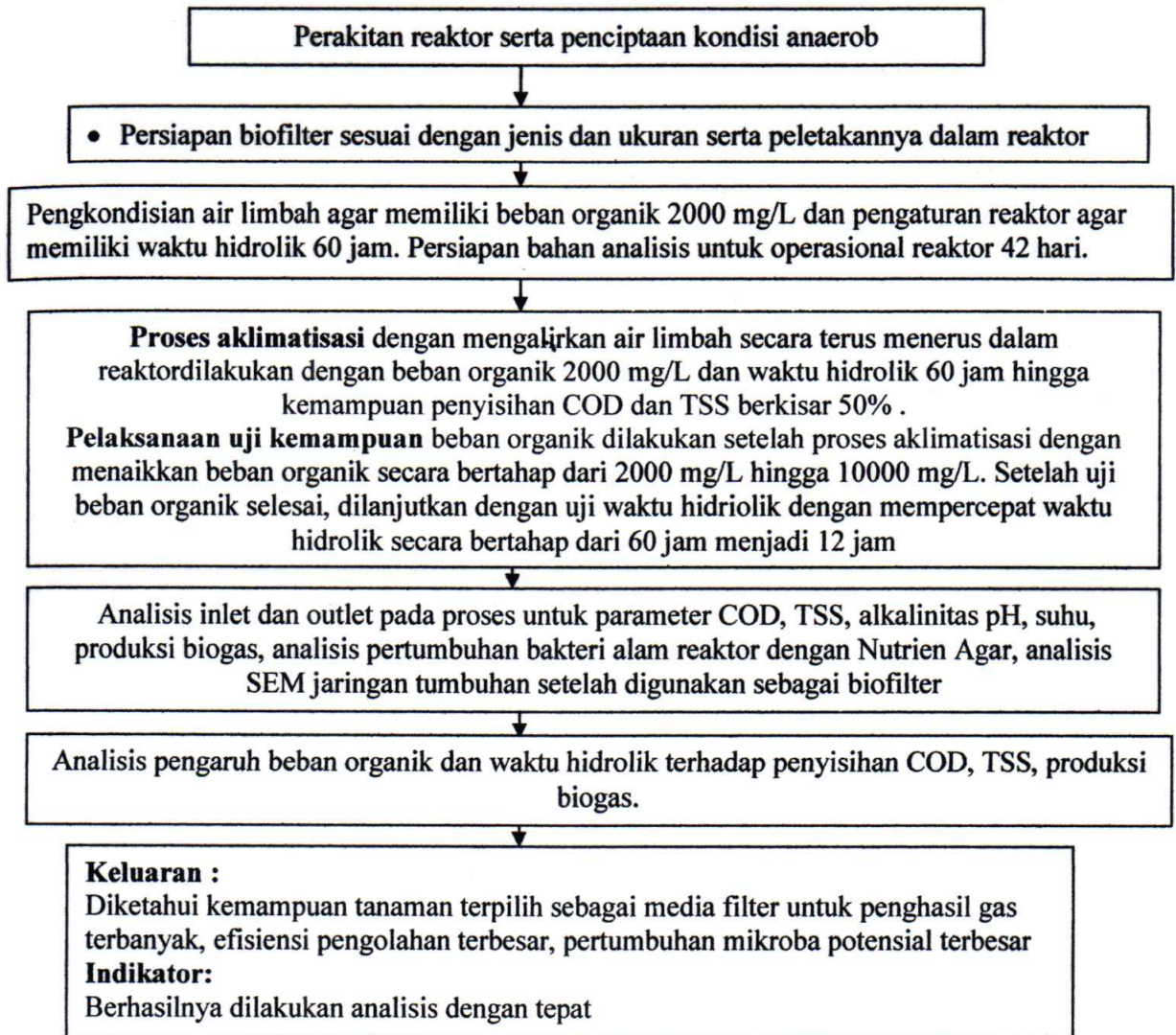
Bagan Alir Penelitian

Tahun 1: UJI POTENSI ALANG-ALANG DAN ECENG GONDOK UNTUK PERTUMBUHAN BAKTERI PENDEGRADASI LIMBAH



Gambar 4.3 Bagan Alir Tahapan Penelitian Tahun ke-1

**Tahun II : UJI KEMAMPUAN TANAMAN TERPILIH SEBAGAI MEDIA FILTER
PADA REAKTOR BIOFILTER ANAEROB SECARA SINAMBUNG
DENGAN BEBAN ORGANIK DAN WAKTU HIDROLIK TERTENTU**



Gambar 4.4 Bagan Alir Tahapan Penelitian Tahun ke-2

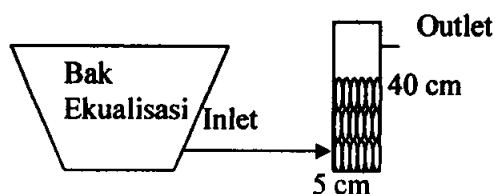
PERLAKUKAN TAHUN KE I

- **Pengambilan alang-alang dan eceng gondok dan sampel air limbah**
Pengambilan alang-alang dan eceng gondok pada daerah sekitar lokasi penelitian. Sedangkan sampel air limbah dipilih yang berbahan organik tinggi misal air limbah industri tahu.
- **Analisis kualitas air limbah dan mikroba**
Analisis kualitas air limbah dilakukan untuk parameter COD, alkalinitas, pH, suhu, TSS.
- **Pemotongan batang tanaman sepanjang 1 dan 2 cm**
- **Preparasi tanaman dengan pengeringan selama 1 jam suhu 105°C**
- **Perendaman batang alang-alang dan eceng gondok dengan air limbah**
- **Pengaturan posisi media diatas atau dibawah bagian air limbah dari reaktor**
- **Perakitan penangkap gas methan dari tempat perendaman. Analisis dilakukan pada hari ke 0, 7, 14, 21hari**
- **Pengukuran gas yang dihasilkan dengan menangkap gas methan pada hari ke 0, 7, 14, 21hari**
Analisis sebelum dan sesudah pada proses untuk parameter COD, alkalinitas, pH, suhu, TSS pada hari ke 0, 7, 14, 21 hari
- **Pertumbuhan mikroba potensial**

PERLAKUAN TAHUN II

- **Perakitan reactor dan penciptaan kondisi anaerob**

Perakitan reactor ini dilakukan dengan pembuatan reactor anaerob dengan tanaman terpilih didalamnya. Reactor ini dibuat dari pipa. Dimensi dari reactor yang akan digunakan memiliki diameter 5 cm, dan tinggi 40 cm. Air limbah yang masuk ke inlet disuplai dari bak ekualisasi dengan menggunakan pompa. Gambar rangkaian reactor dapat dilihat pada Gambar 4.5. Kondisi anaerob dapat dilakukan dengan menutup rapat reactor.



Gambar 4.5. Rangkaian Reactor

- **Pengaturan debit dan ketinggian media**

Pengaturan debit dilakukan dengan mengatur besar kecil aliran yang memasuki reactor. Ketinggian media dilakukan dengan mengatur peletakan media kerikil.

- **Analisis Hydraulic Retention Time (HRT)**

Analisis HRT dilakukan dengan mengalirkan air pada inlet lalu diukur waktu yang diperlukan dari air mencapai titik outlet.

- **Pengambilan sampel air limbah berbahan organik tinggi**

- **Proses sinambung reactor**

Reaktor berjalan selama kurang lebih 21 hari. Pengambilan sampel dilakukan tiap minggunya. Pengambilan sampel pada hari ke 0, 7, 14, 21.

- **Pengukuran biogas yang dihasilkan**

Pengukuran biogas yang dihasilkan dengan mencatat nilai yang ditunjukkan oleh jarum yang ada di gas meter basah. Pencatatan ini dilakukan tiap pengambilan sampel.

- **Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (VSS), nitrat, pH, suhu, alkalinitas.**

Analisis COD dilakukan dengan metode refluks, sedangkan analisis TSS dilakukan metode gravimetric. Analisis nitrat. Analisis pH dengan menggunakan alat pH meter. Analisis suhu dengan thermometer. Analisis alkalinitas dengan titrasi asam-basa.

- **Isolasi, karakterisasi, dan pertumbuhan mikroba**

Isolasi mikroba dilakukan dengan medium selektif. Karakterisasi dilakukan berdasarkan penampakan makroskopis dan mikroskopis sel kemudian dilakukan identifikasi mikroba. Analisis pertumbuhan mikroba dilakukan dengan metoda *Total Plate Count (TPC)*.

- **Analisis Data**

Analisis data menggunakan metode grafis tujuannya untuk melihat pengaruh berbagai variable terhadap gas yang dihasilkan, efisiensi pengolahan, dan pertumbuhan mikroba.

3.5 Indikator capaian tahunan

Penelitian ini akan menghasilkan berbagai luaran tiap tahunnya:

a. Tahun I

- Karakteristik biofilter yang dapat digunakan untuk meningkatkan degradasi limbah
- Publikasi jurnal nasional

b. Tahun II

- Prototipe biofilter anaerob yang mampu mendegradasi air limbah dan menghasilkan gas metan
- Publikasi jurnal nasional atau internasional

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tanaman gulma sebagai media biofilter dalam pengolahan anaerob. Tanaman gulma yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok dan alang-alang. Kedua tanaman tersebut dipilih karena kelimpahannya yang tinggi di Indonesia. Tanaman tersebut sering kali dianggap kurang memiliki manfaat. Penelitian ini melakukan uji kemampuannya sebagai media filter dalam proses pengolahan air limbah secara anaerob. Proses pengolahan air limbah anaerob memiliki banyak keuntungan yaitu: mampu mendegradasi air limbah berbau organik tinggi serta menghasilkan biogas. Penelitian ini dilakukan 2 tahun, pada tahun 1 difokuskan untuk menentukan jenis tanaman dan ukuran tanaman yang akan dipilih. Sedangkan pada tahun ke 2 difokuskan untuk uji kemampuan pengolahan anaerob dengan penambahan nitrat dan alkalinitas untuk peningkatan kemampuan degradasi bahan organik. Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah tahu. Air limbah tahu diperoleh dari Pabrik Tahu Tiga Berlian di Jl. Kedung Tarukan No.13, Surabaya. Air limbah tahu memiliki karakteristik yang sesuai untuk pengolahan air limbah anaerob. Ilustrasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 3. Pengolahan anaerob digunakan untuk air limbah berbau organik tinggi. Berdasarkan hasil analisis pendahuluan, air limbah kantin memiliki kualitas air limbah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Analisis Pendahuluan Kualitas Air Limbah Tahu

| No | Parameter | Satuan | Hasil Analisis |
|----|---------------------------------------|--------|----------------|
| 1 | <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) | mg/L | 2644 |
| 2 | <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) | mg/L | 4460 |
| 3 | <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) | mg/L | 404 |
| 4 | Minyak Lemak | mg/L | 1000 |
| 5 | NO ₃ | mg/L | 1,04 |
| 6 | P | mg/L | 23,95 |
| 7 | Alkalinitas | | 380 |
| 8 | pH | - | 5 |
| 9 | Suhu | | 33 |

Sumber: Hasil analisis (2013)

Berdasarkan Tabel 5.1 terlihat bahwa nilai kandungan bahan organik yang ditunjukkan dengan nilai BOD dan COD melebihi 1000 mg/L. Hal ini menunjukkan kandungan organik

yang sangat tinggi, sehingga sesuai jika diolah dengan pengolahan anaerob. Pengolahan air limbah disebut sebagai pengolahan anaerob jika pengolahannya tanpa menambahkan asupan oksigen. Penjelasan mengenai jenis tanaman gulma yang memiliki penyisihan tertinggi dapat dilihat di sub bab 5.1 sedangkan untuk panjang tanaman gulma yang dapat memberikan penyisihan tertinggi dapat dilihat di sub bab 5.2.

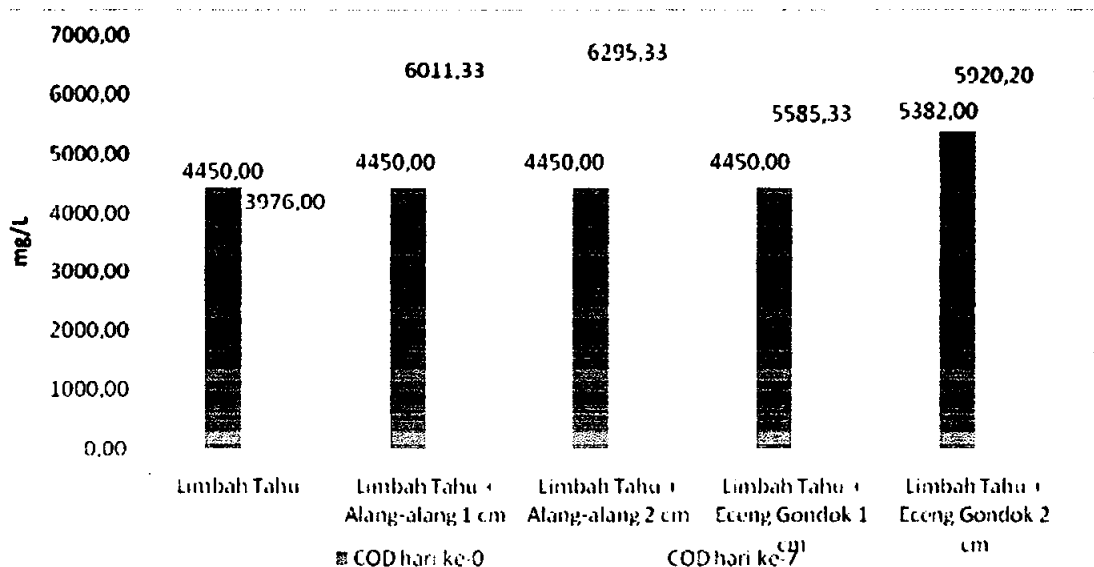
5.1 Analisis Ukuran Eceng Gondok dan Alang-alang Sebagai Media Lekat Dalam Reaktor Anaerob

Kemampuan eceng gondok dan alang-alang dalam mendegradasi air limbah tidak terlepas dari kemampuannya sebagai media pelekatnya. Penelitian ini dilakukan secara *batch*. Pengertian dari pengolahan secara *batch* adalah member asupan air limbah kepada reaktor hanya sekali kemudian melakukan analisis kualitas air di dalamnya dengan periode tertentu. Reaktor yang digunakan ada 3 reaktor, yaitu reaktor yang berisi air limbah tahu saja; reaktor yang berisi air limbah dan eceng gondok; reaktor yang berisi air limbah dan alang-alang. Eceng gondok dan alang-alang yang dipilih yang berusia dewasa. Pemilihan tanaman yang dewasa ini dengan pertimbangan ruang pori pada bagian batang dan tubuh pada tanaman. Ruang pori tersebut dapat digunakan untuk media lekat mikroba. Parameter utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah COD; TSS. Sedangkan parameter pendukung yang dianalisis adalah alkalinitas, pH, serta suhu. Hasil dari analisis dapat dilihat pada sub sub bab 5.1.1 hingga 5.1.3.

5.1.1 Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) di Anaerobik Reaktor

Air limbah tahu memiliki bahan organik yang tinggi. Nilai bahan organik dapat ditunjukkan dengan nilai COD dan BOD. COD adalah parameter yang menunjukkan kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik kompleks dan sederhana secara kimia. Bahan organik kompleks diuraikan dlu rantainya dengan bahan kimia yaitu Potasium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$). Sedangkan BOD adalah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Masa inkubasi mikroba untuk menguraikan air limbah hanya 5 hari sehingga pada umumnya bahan organik dengan rantai yang sederhana dapat diuraikan dengan mudah. Pada proses pengolahan air limbah biologis secara anaerobik, penguraian bahan organik dilakukan oleh bakteri melalui 4 tahap yaitu: hidrolisis; asidogenesis; asetogenesis; serta methanogenesis. Hasil samping dari penguraian air limbah secara anaerob adalah produksi biogas. Biogas terdiri dari berbagai komposisi yaitu gas metan; CO_2 ; serta gas yang lain. Penguraian

bahan organik dari senyawa kompleks ke sederhana terjadi di tahapan hidrolisis. Hasil penguraian bahan organik ini ditunjukkan dengan penurunan nilai COD, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.1.



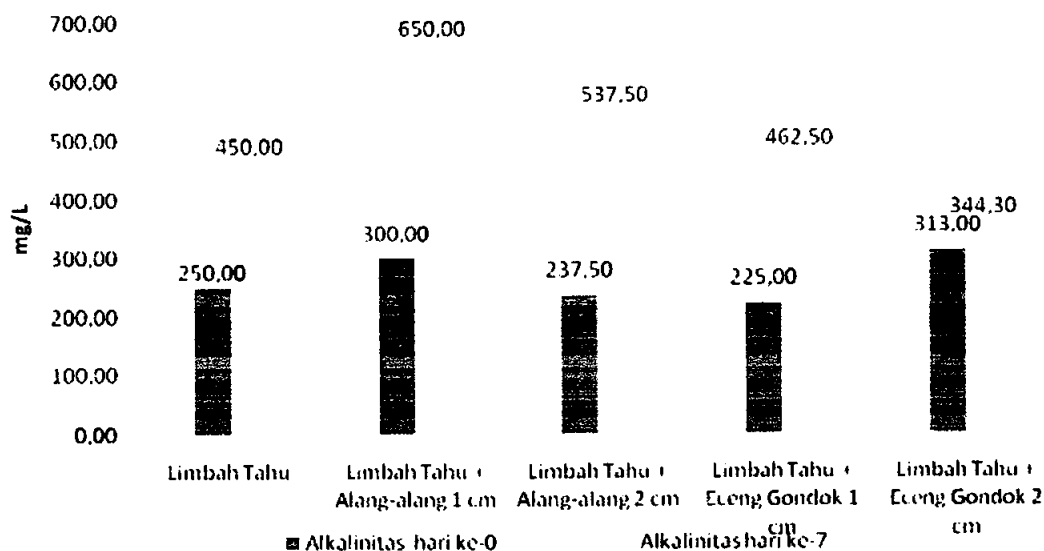
Gambar 5.1 Nilai COD dengan waktu inkubasi 7 hari

Berdasarkan Gambar 5.1 terlihat bahwa COD di hari ke-0 adalah dalam air limbah tahu tanpa media sebesar 4450 mg/L sama dengan air limbah tahu yang diberi media eceng gondok maupun alang-alang memiliki COD 4450 mg/L. Persamaan nilai ini karena pada hari ke-0 belum ada proses penguraian bahan organik. Selain COD, nilai BOD juga perlu dipantau. Rasio COD dengan BOD dapat menunjukkan kemampuan mikroba dalam menguraikan bahan organik memerlukan waktu yang lama atau tidak. Jika BOD dikisaran 60-100% COD maka bahan organik akan mudah diuraikan oleh mikroba. Berdasarkan Gambar 5.1, untuk reaktor dengan air limbah tahu saja nilai BOD nya 2644,40 mg/L atau 59% COD. Sedangkan untuk reaktor dengan air limbah dan alang-alang memiliki nilai BOD 4407,36 mg/L atau 99% COD. Hal yang serupa juga terjadi pada alang-alang dengan panjang 2 cm. Sedangkan untuk media dengan eceng gondok 1 cm dan 2 cm memiliki rasio BOD/COD sebesar 86%. Data BOD dapat dilihat di Lampiran 1. Komposisi rasio BOD/COD reaktor dengan media alang-alang dan eceng gondok memiliki perbedaan. Perbedaan ini menunjukkan adanya perbedaan komposisi organik eceng gondok dan alang-alang serta mikroba yang terdapat pada tiap tanaman memiliki kemampuan penguraian yang berbeda.

Pada hari ke-7, terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai COD dan BOD di semua reaktor. Reaktor air limbah tahu saja terlihat bahwa nilai COD sebesar 4450 mg/L di hari ke 0 menjadi 3976 mg/L di hari ke-7. Kenaikan nilai COD ini 1,1 kali dari hari ke-0.

Kenaikan nilai COD juga ditunjukkan reaktor dengan media alang-alang. Nilai COD reaktor dengan media alang-alang 1cm adalah sebesar 4450 mg/L di hari ke-0 menjadi 6011,33 mg/L di hari ke-7. Kenaikan COD di reaktor dengan media alang-alang sebesar 1,4 kali dari hari ke-0. Pada reaktor di eceng gondok terjadi hal yang serupa. Kenaikan tertinggi nilai COD terjadi pada reaktor dengan media alang-alang. Hal ini disebabkan oleh keberadaan eceng gondok dan alang-alang yang seiring dengan waktu menjadi mengambang (*floating*) dalam reaktor. Sehingga menyebabkan reaktor yang berisi media mengalami kenaikan nilai COD karena adanya kontribusi nilai COD dari serat media yang ikut terambil saat analisis.

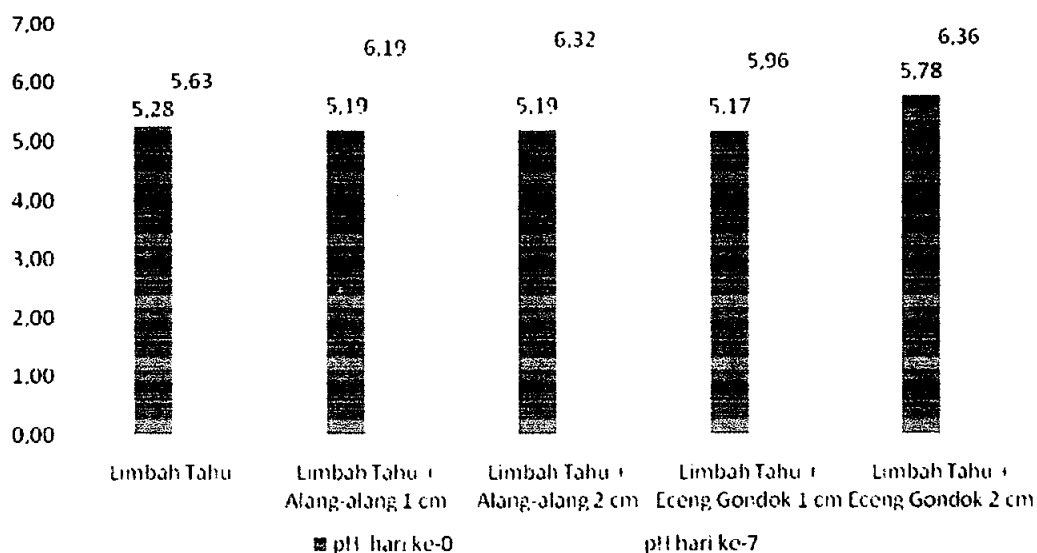
Kemampuan penyisihan COD dapat juga didukung oleh lingkungan dalam reaktor. Beberapa parameter yang mempengaruhi adalah Alkalinitas; pH dan Nitrat. Alkalinitas adalah kemampuan air limbah dalam menjaga kondisi basa. Besar kecilnya nilai alkalinitas mempengaruhi nilai pH. Dalam proses hidrolisis bahan organik dilakukan oleh mikroba yang memiliki kisaran pH 4-5 (cenderung asam). Proses hidrolisis dalam tahapan pengolahan air limbah secara anaerobik akan menyebabkan suasana air limbah menjadi asam. Hal ini diiringi dengan menurunnya nilai pH serta alkalinitasnya. Akan tetapi, air limbah dapat mempertahankan serta meningkatkan alkalinitasnya dengan secara bertahap. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan kandungan CO_2 yang ada di air untuk dirubah menjadi alkalinitas yang dapat berupa CaCO_3 . CO_2 merupakan produk samping dari hidrolisis senyawa organik.



Gambar 5.2 Alkalinitas pada reaktor selama 7 hari

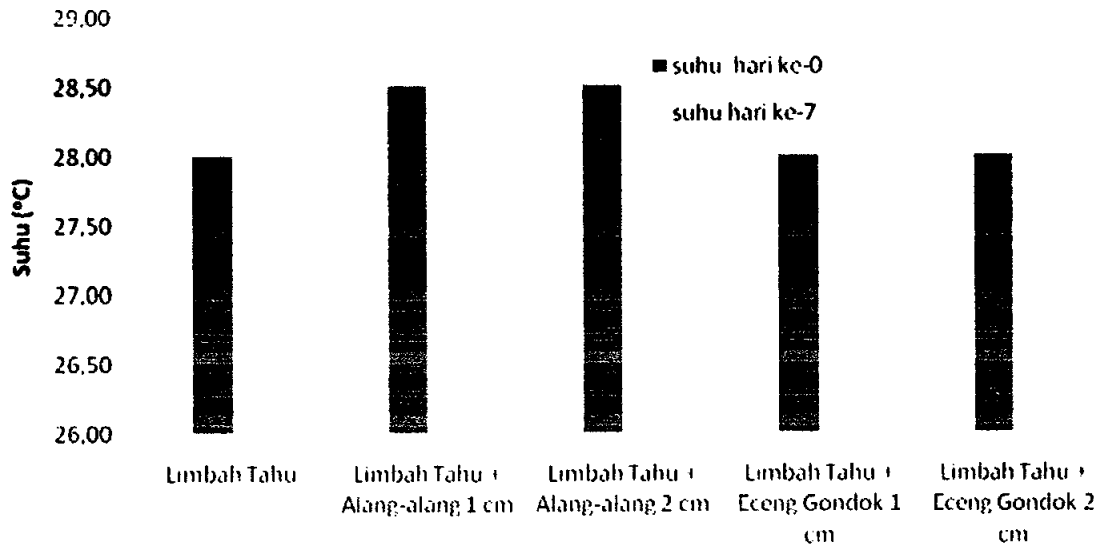
Berdasarkan Gambar 5.2 terlihat bahwa setelah hari ke-7 tiap perlakuan mengalami peningkatan nilai alkalinitas dari kisaran 200-300 mg/L di hari ke-0 menjadi 340-650 mg/L di hari ke-7. Dari gambar 5.2 terlihat bahwa reaktor dengan media eceng gondok dan alang-alang mengalami peningkatan alkalinitas lebih tinggi dibanding jika tanpa media. Seperti reaktor dengan alang-alang 1 cm, semula alkalinitasnya 300 mg/L menjadi 650 mg/L.

Hal ini diiringi dengan meningkatnya nilai pH (Gambar 5.3). Peningkatan nilai pH satu poin akan setara dengan beratus-ratus poin alkalinitas. Peningkatan nilai pH berada dikisaran 5,5-6,4 menyebabkan suasana air limbah menjadi berubah. Perubahan tingkat keasaman air limbah menjadi netral/basa dapat menyebabkan kerja bakteri acidogenesis sebagai mikroba yang hidrolisis air limbah menjadi turun performa kinerjanya (Gerardi, 2003). Hal ini ditandai dengan kemampuan penyisihan COD yang sangat kecil. COD di hari ke-7 (Gambar 5.1) untuk reaktor berisi air limbah tahu saja hanya mengalami penurunan 11%. Secara umum, kemampuan penyisihan menurut Banu dkk (2007) diatas 20%.



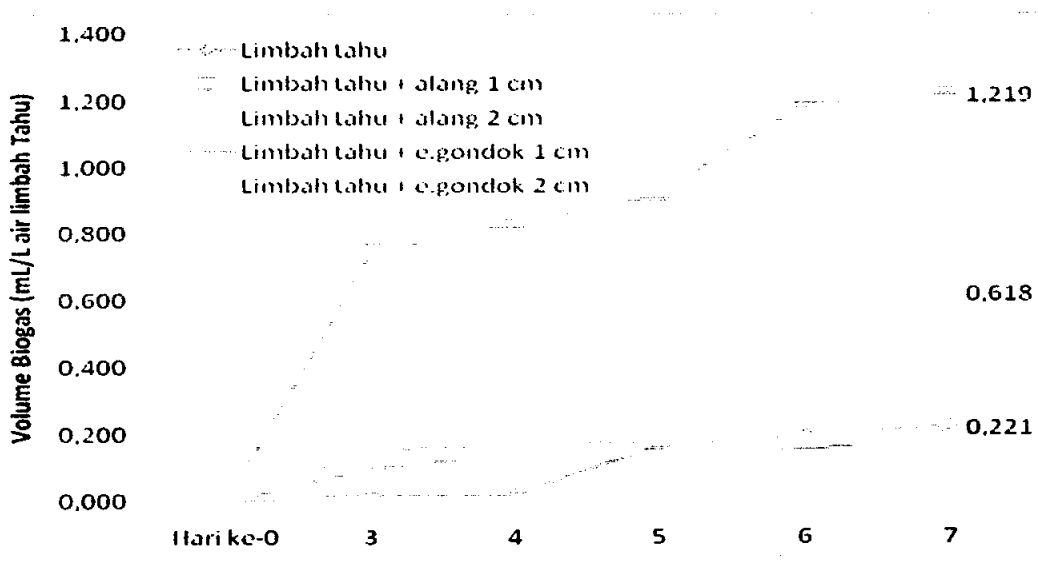
Gambar 5.3 (a) Nilai pH di reaktor selama 7 hari

Peningkatan nilai pH dalam reaktor anaerobik menyebabkan kinerja bakteri acidogenesis menjadi terganggu tetapi di lain pihak bakteri methanogenesis menjadi semakin giat menghasilkan gas methan yang merupakan komposisi biogas. Pada Gambar 5.4, terlihat bahwa reaktor yang berisi alang-alang 1 cm memiliki produksi biogas terbanyak di hari ke-7 yaitu 1,219 mL/L air limbah hal ini selaras dengan alkalinitas di hari ke-7 juga paling tinggi yaitu 650 mg/L dibanding reaktor yang lain (Gambar 5.2). Hal ini juga seiring dengan adanya peningkatan nilai Ph dari 5,19 menjadi 6,19.



Gambar 5.3 (b) Nilai suhu di reaktor selama 7 hari

Suhu dan kandungan nutrisi juga salah satu komponen dalam proses degradasinya air limbah. Berdasarkan hasil pengamatan, suhu air untuk seluruh reaktor cenderung sama yaitu berkisar 27-28°C (Gambar 5.3 (b)). Hal yang sama juga pada kandungan nitrat, yang cenderung sama untuk seluruh reaktor yaitu dikisaran 2-3 mg/L.

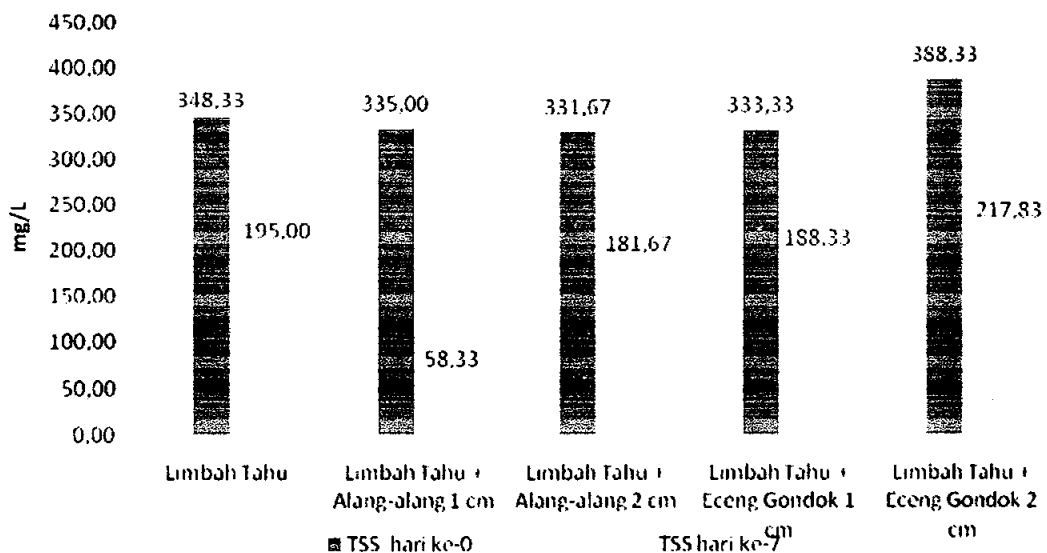


Gambar 5.4 Produksi Biogas Selama inkubasi 7 hari

5.1.2 Nilai TSS setelah inkubasi 7 hari

TSS merupakan parameter penting dalam kualitas air limbah. TSS menunjukkan jumlah padatan tersuspensi dalam air limbah. Jumlah suspense yang melebihi baku mutu kualitas air limbah, dapat menyebabkan kehidupan biota air menjadi terganggu. TSS terdiri dari 2 hal yaitu VSS dan *fixed SS*. Nilai VSS merupakan parameter penting dalam proses pengolahan air limbah secara mikrobiologis anaerob maupun aerob. Hal ini disebabkan nilai VSS menunjukkan bahan dari partikel suspense yang dapat teruapkan dalam suhu 550 oC selama 20 menit. VSS dapat juga menunjukkan partikel organik yang mudah teruapkan. Prinsip analisis TSS, dan VSS menggunakan Gravimetri. Hasil analisis TSS, dan VSS dapat dilihat di Gambar 5.2.

Berdasarkan Gambar 5.5 terlihat bahwa hari ke-0 nilai TSS di ketiga reaktor hampir sama yaitu dengan kisaran 330 – 390 mg/L. Nilai TSS terdiri dari 2 jenis padatan yaitu VSS yaitu padatan yang akan menguap saat dipanaskan di suhu 550°C selama 20 menit sedangkan padatan yang tidak teruapkan disebut sebagai *fixed solid*. Berdasarkan Gambar 5.5 terlihat bahwa nilai VSS untuk limbah tahu sebesar 163,33 mg/L (analisis awal) atau sebesar 47% dari VSS. Hal yang sama juga terjadi untuk reaktor yang bermedia bahwa nilai VSS di atas 40%.



Gambar 5.5 Hasil Analisis TSS Selama 7 hari

Semakin tinggi persentase VSS maka menunjukkan bahwa jumlah padatan yang dapat disisihkan dengan mengutamakan proses biologis juga semakin besar. Padatan tersuspensi dapat disisihkan dengan 2 cara yaitu dengan pengendapan secara gravitasi dan

penyisihan dengan penguraian oleh mikroba untuk padatan organik. Keberadaan media dalam reaktor anaerobik dapat meningkatkan penyisihan TSS. Pada Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa TSS dengan reaktor di hari ke-7 memiliki penyisihan sebesar 83% (untuk alang-alang 1 cm) dan 47% (untuk alang-alang 2 cm) dari TSS hari ke-0. Sedangkan untuk reaktor yang berisi air limbah tahu saja memiliki penyisihan 44%. Peningkatannya hanya 3% jika dibanding dengan media alang-alang berukuran 2 cm dan ada peningkatan 39% dari media alang-alang 1 cm. Sedangkan untuk media eceng gondok 1 cm dan 2 cm memiliki kemampuan juga dikisaran 40%. Hal ini menunjukkan bahwa penyisihan TSS lebih didominasi proses pengendapan secara gravitasi dibandingkan VSS serta porositas dari media juga dapat mempengaruhi. Porositas alang-alang 1 cm lebih kecil dibanding media lain sehingga zat tersuspensi terperangkap di celah media.

5.1.3 Analisis Beda Anaerobik Reaktor selama 7 hari

Analisis beda dilakukan dengan Anova. Berdasarkan hasil Anova diketahui bahwa ada beda air limbah tahu dengan penambahan media. Sedangkan ukuran media antara 1 cm dan 2 cm tidak memiliki beda, akan tetapi berdasarkan efisiensinya dipilih 1 cm. Hal ini menjadi dasar ke tahap selanjutnya untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap kemampuan degradasi COD dan TSS dengan menggunakan alang-alang berukuran 1 cm dan eceng gondok 1 cm (sub bab 5.2)

Adanya perbedaan pola kemampuan penyisihan antara COD dan TSS karena adanya proses penyisihan yang juga berbeda dikeduanya. Untuk COD, proses penyisihan terjadi karena adanya proses hidrolisis bahan organik oleh mikroorganisme. Sedangkan untuk TSS dikarenakan partikel tersuspensi yang tersisihkan mengendap secara gravitasi dan kemudian tertahan diantara pori media. Maka dari itu perlu dilakukan uji kemampuan penyisihan untuk COD dan TSS dengan kedua media jika kurun waktu diperpanjang hingga 21 hari serta mengetahui pertumbuhan mikroba yang juga ada didalam reaktor air limbah (Sub bab 5.2) untuk mengetahui jenis media yang dapat mendukung kemampuan tumbuh mikroba.

Sedangkan adanya perbedaan nyata hasil analisis di hari ke-0 dan ke-7 untuk analisis COD dan TSS. Hal ini selain karena adanya proses penyisihan, juga disebabkan adanya peletakan media yang mengapung. Pada umumnya media lekat dan media filter terletak didasar reaktor. Massa jenis alang-alang dan eceng gondok yang rendah menyebabkan kedua media tersebut menjadi mengapung dan memenuhi bagian air dari reaktor. Hal ini menyebabkan nilai COD tinggi dihari ke-7 serta penyisihan TSS yang

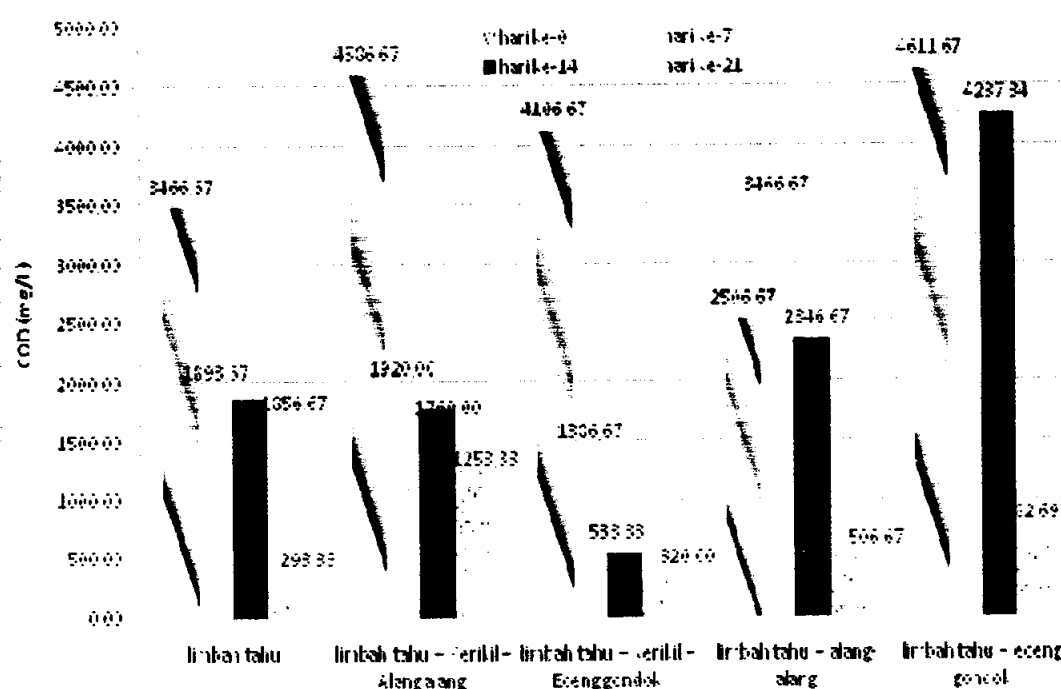
signifikan di hari ke-7 karena partikel menjadi terjebak diantara pori media yang telah memenuhi bagian air dari reaktor saat mengendap secara gravitasi.

5.2 Analisis Jenis dan Penempatan Media (Eceng Gondok dan Alang-alang) Dalam Degradasi COD dan TSS di Reaktor Anaerob

Berdasarkan hasil sub bab 5.1 menunjukkan bahwa penempatan media dalam reaktor secara mengapung atau didasar reaktor memiliki kemungkinan hasil yang beda. Sehingga perlu dikaji penempatan kedua media didasar atau mengapung di dalam reaktor selama kurun waktu lebih dari 7 hari yaitu hingga 21 hari. Penempatan media didasar bak perlu menggunakan media lain sebagai penahan alang-alang dan eceng gondok. Salah satu media yang memiliki massa jenis lebih berat dari air adalah batu, sehingga dalam tahapan selanjutnya perlu digunakan batu kecil/teslah untuk menahan media alang-alang dan eceng gondok. Kajian tentang nilai konsentrasi COD dan TSS dapat dilihat pada sub bab 5.2.1 dan 5.2.2

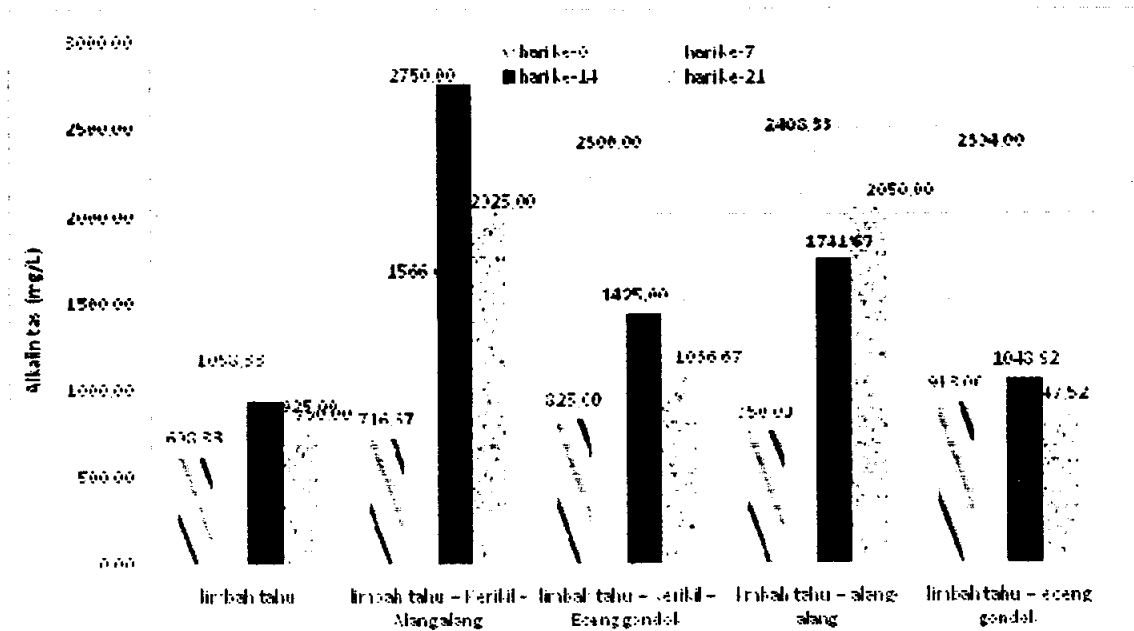
5.2.1 Nilai COD berdasarkan penempatan media dengan lama waktu 21 hari

Pada penelitian ini dikaji nilai COD jika diberi kerikil pada bagian atas media. Pada Gambar 5.6 terlihat bahwa ada pola penyisihan yang berbeda saat media diletakkan didasar reaktor dan jika melayang dibagian atas reaktor. Selain itu juga terlihat adanya perbedaan pola dari tiap hari analisis, pada hari ke-0 rentang nilai COD berkisar 2506,67-4611,67 mg/L, pada hari ke-7 reaktor yang berisi media alang-alang dan eceng gondok mengalami kenaikan beban organik hingga 20% untuk reaktor eceng gondok dan 28% untuk alang-alang. Akan tetapi reaktor yang berisi limbah tahu yang dilengkapi dengan kerikil dan alang-alang mengalami penyisihan berkisar 40-50% di hari ke-7. Kemampuan penyisihan tersebut bertambah menjadi sebesar 72% untuk reaktor berisi limbah tahu, kerikil dan alang-alang. Selain itu, reaktor yang berisi limbahtahu, kerikil dan eceng gondok memiliki penyisihan 92% di hari ke 21. Berdasarkan Gambar 5.6 terlihat bahwa penempatan media di dasar media dengan menambahkan kerikil dibagian atas alang alang dan eceng gondok dapat meningkatkan kemampuan penyisihan. Selain itu penambahan masa inkubasi reaktor membuat penyisihan dapat mencapai 92%.

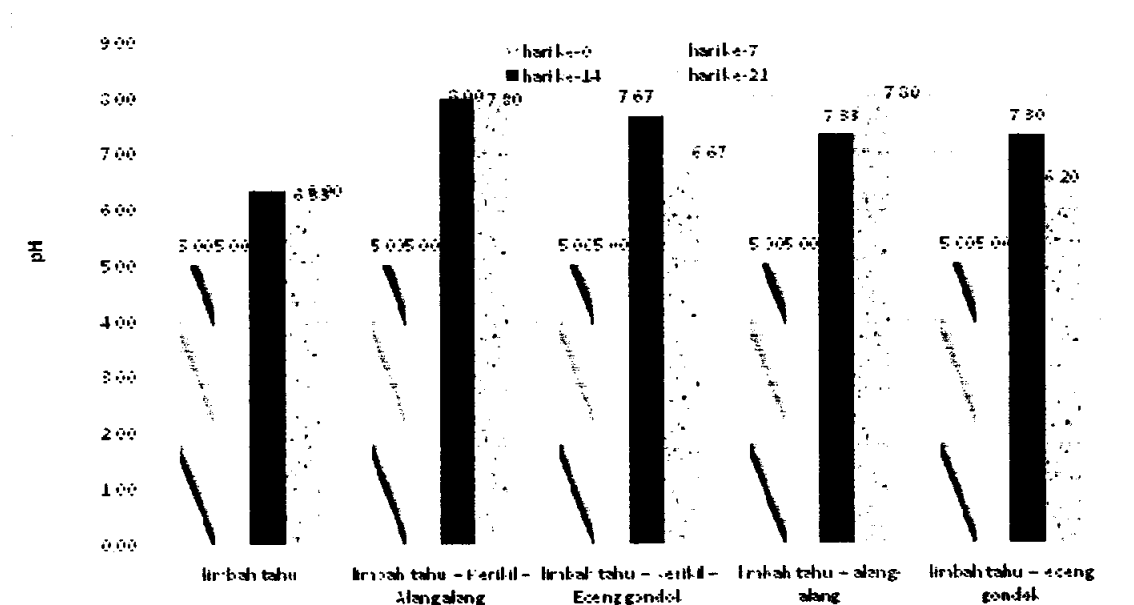


Gambar 5.6 Nilai COD selama inkubasi reaktor 21 hari.

Seperti yang telah disampaikan diatas bahwa setelah inkubasi lebih lama maka kemampuan penyisihan bahan organik juga semakin tinggi. Hal ini berkaitan dengan kemampuan mikroba dalam air limbah yang sudah dapat beradaptasi dengan baik. Kemampuan mikroba tergantung juga tingkat keasaman atau pH dalam air limbah. Nilai tingkat keasaman dipengaruhi oleh alkalinitas dalam air limbah. Berdasarkan gambar 5.7 terlihat bahwa ada fluktuasi nilai alkalinitas, hampir semua reaktor mengalami peningkatan alkalinitas pada hari ke-14. Disisi lain, Gambar 5.8 juga menunjukkan adanya peningkatan pH dari kisaran pH 5 menjadi kisaran pH 6-8. Kemudian pH kembali turun di hari ke-21 secara bertahap. Fluktuasi ini disebabkan karena dalam proses di reaktor anaerob ada beberapa tahap yaitu acidogenesis, acetogenesis, dan methanogenesis. Adanya fluktuasi nilai pH menunjukkan reaktor didominasi oleh salah satu tahapan. Pada tahapan acidogenesis dan acetogenesis, pH dan alkalinitas cenderung lebih rendah karena dalam tahapan tersebut terjadi hidrolisis bahan organik menjadi senyawa asam asetat. Sedangkan pada tahapan methanogenesis, pH cenderung dikisaran netral yaitu 6-8, karena pada tahapan ini bakteri methan memerlukan pH kisaran 6-8 untuk dapat lebih cepat menguraikan asam asetat dari tahapan acetogenesis menjadi gas metan. Gas metan yang semakin banyak ditandai dengan produksi biogas yang semakin meningkat.



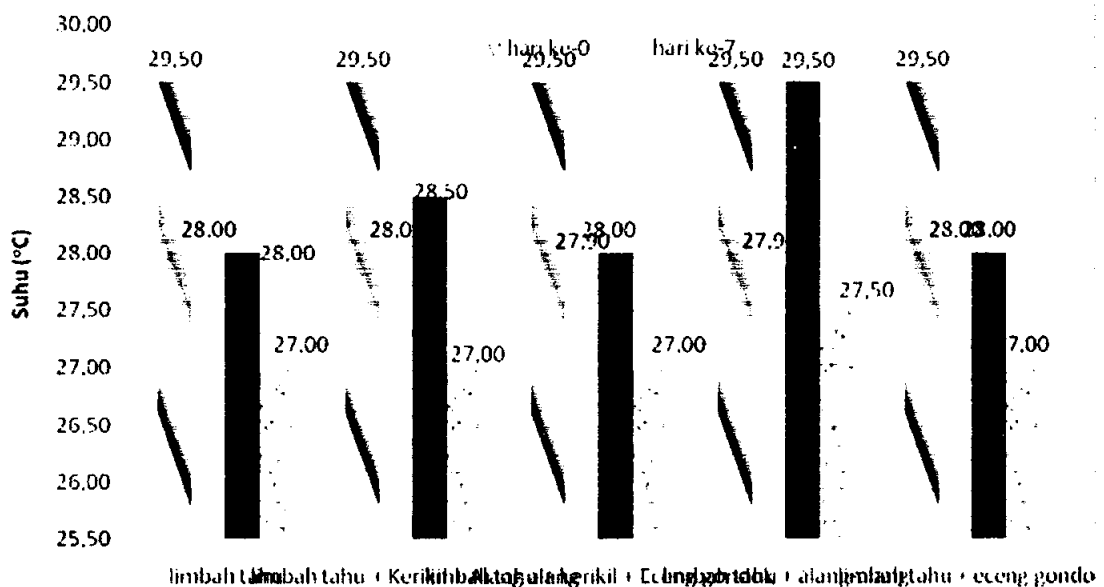
Gambar 5.7 Nilai alkalinitas selama inkubasi 21 hari



Gambar 5.8 (a) Nilai pH setelah inkubasi 21 hari

Berdasarkan Gambar 5.5 terlihat bahwa nilai COD mengalami banyak penyisihan yang terjadi konsisten pada reaktor yang terdapat dual media yaitu kerikil dengan alang-alang dan kerikil dengan eceng gondok serta reaktor tanpa media. Sedangkan reaktor yang berisi alang-alang dan eceng gondok cenderung berfluktuasi penyisihannya. Reaktor berisi media kerikil dan eceng gondok memiliki penyisihan lebih tinggi yaitu 92% dibanding

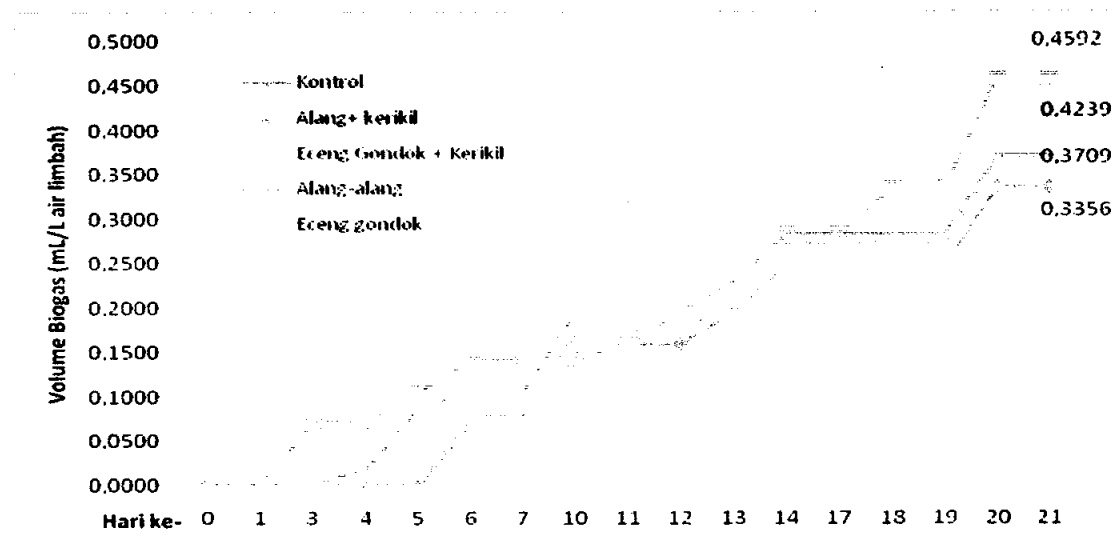
penyisihan kerikil dan alang-alang. Reaktor berisi air limbah tahu saja dengan air limbah tahu, kerikil, dan eceng gondok memiliki efisiensi yang sama akan tetapi nilai alkalinitas yang cenderung berbeda nilainya. Reaktor bermedia cenderung memiliki nilai alkalinitas (Gambar 5.6) yang tinggi sehingga nilai pH berkisar 6-8 (Gambar 5.7) sehingga mendukung kemampuan pertumbuhan mikroba methanogenesis, sehingga produksi biogasnya cenderung lebih tinggi (Gambar 5.8). Berdasarkan Gambar 5.7 terlihat bahwa reaktor yang bermedia alang-alang dan kerikil memiliki produksi biogas tertinggi yaitu 0,4592 mL/L air limbah sedangkan reaktor tanpa media memiliki produksi biogas terendah yaitu 0,3356 mL/L, sedangkan untuk media berisi eceng gondok dan kerikil memiliki 0,4239 mL/L. Berdasarkan grafik ini terlihat menempatkan media di dasar reaktor dapat meningkatkan kemampuan penyisihan dan produksi biogas. Jika tanpa menggunakan media, kemampuan penyisihan COD hampir sama dengan ada media akan tetapi produksi biogas cenderung lebih kecil. Hal ini dikarenakan keberadaan media dapat meningkatkan nilai alkalinitas dalam air limbah sehingga pH cenderung lebih mampu bertahan di kondisi netral.



Gambar 5.8 (b) Nilai suhu setelah inkubasi 21 hari

Suhu dan kandungan nutrisi juga salah satu komponen dalam proses degradasinya air limbah. Berdasarkan hasil pengamatan, suhu air untuk seluruh reaktor cenderung sama yaitu berkisar 27-28°C (Gambar 5.8 (a)). Suhu ini sudah sesuai untuk proses dekomposisi air limbah secara anaerobik. Hal yang sama juga pada kandungan nitrat, yang cenderung

sama untuk seluruh reaktor yaitu dikisaran 2-3 mg/L. Hal ini membuktikan bahwa ada dan tidak adanya media tidak memberikan perubahan pada suhu dan kandungan nitrat dalam air limbah akan tetapi memberikan perubahan terhadap proses penyisihan COD, nilai alkalinitas, dan nilai pH yang akan berpengaruh ke hasil produksi biogas.



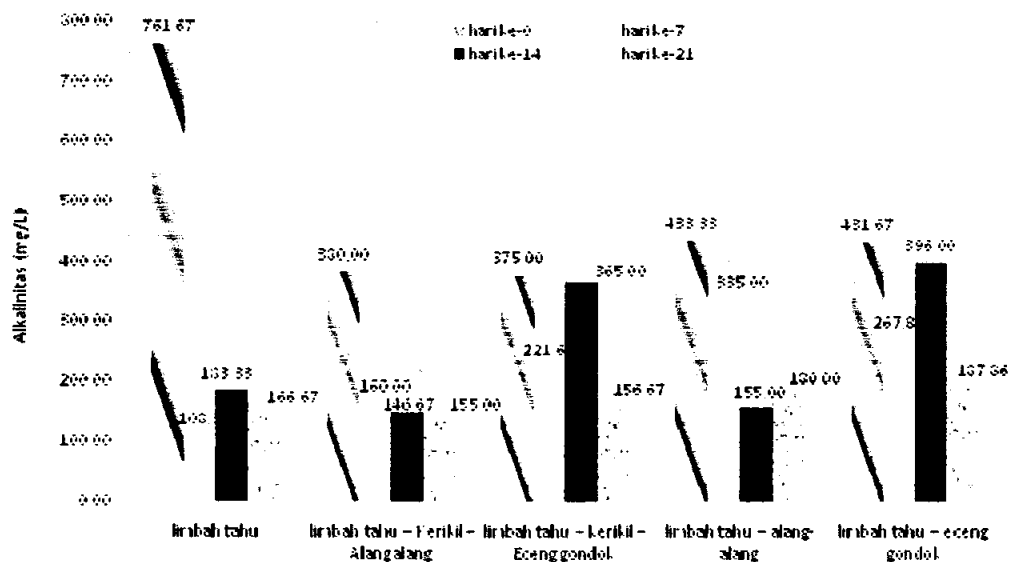
Gambar 5.9 Produksi Biogas selama masa inkubasi 21 hari

5.2.2 Nilai TSS setelah inkubasi selama 21 hari

Penambahan media pada reaktor anaerobik dapat meningkatkan kemampuan penyisihan sejak awal ditambahkan media. Pada Gambar 5.8, terlihat pada hari ke-0, reaktor yang berisi limbah tahu saja nilai TSSnya adalah 761,67mg/L, tetapi setelah ditambahkan media nilai TSS di hari ke-0 adalah kisaran 380 mg/L atau sudah menyisihkan 50%. Penyisihan TSS setelah inkubasi selama 21 hari tampak terjadi fluktuasi. Pada Gambar 5.8 terlihat bahwa setelah hari ke-7 semua reaktor mengalami penurunan nilai TSS. Sedangkan pada hari ke-14, beberapa reaktor mengalami kenaikan nilai TSS. Reaktor tersebut adalah reaktor limbah tahu saja; limbah tahu yang dilengkapi kerikil dan eceng gondok; serta limbah tahu yang terdapat media eceng gondok. Ketiga reaktor tersebut mengalami perubahan warna menjadi hijau dan merah yang dimungkinkan karena ada alga dalam reaktor. Keberadaan alga tersebut dapat muncul karena reaktor yang memiliki bahan organik tinggi serta ada kemungkinan penetrasi cahaya juga memicu pertumbuhan alga setelah kurun waktu inkubasi 14 hari. Partikel kecil yang dimungkinkan alga, ada yang dapat tertahan diantara pori media jika porositasnya kecil. Hal ini dapat

terlihat, reaktor yang terdapat alang-alang tidak ada peningkatan TSS akan tetapi hanya mengalami penyisihan TSS di hari ke 14 cukup kecil. Hal ini dapat terjadi karena porositas alang-alang yang kecil menyebabkan partikel berukuran kecil dapat tertahan diantaranya.

Penyisihan TSS di hari ke-21, ada pola yang berkebalikan dengan hari ke-14. Reaktor limbah tahu saja; limbah tahu yang dilengkapi kerikil dan eceng gondok; serta limbah tahu yang terdapat media eceng gondok mampu menyisihkan air limbahnya setelah di hari ke-14 mengalami kenaikan TSS. Sedangkan, reaktor yang terdapat alang-alang justru mengalami kenaikan nilai TSS. Hal ini kemungkinan karena ada serat alang-alang yang ikut terambil saat analisis. Berdasarkan hasil analisis hari ke-21, penyisihan reaktor yang berisi air limbah tahu mampu menyisihkan 78%; reaktor yang terdapat media kerikil dan alang-alang 80%; kerikil dan eceng gondok 79%; alang-alang 76%; eceng gondok 75%.



Gambar 5.10. Nilai TSS setelah inkubasi selama 21 hari.

5.2.3 Analisis Beda Hasil Penyisihan COD dan TSS

Analisis beda dilakukan untuk mengetahui apakah penambahan media dalam reaktor anaerobik memberikan kemampuan penyisihan COD dan TSS yang berbeda nyata setelah di inkubasi selama 21 hari. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA. Berdasarkan hasil uji anova terlihat bahwa penyisihan COD berbeda signifikan untuk reaktor yang berisi air limbah tahu saja dengan air limbah tahu yang disertai kerikil dan alang-alang 1 cm (sig: 0,000) dan reaktor dengan air limbah dengan media alang-alang (sig 0,007). Berdasarkan data diatas air limbah dengan media kerikil dan eceng gondok

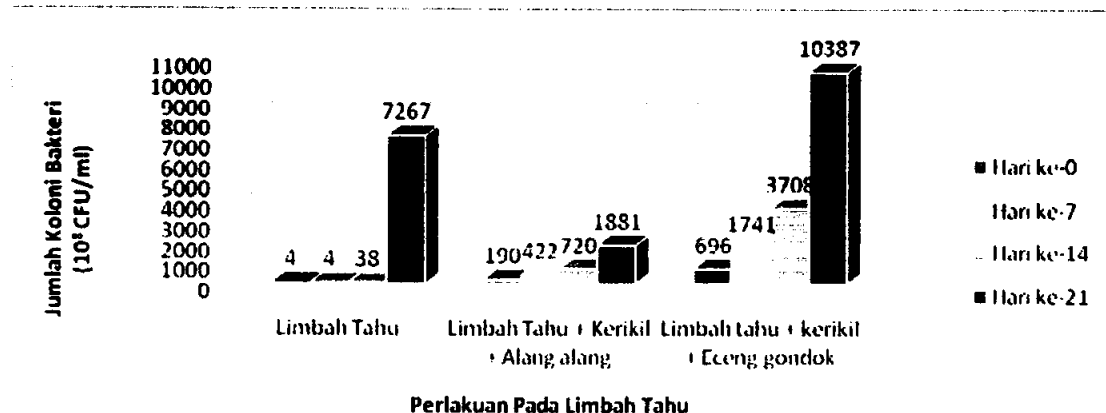
mampu menyisihkan COD hingga 92%. Penggunaan media eceng gondok yang disertai kerikil agar media tertahan didasar saluran agak berbeda signifikan dibanding jika tidak diberi kerikil. Hal ini ditandai dengan nilai sig yang hampir mendekati 0,05. Sedangkan media alang-alang disertai kerikil berbeda signifikan dengan tanpa kerikil.

Sedangkan kemampuan reaktor anaerob berisi air limbah tahu saja tidak berbeda signifikan dengan seluruh reaktor dengan media. Hal ini disebabkan karena karakteristik TSS di dalam air limbah tahu dapat diendapkan dengan gravitasi. Reaktor dalam penelitian ini dilakukan secara *batch* sehingga proses pengendapan dapat berjalan tanpa gangguan aliran air (jika reaktor dioperasikan secara kontinyu). Jika reaktor dioperasikan secara kontinyu peranan media sebagai filter akan lebih terlihat. Pada analisis volume biogas juga tidak terlalu signifikan antar reaktor. Hal ini dimungkinkan karena reaktor hanya beroperasi 21 hari sehingga volume reaktor masih terlihat sedikit dan jumlah volumenya tidak beda antar reaktor. Sehingga perlu ada kajian lebih lanjut jika reaktor dioperasikan dengan kurun waktu lebih lama.

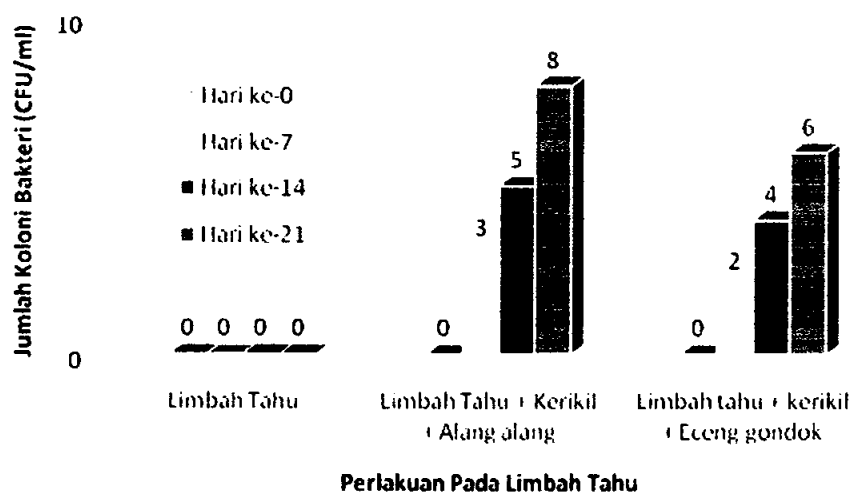
5.4 Analisis Perhitungan Jumlah Mikroba dan Struktur Jaringan Tanaman

Perhitungan jumlah mikroba ini lebih difokuskan membandingkan jumlah mikroba untuk reaktor berisi limbah tahu saja dengan reaktor yang berisi kerikil dan alang-alang serta kerikil dan eceng gondok hal ini dikarenakan performa reaktor tersebut lebih tinggi dalam penyisihan COD dan TSS. Analisis perhitungan jumlah bakteri dilakukan dengan media Nutrien Agar (NA). Serta bakteri anaerob yang juga menggunakan media selektif dan dalam suasana anaerobik. Jumlah bakteri yang terdeteksi dengan media NA disinyalir adalah jumlah mikroba yang mampu menghidrolisis bahan organik. Sehingga semakin banyaknya jumlah mikroba ditandai juga dengan penurunan COD yang juga tinggi. Dari Gambar 5.11 dan 5.12 terlihat pertumbuhan bakteri yang terdeteksi dengan media NA dan media anaerob bertumbuh secara bertahap seiring dengan pertambahan hari inkubasi. Berdasarkan Gambar 5.11 terlihat bahwa setelah hari ke-21 reaktor yang paling banyak jumlah mikroba adalah reaktor berisi air limbah tahu dengan media kerikil dan eceng gondok, dan urutan selanjutnya adalah reaktor berisi air limbah tahu saja sedangkan yang paling kecil adalah reaktor yang berisi air limbah tahu disertai kerikil dan alang-alang. Hal ini seiring dengan kemampuan penyisihan COD tertinggi adalah reaktor yang berisi air limbah dan kerikil serta eceng gondok. Sedangkan untuk bakteri methan, reaktor yang berisi air limbah tahu dengan kerikil dan alang-alang memiliki jumlah bakteri methan terbanyak

yaitu 8 CFU/ml. Hal ini seiring dengan reaktor yang bermedia kerikil dan alang-alang memiliki produksi biogas yang tertinggi pula.



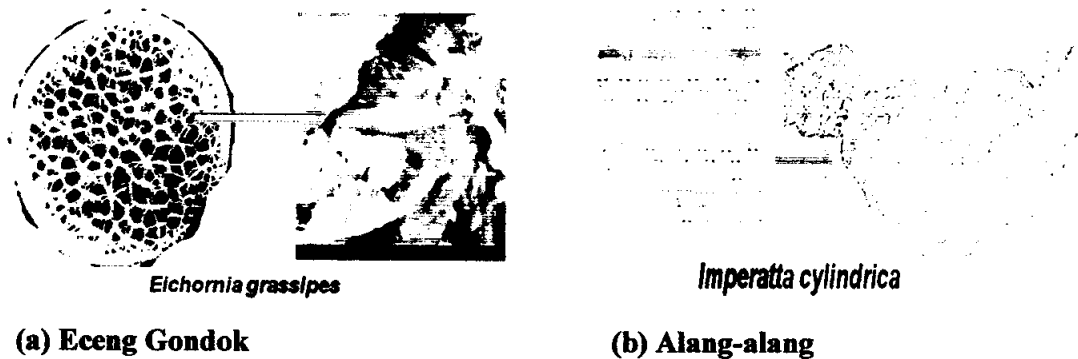
Gambar 5.11 Jumlah bakteri dengan media NA



Gambar 5.12 Jumlah bakteri methanogenesis

Berdasarkan Gambar 5.9 dan 5.10 juga terlihat bahwa keberadaan media membantu pertumbuhan bakteri pendegradasi air limbah maupun bakteri methan. Berdasarkan Gambar 5.9 terlihat bahwa media kerikil dan eceng gondok memberi pertumbuhan bakteri tertinggi. Sedangkan jika dilihat dari pertumbuhan bakteri methan, media eceng gondok yang ditahan oleh kerikil agar dapat berada didasar reaktor dapat memicu pertumbuhan mikroba hingga 6 CFU/ml atau reaktor yang tertinggi kedua dalam pertumbuhan bakteri methan. Hal ini diduga karena media eceng gondok memiliki kandungan organik yang menunjang pertumbuhan mikroba. Pada struktur jaringan eceng gondok yang dianalisis dengan SEM dapat terlihat kandungan amilum (bahan organik) yang cukup banyak. Seiaian

itu, eceng gondok juga masih baik keadaanya setelah digunakan dalam reaktor (Gambar 5.13). Pertumbuhan mikroba untuk media *E. crassipes* lebih banyak dikarenakan kepadatan jaringannya lebih tinggi dibanding *I. cylindrical* sehingga bahan organik yang dimanfaatkan sebagai media tumbuh juga semakin banyak. Hal yang sama juga terjadi untuk alang-alang, meski untuk kemampuan degradasi bahan organik yang ditunjukkan dengan nilai COD tidak sebaik eceng gondok, tetapi alang-alang mampu menyisihkan TSS yang tinggi karena pori media yang kecil serta, alang-alang dapat meningkatkan alkalinitas dalam reaktor sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri metan yang dapat menghasilkan produksi biogas.



Gambar 5.13. Struktur jaringan media Eceng Gondok dan Alang-alang.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Di tahun 2013 ini telah dikaji kemampuan eceng gondok dan alang-alang dalam mendegradasi air limbah yang ditunjukkan dengan penyisihan nilai COD dan TSS. Berdasarkan hasil tahun 2013 ini diketahui ukuran, jenis, serta penempatan media didalam reaktor. Operasional di tahun 2013 ini lebih diutamakan kemampuan kedua tanaman gulma sebagai media lekat untuk pertumbuhan mikroba degradasi air limbah secara proses anaerobik secara batch. Rencana penelitian di tahun 2014 adalah:

- a. Di tahun 2014 ini melakukan uji kemampuan media tanam terpilih, tidak hanya sebagai media lekat tetapi juga sebagai penyaring yang disebut sebagai biofilter dari reaktor anaerob dengan aliran kontinyu air limbah. Pengaliran air limbah ini dalam kurun waktu yang lebih lama dibanding tahun 2013 yaitu 42 hari (sekitar 1,5 bulan). Pengujian media terpilih dari tahun 2013, dilakukan uji kemampuannya sebagai biofilter untuk mengolah air limbah dengan berbagai beban organik. Tiap biofilter memiliki batas kemampuan yang berbeda dalam mengolah beban organik. Disamping itu, tiap jenis air limbah memiliki beban organik yang berbeda. Beban organik yang diberikan secara bertahap dalam reaktor dengan rentang 2000-10000 mg/L COD. Berdasarkan hasil penelitian tahap pertama di tahun 2014 ini dapat diketahui kapasitas media terpilih dalam mengolah COD dan TSS serta produksi biogas. Sehingga hal ini dapat menjadi dasar jika biofilter dari tanaman gulma ini akan diaplikasikan dapat disesuaikan dengan jenis air limbah yang memiliki beban organik tertentu.
- b. Selain beban organik, di tahun 2014 akan diuji kemampuan media tanaman gulma terpilih dari tahun 2013 untuk biofilter di reaktor anaerobik dengan berbagai waktu hidrolis dari reaktor. Waktu hidrolis adalah waktu yang dibutuhkan air limbah diolah dalam reaktor mulai dari masuk hingga keluar reaktor. Penggunaan waktu hidrolis sebagai variabel berkaitan dengan aplikasi biofilter di kondisi sesungguhnya akan disesuaikan dengan waktu hidrolis yang diperlukan agar biofilter anaerob dapat mendegradasi dengan COD dan TSS serta produksi biogas dengan optimum.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah:

- a. Ukuran tanaman yang terpilih adalah 1 cm mampu menyisihkan TSS hingga diatas 70% dan berpotensi untuk degradasi COD dengan menaikkan bahan organik sebanyak 25% dan produksi biogas sebesar 0,221 mL/L air limbah
- b. Jenis tanaman terpilih adalah eceng gondok dengan COD 92% dan TSS hingga sekitar 70%.
- c. Penempatan yang sesuai untuk media eceng gondok adalah di dasar dari bagian berisi air limbah di reaktor anaerob sehingga media eceng gondok ditambahkan kerikil agar tertahan di dasar reaktor
- d. Kelimpahan bakteri untuk reaktor dengan penempatan media didasar yaitu untuk eceng gondok adalah 10.387×10^8 CFU/mL; alang-alang adalah 1881×10^8 CFU/ml serta untuk reaktor berisi air limbah saja adalah 7267×10^8 CFU/mL.

7.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

Perlu adanya uji proses sinambung (continue) pada biofilter ini dalam menerima berbagai beban organik dan waktu hidrolis dari pengaliran air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus S, IN. 2008. *Start Up dan Perancangan Bioreaktor Anaerobik untuk Pengolahan Limbah Cair dengan Konsentrasi Garam Tinggi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Bouallagui, H., Touhami, Y., Cheikh R. B., and Hamdi, M., 2005. Bioreactor Performance in Anaerobic Digestion of Fruit and Vegetable Wastes. *Process Biochemistry* 40.
- Foresti, E., Zaiat, M., Vallero, M.. 2006. Anaerobic Process as The Core Technology For Sustainable Domestic Wastewater Treatment: Consolidate Applications, New Trends, Perspective, and Challenges. *Environmental Science and Bio/Technology* 5: 3-19.
- Gašpariková, E., Kapusta, Š., Bodík, I., Derco, J., and Kratochvíl, K. 2005. Evaluation of Anaerobic-Aerobic Wastewater Treatment Plant Operations. *Journal of Environmental Studies* 14(1): 29-34.
- Gerardi, M. H. The Microbiology of Anaerobic Digester. Wiley Interscience. United States of America. 77-177.
- Kriswiyanti A., E., dan Endah R. D., 2009. Kinetika Hidrolisa dari Enceng Gondok dengan Metode Arkenol Untuk Variabel Perbandingan Berat Eceng Gondok dan Volume Pemasakan. *Ekuilibrium* 7(2).
- Malakahmad, A, Zain SM, Basri, NEA, Kutty, SRM, Isa, MH, 2009. Identification of Anaerobic Microorganisms for Converting Kitchen Waste to Biogas. *World Academy of Science Engineering and Technology* 60.
- Malakahmad A., Basri, NZA, Zain, SM. 2004. Anaerobic Co-Digestion of Kitchen Waste and Sewage Sludge For Producing Biogas. *International Conference on Environmental Management*, Bangi.

- Sani, E. Y., 2008. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob. *Tesis*. Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sutiya B., Istikowati W. T., Rahmadi A., dan Sunardi, 2012. Kandungan kimia dan sifat serat alang-alang (*imperata cylindrica*) sebagai gambaran bahan baku pulp dan kertas. *Bioscientiae* 9(1).
- Syafila M., Djajadiningrat, A. H., Handajani, M., 2003. Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase
- Waluyo, Lud. 2010. Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi, UMM Press, Malang.
- Widyastuti, dan Sunardi, -. Karakteristik Karbon Aktif dan Alang-alang (*Imperata*) yang Dibuat dengan Cara Kimia. *Jurnal Kimia dan Teknologi*
- Zhang, C., Wang J., Liu., Zhu S., Ge H., Chang, S., Chang J., and Ge H., 2010. Effects of Plant Diversity on Microbial Biomass and Community Metabolic Profiles in a full scale Constructed Wetland. *Ecological Engineering* 36.
- Zhang, C., Ke S., Wang J., Ge Y., Chang S., Zhu S., Zhu S., Chang J., 2011. Response of Microbial Activity and Community Metabolic Profile to Plant Functional Group Diversity in a Full Scale Constructed Wetland. *Geoderma* 160.

Lampiran 1: Data running Anaerobik Reaktor
 A. Hasil Running reaktor selama 7 hari

| PARAMETER | Waktu | Limbah Tahu | Limbah Tahu + Alang-alang 1 cm | Limbah Tahu + Alang-alang 2 cm | Limbah Tahu + Eceng Gondok 1 cm | Limbah Tahu + Eceng Gondok 2 cm |
|-------------|-----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| COD | hari ke-0 | 4450,00 | 4450,00 | 4450,00 | 4450,00 | 5382,00 |
| | hari ke-7 | 3976,00 | 6011,33 | 6295,33 | 5585,33 | 5920,20 |
| TSS | hari ke-0 | 348,33 | 335,00 | 331,67 | 333,33 | 388,33 |
| | hari ke-7 | 195,00 | 58,33 | 181,67 | 188,33 | 217,83 |
| BOD | hari ke-0 | 2644,40 | 4407,36 | 4309,41 | 3819,70 | 4605,60 |
| | hari ke-7 | 2448,53 | 4401,20 | 4701,18 | 3134,14 | 5066,16 |
| VSS | hari ke-0 | 163,33 | 126,67 | 150,00 | 145,00 | 320,00 |
| | hari ke-7 | 131,67 | 30,00 | 75,00 | 53,33 | 108,00 |
| Alkalinitas | hari ke-0 | 250,00 | 300,00 | 237,50 | 225,00 | 313,00 |
| | hari ke-7 | 450,00 | 650,00 | 537,50 | 462,50 | 344,30 |
| Suhu | hari ke-0 | 28,00 | 28,50 | 28,50 | 28,00 | 28,00 |
| | hari ke-7 | 27,00 | 27,00 | 28,00 | 27,00 | 30,80 |
| NO3 | hari ke-0 | 0,65 | 1,58 | 1,00 | 0,58 | 0,80 |
| | hari ke-7 | 0,71 | 3,06 | 3,26 | 0,87 | 0,88 |
| pH | hari ke-0 | 5,28 | 5,19 | 5,19 | 5,17 | 5,78 |
| | hari ke-7 | 5,63 | 6,19 | 6,32 | 5,96 | 6,36 |

B. Hasil Running reaktor selama 21 hari

| Parameter | Hari ke- | limbah tahu | limbah tahu + Kerikil + Alang alang | limbah tahu + kerikil + Eceng gondok | limbah tahu + alang-alang | limbah tahu + eceng gondok |
|-----------|----------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| COD | 0 | 3466,67 | 4586,67 | 4106,67 | 2506,67 | 4611,67 |
| | 7 | 1893,67 | 1920,00 | 1386,67 | 3466,67 | 5822,11 |
| | 14 | 1856,67 | 1760,00 | 533,33 | 2346,67 | 4237,34 |
| | 21 | 293,33 | 1253,33 | 320,00 | 506,67 | 682,69 |
| TSS | 0 | 761,67 | 380,00 | 375,00 | 433,33 | 431,67 |
| | 7 | 108,33 | 160,00 | 221,67 | 335,00 | 267,89 |
| | 14 | 183,33 | 146,67 | 365,00 | 155,00 | 396,00 |
| | 21 | 166,67 | 155,00 | 156,67 | 180,00 | 187,86 |
| Alkali | 0 | 608,33 | 716,67 | 825,00 | 750,00 | 913,00 |
| | 7 | 1058,33 | 1566,67 | 2300,00 | 2408,33 | 2304,00 |
| | 14 | 925,00 | 2750,00 | 1425,00 | 1741,67 | 1048,92 |
| | 21 | 750,00 | 2025,00 | 1066,67 | 2050,00 | 847,52 |
| pH | 0 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | 7 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| | 14 | 6,33 | 8,00 | 7,67 | 7,33 | 7,30 |
| | 21 | 6,00 | 7,80 | 6,67 | 7,80 | 6,20 |
| Suhu | 0 | 29,50 | 29,50 | 29,50 | 29,50 | 29,50 |
| | 7 | 28,00 | 28,00 | 27,90 | 27,90 | 28,00 |
| | 14 | 28,00 | 28,50 | 28,00 | 29,50 | 28,00 |
| | 21 | 27,00 | 27,00 | 27,00 | 27,50 | 27,00 |

Lampiran2: Hasil Analisis Anova Konsentrasi COD dan TSS serta Vol. Biogas setelah inkubasi 7 hari

| Dependent Variable | (I) Limbah 7 hari | (J) Limbah 7 hari | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------|-------|
| COD_7 | Air Limbah Tahu | Air limbah tahu + Alang 1 cm | -2035.33333 | 929.47936 | .053 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -2319.33333* | 929.47936 | .032 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | -1609.33333 | 929.47936 | .114 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -1944.20000 | 929.47936 | .063 |
| | Air limbah tahu + Alang 1 cm | Air Limbah Tahu | 2035.33333 | 929.47936 | .053 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -284.00000 | 929.47936 | .766 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | 426.00000 | 929.47936 | .657 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | 91.13333 | 929.47936 | .924 |
| | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | Air Limbah Tahu | 1609.33333 | 929.47936 | .114 |
| | | Air limbah tahu + Alang 1 cm | -426.00000 | 929.47936 | .657 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -710.00000 | 929.47936 | .463 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -334.86667 | 929.47936 | .726 |
| TSS_7 | Air Limbah Tahu | Air limbah tahu + Alang 1 cm | 136.66667* | 51.06086 | .023 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | 13.33333 | 51.06086 | .799 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | 6.66667 | 51.06086 | .899 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -22.83333 | 51.06086 | .664 |
| | Air limbah tahu + Alang 1 cm | Air Limbah Tahu | -136.66667* | 51.06086 | .023 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -123.33333* | 51.06086 | .036 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | -130.00000* | 51.06086 | .029 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -159.50000* | 51.06086 | .011 |
| | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | Air Limbah Tahu | -6.66667 | 51.06086 | .899 |
| | | Air limbah tahu + Alang 1 cm | 130.00000* | 51.06086 | .029 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | 6.66667 | 51.06086 | .899 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -29.50000 | 51.06086 | .576 |
| Vol_Biogas_7 | Air Limbah Tahu | Air limbah tahu + Alang 1 cm | -.99767* | .16107 | .000 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -.39767* | .16107 | .033 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | .01800 | .16107 | .913 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | .00000 | .16107 | 1.000 |
| | Air limbah tahu + Alang 1 cm | Air Limbah Tahu | .99767* | .16107 | .000 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | .60000* | .16107 | .004 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | 1.01567* | .16107 | .000 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | .99767* | .16107 | .000 |
| | Air limbah tahu + e.gondok 1 cm | Air Limbah Tahu | -.01800 | .16107 | .913 |
| | | Air limbah tahu + Alang 1 cm | -1.01567* | .16107 | .000 |
| | | Air Limbah tahu + alang 2 cm | -.41567* | .16107 | .027 |
| | | Air limbah tahu + e.gondok 2 cm | -.01800 | .16107 | .913 |

Lampiran 3: Hasil Analisis Anova COD dan TSS dan Vol. Biogas setelah inkubasi 21 hari

| Dependent Variable | (I) Limbah | (J) Limbah | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | |
|---|---|---|---|------------|---------|------|
| COD | Air Limbah Tahu | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | 19.85333 [*] | 3.48487 | .000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | -.67000 | 3.48487 | .851 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | 11.75000 [*] | 3.48487 | .007 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | 6.34333 | 3.48487 | .099 | |
| | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | Air Limbah Tahu | -19.85333 [*] | 3.48487 | .000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | -20.52333 [*] | 3.48487 | .000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | -8.10333 [*] | 3.48487 | .042 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | -13.51000 [*] | 3.48487 | .003 | |
| | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | Air Limbah Tahu | .67000 | 3.48487 | .851 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | 20.52333 [*] | 3.48487 | .000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | 12.42000 [*] | 3.48487 | .005 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | 7.01333 | 3.48487 | .072 | |
| | TSS | Air Limbah Tahu | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | -1.75000 | 4.12257 | .680 |
| | | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | -1.31667 | 4.12257 | .756 |
| | | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | 1.07000 | 4.12257 | .800 |
| | | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | -7.08000 | 4.12257 | .117 |
| Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | | Air Limbah Tahu | 1.75000 | 4.12257 | .680 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | .43333 | 4.12257 | .918 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | 2.82000 | 4.12257 | .509 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | -5.33000 | 4.12257 | .225 | |
| Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | | Air Limbah Tahu | 1.31667 | 4.12257 | .756 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | -.43333 | 4.12257 | .918 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | 2.38667 | 4.12257 | .575 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | -5.76333 | 4.12257 | .192 | |
| Vol_Biogas | | Air Limbah Tahu | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | .01767 | .10025 | .864 |
| | | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | .01767 | .10025 | .864 |
| | | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | .06477 | .10025 | .533 |
| | | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | .07943 | .10025 | .447 |
| | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | Air Limbah Tahu | -.01767 | .10025 | .864 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | .00000 | .10025 | 1.000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | .04710 | .10025 | .649 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | .06177 | .10025 | .552 | |
| | Air Limbah Tahu + Kerikil + Eceng Gondok 1 cm | Air Limbah Tahu | -.01767 | .10025 | .864 | |
| | | Air Limbah Tahu + Kerikil + Alang-alang 1cm | .00000 | .10025 | 1.000 | |
| | | Air Limbah Tahu + Alang-alang | .04710 | .10025 | .649 | |
| | | Air Limbah Tahu + Eceng Gondok | .06177 | .10025 | .552 | |

Lampiran 4: Foto Penelitian



(a) Media alang-alang



(b) Media Eceng Gondok



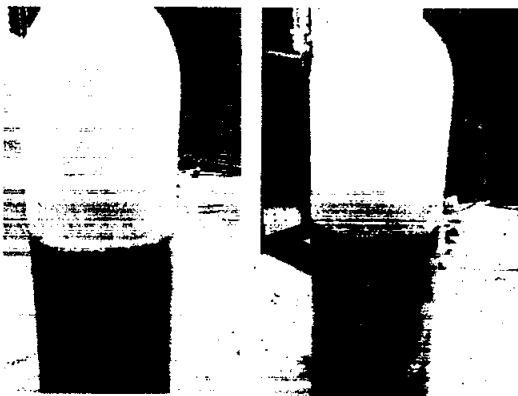
(c) Pengambilan sampel air limbah



(c) Peletakan media dibagian atas reaktor



(d) Peletakan media dibawah reaktor



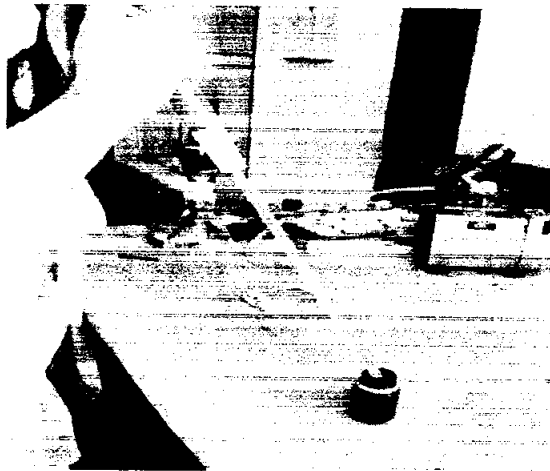
(e) Perubahan warna reaktor setelah inkubasi 14 hari



(f) saat pengambilan sampel



(g) Saat Analisis COD deng metode refluks



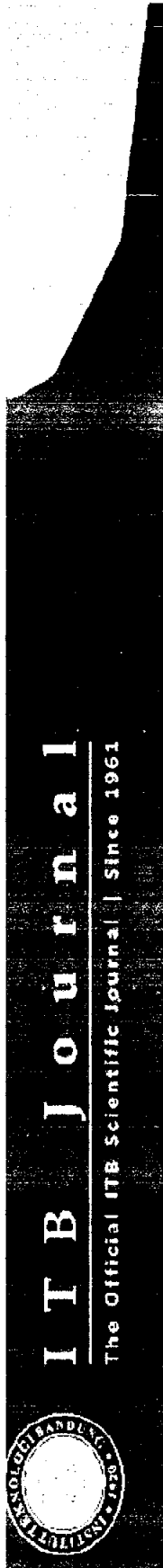
(h) saat analisis TSS dengan metode Gravimetri

Lampiran:

Data Bidang Keahlian Peneliti:

| No. | Nama | NIDN | Bidang Ilmu |
|-----|---------------------------------------|------------|----------------------|
| 1 | Drs. Hery Purnobasuki, M. Si., PhD | 0005076704 | Botani |
| 2 | Tri Nurharyati, S. Si., M. Kes. | 0013116702 | Mikrobiologi |
| 3 | Nur Indradewi Oktavitri, S. T., M. T. | 0001108301 | Teknologi Lingkungan |

Lampiran: Bukti submitted journal



ITB Journal (formerly Proceedings ITB) is an official ITB scientific journal, which has been published since 1961. It is the oldest journal in the world published by a university and is one of the most influential ITB publications (technical and engineering, science, technology) and the most cited in the world (1st edition of the ISI Web of Science).

ITB Journal is a peer-reviewed journal. It is published by the Faculty of Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) in Surabaya, Indonesia. The journal covers a wide range of topics in engineering, science, and technology. It is published quarterly and is available online through the ITS website.

For more information, please visit the website: <http://www.itb.ac.id/journal>

11/11/2013

Received from the author and accepted for publication by the journal on 11/11/2013.

11/11/2013

Journal of Engineering and Technological Sciences (ISSN: 2537-5779)

ITB Journal of Science, Engineering, and Technology (JSET) is a peer-reviewed journal published by the Faculty of Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) in Surabaya, Indonesia. The journal covers a wide range of topics in engineering, science, and technology. It is published quarterly and is available online through the ITS website.

11/11/2013

11/11/2013

11/11/2013

11/11/2013

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525
 526
 527
 528
 529
 530
 531
 532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584
 585
 586
 587
 588
 589
 590
 591
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599
 600
 601
 602
 603
 604
 605
 606
 607
 608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625
 626
 627
 628
 629
 630
 631
 632
 633
 634
 635
 636
 637
 638
 639
 640
 641
 642
 643
 644
 645
 646
 647
 648
 649
 650
 651
 652
 653
 654
 655
 656
 657
 658
 659
 660
 661
 662
 663
 664
 665
 666
 667
 668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686
 687
 688
 689
 690
 691
 692
 693
 694
 695
 696
 697
 698
 699
 700
 701
 702
 703
 704
 705
 706
 707
 708
 709
 710
 711
 712
 713
 714
 715
 716
 717
 718
 719
 720
 721
 722
 723
 724
 725
 726
 727
 728
 729
 730
 731
 732
 733
 734
 735
 736
 737
 738
 739
 740
 741
 742
 743
 744
 745
 746
 747
 748
 749
 750
 751
 752
 753
 754
 755
 756
 757
 758
 759
 760
 761
 762
 763
 764
 765
 766
 767
 768
 769
 770
 771
 772
 773
 774
 775
 776
 777
 778
 779
 780
 781
 782
 783
 784
 785
 786
 787
 788
 789
 790
 791
 792
 793
 794
 795
 796
 797
 798
 799
 800
 801
 802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814
 815
 816
 817
 818
 819
 820
 821
 822
 823
 824
 825
 826
 827
 828
 829
 830
 831
 832
 833
 834
 835
 836
 837
 838
 839
 840
 841
 842
 843
 844
 845
 846
 847
 848
 849
 850
 851
 852
 853
 854
 855
 856
 857
 858
 859
 860
 861
 862
 863
 864
 865
 866
 867
 868
 869
 870
 871
 872
 873
 874
 875
 876
 877
 878
 879
 880
 881
 882
 883
 884
 885
 886
 887
 888
 889
 890
 891
 892
 893
 894
 895
 896
 897
 898
 899
 900
 901
 902
 903
 904
 905
 906
 907
 908
 909
 910
 911
 912
 913
 914
 915
 916
 917
 918
 919
 920
 921
 922
 923
 924
 925
 926
 927
 928
 929
 930
 931
 932
 933
 934
 935
 936
 937
 938
 939
 940
 941
 942
 943
 944
 945
 946
 947
 948
 949
 950
 951
 952
 953
 954
 955
 956
 957
 958
 959
 960
 961
 962
 963
 964
 965
 966
 967
 968
 969
 970
 971
 972
 973
 974
 975
 976
 977
 978
 979
 980
 981
 982
 983
 984
 985
 986
 987
 988
 989
 990
 991
 992
 993
 994
 995
 996
 997
 998
 999
 1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020
 1021
 1022
 1023
 1024
 1025
 1026
 1027
 1028
 1029
 1030
 1031
 1032
 1033
 1034
 1035
 1036
 1037
 1038
 1039
 1040
 1041
 1042
 1043
 1044
 1045
 1046
 1047
 1048
 1049
 1050
 1051
 1052
 1053
 1054
 1055
 1056
 1057
 1058
 1059
 1060
 1061
 1062
 1063
 1064
 1065
 1066
 1067
 1068
 1069
 1070
 1071
 1072
 1073
 1074
 1075
 1076
 1077
 1078
 1079
 1080
 1081
 1082
 1083
 1084
 1085
 1086
 1087
 1088
 1089
 1090
 1091
 1092
 1093
 1094
 1095
 1096
 1097
 1098
 1099
 1100
 1101
 1102
 1103
 1104
 1105
 1106
 1107
 1108
 1109
 1110
 1111
 1112
 1113
 1114
 1115
 1116
 1117
 1118
 1119
 1120
 1121
 1122
 1123
 1124
 1125
 1126
 1127
 1128
 1129
 1130
 1131
 1132
 1133
 1134
 1135
 1136
 1137
 1138
 1139
 1140
 1141
 1142
 1143
 1144
 1145
 1146
 1147
 1148
 1149
 1150
 1151
 1152
 1153
 1154
 1155
 1156
 1157
 1158
 1159
 1160
 1161
 1162
 1163
 1164
 1165
 1166
 1167
 1168
 1169
 1170
 1171
 1172
 1173
 1174
 1175
 1176
 1177
 1178
 1179
 1180
 1181
 1182
 1183
 1184
 1185
 1186
 1187
 1188
 1189
 1190
 1191
 1192
 1193
 1194
 1195
 1196
 1197
 1198
 1199
 1200
 1201
 1202
 1203
 1204
 1205
 1206
 1207
 1208
 1209
 1210
 1211
 1212
 1213
 1214
 1215
 1216
 1217
 1218
 1219
 1220
 1221
 1222
 1223
 1224
 1225
 1226
 1227
 1228
 1229
 1230
 1231
 1232
 1233
 1234
 1235
 1236
 1237
 1238
 1239
 1240
 1241
 1242
 1243
 1244
 1245
 1246
 1247
 1248
 1249
 1250
 1251
 1252
 1253
 1254
 1255
 1256
 1257
 1258
 1259
 1260
 1261
 1262
 1263
 1264
 1265
 1266
 1267
 1268
 1269
 1270
 1271
 1272
 1273
 1274
 1275
 1276
 1277
 1278
 1279
 1280
 1281
 1282
 1283
 1284
 1285
 1286
 1287
 1288
 1289
 1290
 1291
 1292
 1293
 1294
 1295
 1296
 1297
 1298
 1299
 1300
 1301
 1302
 1303
 1304
 1305
 1306
 1307
 1308
 1309
 1310
 1311
 1312
 1313
 1314
 1315
 1316
 1317
 1318
 1319
 1320
 1321
 1322
 1323
 1324
 1325
 1326
 1327
 1328
 1329
 1330
 1331
 1332
 1333
 1334
 1335
 1336
 1337
 1338
 1339
 1340
 1341
 1342
 1343
 1344
 1345
 1346
 1347
 1348
 1349
 1350
 1351
 1352
 1353
 1354
 1355
 1356
 1357
 1358
 1359
 1360
 1361
 1362
 1363
 1364
 1365
 1366
 1367
 1368
 1369
 1370
 1371
 1372
 1373
 1374
 1375
 1376
 1377
 1378
 1379
 1380
 1381
 1382
 1383
 1384
 1385
 1386
 1387
 1388
 1389
 1390
 1391
 1392
 1393
 1394
 1395
 1396
 1397
 1398
 1399
 1400
 1401
 1402
 1403
 1404
 1405
 1406
 1407
 1408
 1409
 1410
 1411
 1412
 1413
 1414
 1415
 1416
 1417
 1418
 1419
 1420
 1421
 1422
 1423
 1424
 1425
 1426
 1427
 1428
 1429
 1430
 1431
 1432
 1433
 1434
 1435
 1436
 1437
 1438
 1439
 1440
 1441
 1442
 1443
 1444
 1445
 1446
 1447
 1448
 1449
 1450
 1451
 1452
 1453
 1454
 1455
 1456
 1457
 1458
 1459
 1460
 1461
 1462
 1463
 1464
 1465
 1466
 1467
 1468
 1469
 1470
 1471
 1472
 1473
 1474
 1475
 1476
 1477
 1478
 1479
 1480
 1481
 1482
 1483
 1484
 1485
 1486
 1487
 1488
 1489
 1490



1 **Utilization of *Imperata cylindrica* and *Eichhornia crassipes***
 2 **as Packed Filtering Media in Anaerobic Reactor To**
 3 **Decrease Organic Substance In Wastewater**

4 **Hery Purnobasuki^{1*} Nur Indradewi Oktavetri^{2**} & Tri Nurhariyati¹**

5 ¹Biology Departement, Faculty Science and Technology, Airlangga University

6 ²Environmental Science and Technology, Faculty Science and Technology, Airlangga
 7 University

8 *Email: herypurba@yahoo.com

9 **Email: nur_i_d_o@yahoo.com

10

11 **Abstract.** In Anaerobic digester supported material helped growth of biofilm.
 12 Supported material could be made from organic and anorganic material. This
 13 research aims to investigate the ability of *Imperata cylindrica* and *Eichhornia*
 14 *crassipes* to decrease Biological Oxygen Demand and Total Suspended Solid.
 15 The methods was cutting part of *I.cylindrica* and *E.crassipes* and used it as
 16 packed material to decrease organic substance in tofu wastewater. The results
 17 showed that added of organic material as packed media could decreased BOD
 18 32% and TSS 64%.

19 **Keywords:** *Cellulose; Biological Oxygen Demand; Incubation Time; Total Suspended*
 20 *Solid.*

21 **1 Introduction**

22 Anaerobic digester was widely used treated highly organic substance. Many
 23 anaerobic digester was improved to decrease wastewater contaminant, such as
 24 Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Banu et al, 2007; de Lemos Chernicharo,
 25 2007); Anaerobic Filters (Alves et al, 1998; de Lemos Chernicharo, 2007);
 26 Hybrid bioreactor (Syafila et al, 2003; Ahmad et al, 2011). The competency of
 27 anaerobic reactor added with packed media reached COD removal 76-86%; and
 28 BOD removal 70-91% (Banu et al, 2007). Banu et al (2007) said that supported
 29 material helped growth of biofilm. Biofilm adhered on packed media has used
 30 in that reactors. Most of reactor used packed media for treated wastewater by
 31 attached growth was more effective than suspended growth.

32 Many research used packed media for treated wastewater with anaerobic
 33 condition. Mostly, packed media used in research from inorganic material
 34 (Alves et al, 1998; Banu et al, 2007; Syafila et al 2003) such as glass;
 35 plexiglass; stone and PVC.. The packed material filled minimum 25% (1/4
 36 part) from reactor volume (Alves et al, 1998; Banu et al, 2007; Syafila et al
 37 2003). The volume of packed material in reactor implicated many of packed

Received _____, Revised _____, Accepted for publication _____

38 material should be prepared and infested in those research. The use of glass;
 39 plexiglass; PVC; stone; and plastics as packed material need more infestation
 40 than used of packed material from organic material from part of plants.

41 There is a lack of research about the used of organic material as media in
 42 wastewater treatment. Ahmad et al (2011) used palm shell as attached media
 43 from organic media for treated palm oil industry wastewater. Shell palm usually
 44 as waste in palm oil industry. Ahmad et al (2011) used ¼ from reactor volume
 45 for packed material in hybrid anaerobic reactor for decreased carbohydrate until
 46 79,86%. In the other hand, many alternate organic material which could be used
 47 as packed media. The palm shell usually rare in metropolitan city, unfortunately
 48 in metropolitan city had many water pollution problems cause of organic
 49 substrate. The other side, *Imperata cylindrica* and *Eichhornia crassipes*
 50 blooming on surface water in metropolitan city which has highly organic
 51 contaminant. It has potential ability to used as packed media. *I. cylindrica* and
 52 *E. crassipes* had cellulose which supported growth of microba. *I. cylindrical*
 53 had 58.62% of cellulose (Sutiya et al, 2012) and *E. crassipes* had 64,51% of
 54 cellulose (Kriswiyanti and RD, 2009). *I. cylindrical* and *E. crassipes* had been
 55 used in wastewater treatment in wetland system (Zhang et al, 2010; Zhang et al
 56 2011). Cellulose in those plants could improved microbial biomass in packed
 57 media. Microbial biomass decreased organic substance which represent with
 58 COD; BOD; TSS; and VSS removal.

59 In other side, there was lack of research used organic material as packed media
 60 in anaerobic reactor especially *I. cylindrica* and *E. crassipes*. This research aims
 61 to investigate ability of *I. cylindrica* and *E. crassipes* as packed media for
 62 removal COD; BOD; TSS; VSS for removal tofu wastewater..

63 2 Materials and Methods

64 2.1 Experimental Raw Material

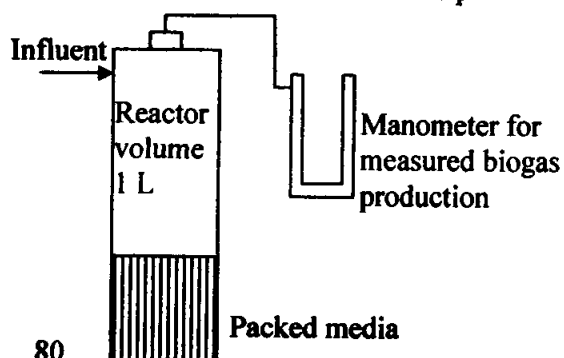
65 Tofu wastewater was used in this research. The tofu wastewater was collected
 66 from fresh industrial activity wastewater without any preliminary treatment. The
 67 *I. cylindrica* and *E. crassipes* was collected from The *I. cylindrica* and *E.*
 68 *crassipes* which used with specific characteristic. *I. cylindrica* had height
 69 around 1 m; green leaves; flower. *E. crassipes* had green leaves and diameter of
 70 branch 1 cm. Part of plants used in this research was the leaves of *I. cylindrica*
 71 and the petiole of *E. crassipes* used in this research.

Utilization of *I. cylindrica* and *E. crassipes* as Packed Filtering Media in Anaerobic Reactor To Decrease Organic Substance In Wastewater

3

72 2.2 Experimental setup

73 The reactor volume was 1 liter and 30% of reactor volume was used as packed
 74 media. Reactor was made from LDPE with height 30 cm and diameter 10 cm.
 75 The system of this anaerobic reactor was batch system. There were two steps of
 76 this reactor: first step studied ability of *Imperata cylindrical* and *Eichhornia*
 77 *crassipes* which had highest removal efficiency (with the same height: 1 cm);
 78 the second step was studied the best specific size (1 cm or 2 cm) for used from
 79 media which chosen in first step.



81 2.3 Monitoring Parameters

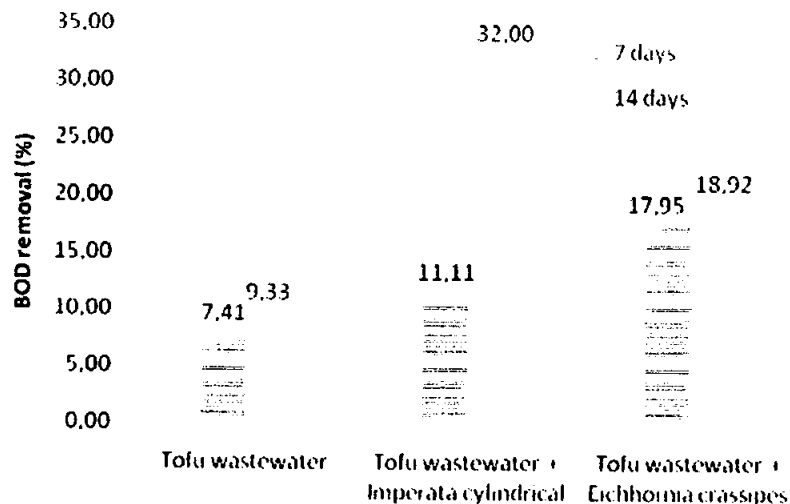
82 Parameters had observed in this research were COD; BOD; TSS; VSS; pH;
 83 suhu; NO₃; Methods used based on standard methods. Wastewater incubated in
 84 7 days, parameters investigated before and after incubation.

85 3 Results and Discussion

86 The characteristics from tofu wastewater treatment were shown in Table
 87 1. The wastewater from the tofu industry were taken after process cooked
 88 tofu. Unfortunately, the water bodies accepted wastewater from tofu
 89 industries without any treatment.

| Characteristic | Unit | Tofu Wastewater |
|----------------|------------------------|-----------------|
| BOD | mg/L | 2644,4 |
| TSS | mg/L | 348,3 |
| Alkalinitas | mg/L CaCO ₃ | 380 |
| pH | - | 5,18 |
| suhu | °C | 28 |

90
 91 Experiment were performed for incubation 7 and 4 days. The relationship
 92 of BOD after incubated 7 and 14 days with additional media was shown
 93 in Figure 1. Figure 1 showed that, after incubated 7 days, reactor filled
 94 only with tofu wastewater had BOD removal 7,41% and increased after
 95 14 days was 9,33%. It was different with tofu wastewater added with *I.*
 96 *cylindrical* and *E. crassipes* as packed media in anaerobic reactor. After
 97 incubation 14 days, Tofu wastewater added with *I. cylindrical* reached
 98 32%. It was higher than tofu wastewater added with *E. crassipes* reached
 99 18,92%. Using *I. cylindrical* improved BOD removal almost second
 100 times of BOD removal *E. crassipes* and third times of BOD removal
 101 without packed media.



102
 103
 104 **Figure 1.** BOD Removal tofu wastewater in anaerobic reactor with
 105 packed media

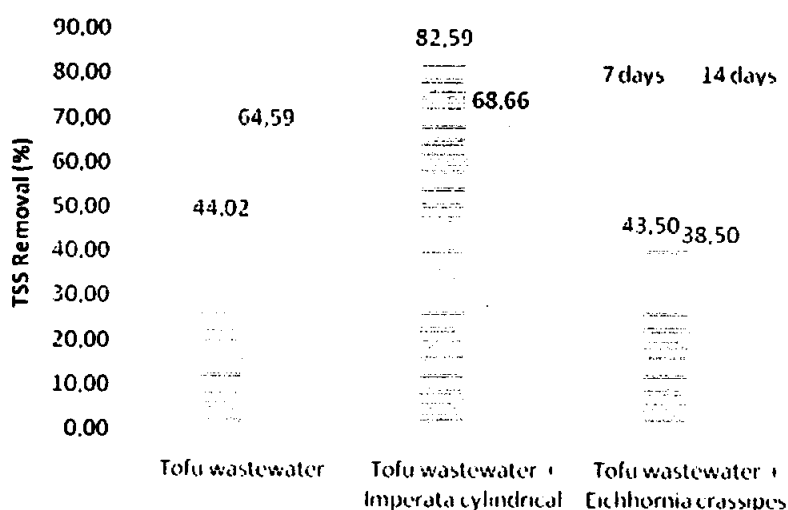
106 In other side, anaerobic reactor which only filled with tofu wastewater
 107 only reached 44,02% in 7 dyas and increased after 14 days, 64,59%
 108 (Figure 2). *I. cylindrical* improved TSS removal after 7 days until
 109 82,59%, but decreased after 14 days, 68,66%. It was similar with
 110 anaerobic reactor added *E. crassipes* in 7 days reached 43,50% than
 111 decreased after 14 days 38,50%. After 14 days, it assumed that decreased
 112 of TSS removal ability caused of those media floating at sampling port

Utilization of *I. cylindrica* and *E. crassipes* as Packed Filtering Media in Anaerobic Reactor To Decrease Organic Substance In Wastewater

5

113 therefore part of media took while sampling the reactor. Therefore, used
 114 of organic media with specific weight lower than water's specific weight
 115 should support with media which settled in water.

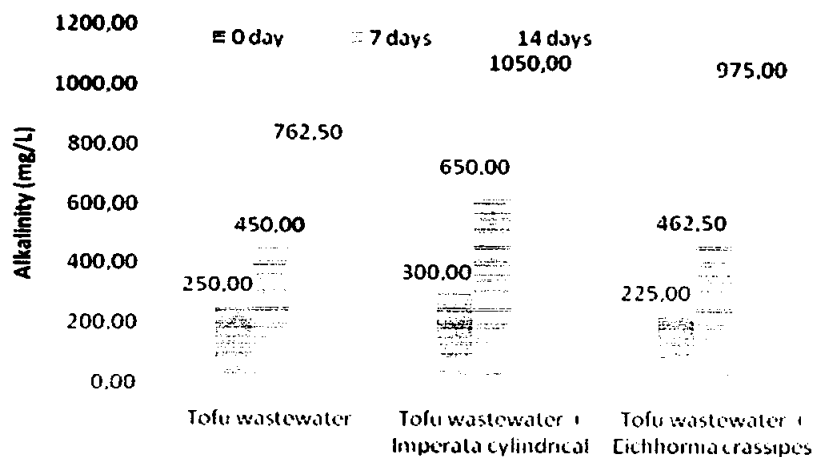
116



117
 118 **Figure 2.** TSS Removal tofu wastewater in anaerobic reactor with
 119 packed media

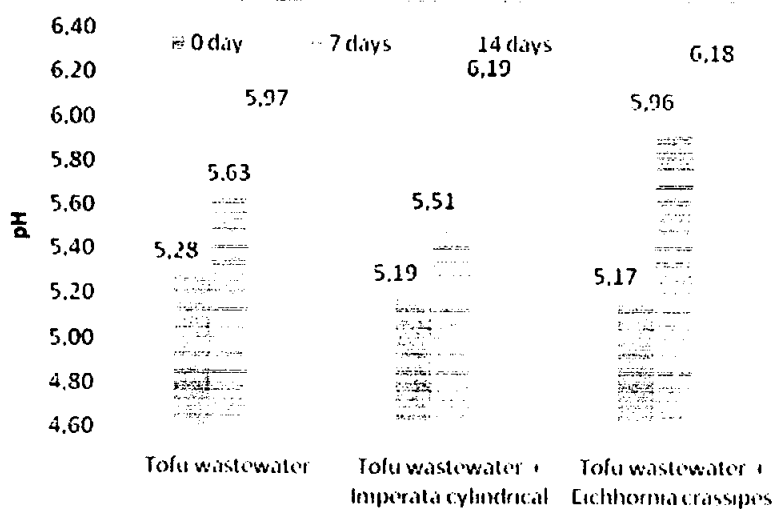
120 In this research also investigated alkalinity in anaerobic reactor.
 121 Alkalinity support environmental condition in anaerobic reactor to
 122 removal of BOD and TSS. Alkalinity was showed buffered capability of
 123 wastewater. Buffered capability could support wastewater in neutral pH.
 124 pH system influenced degradation competency of anaerobic
 125 microorganism. Based on Figure 3, anaerobic reactor showed increased
 126 of alkalinity. Anaerobic reactor contained tofu wastewater without
 127 packed media, alkalinity increased from 250 mg/L became 450 mg/L in 7
 128 days and 762,25 mg/L in 14 days. The reactor which supported with *I.*
 129 *cylindrica* as packed media had increased alkalinity more than second
 130 times from 300 mg/L to 650 mg/L in 7 days and 1050 mg/L in 14 days.
 131 In the other side, anaerobic reactor used *E. crassipes* had not capability
 132 to increased alkalinity until second times. *E. crassipes* only can increased

133 alkalinity from 225 mg/L to 462,50 mg/L in 7 days and 975 mg/L in 14
 134 days.
 135



136
 137 **Figure 3. Alkalinity of tofu wastewater in anaerobic reactor with packed**
 138 **media**

139



140
 141 **Figure 4. pH of tofu wastewater in anaerobic reactor with packed media**

Utilization of *I. cylindrica* and *E. crassipes* as Packed Filtering Media in Anaerobic Reactor To Decrease Organic Substance In Wastewater

7

142 The increased alkalinity related with increased pH in system. Based on
 143 Figure 3 showed that in reactor added with *I. cylindrica*'s had alkalinity
 144 650 mg/L in incubation 7 days and 1050 mg/L after 14 days correlated
 145 with increasing pH from 5,51 to 6,19. The otherside in same time after
 146 incubation 14 days, pH in reactor with *I. cylindrica* had pH 6,19 and
 147 reactor with *E. crassipes* had pH 6,18. The differencies of pH value
 148 between both of them only 0,01 but alkalinity had differencies of them
 149 was 75 mg/L. Gerardi (2003) said that increasing alkalinity could
 150 increased pH in small value. The pH value closed in 6-7 made
 151 methanogenic microbes degradation organic substance better (Gerardi,
 152 2003). It was improved BOD removal in incubation 14 days especially
 153 rector with packed media *I. cylindrica* dan *E.a crassipes* which reached
 154 pH 6,19 and 6,18 therefore BOD removal could reached 32% and
 155 18,92%. De Lemos Chernicharo (2007) said that BOD removal in
 156 anaerobic reactor was around 50-70% which supported with
 157 environmental condition such as alkalinity; pH; and nutrient. The other
 158 side, this research only reached maximum BOD removal in 32% which
 159 pH range value only in 5-6 and alkalinity below 1000 mg/L. Gerardi said
 160 that optimum of degradation anaerobic system at pH with 6-7 and
 161 alkalinity was 1500 mg/L. The condition of this reactor was possibility
 162 improved with added nutrient.

163 In conclusion, reactor with packed media could improved BOD removal
 164 and TSS removal. *Imperata cylindrica* was the recommended media to
 165 improved BOD removal and alkalinity.

166 4 Acknowledgement

167 This research was funded with DIPA Airlangga University 2013 with
 168 number contract 001/UN3.6/KR/U/PPK/2013, 2 May 2013. Numbered
 169 Letter of Rector Airlangga University 7673/UN3/KR/2013 (2 May
 170 2013). This research was supported with solid team: Deavy Trianingtyas;
 171 Bidayatus Saadah; Fandi Nufinda Rahman; Hairul Amin; Adelia Anju
 172 Asmara; Santini Ika R.; Rosvita Tri J.; Sofiyudin; Defananda.

173 **5 References**

- 174 [1] Alves, M.M.; Pereira, M.A.; Bellouti, M.; Pereira Alvares, R. M.;
 175 Veira, J. A. M.; Novais, J.; Mota, M. 1998. A New Method To
 176 Study Interaction Between Biomass and Packing Material In
 177 Anaerobic Filters. *Biotechnology Techniques* 12(4). April 1998.
 178 277-283
- 179 [2] Ahmad, A.; Yelmida; Arjunita. 2011. Penyisihan Karbohidrat dari
 180 Limbah Cair PKS dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia
 181 Cangkang Sawit. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia
 182 "Kejuangan: Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan
 183 Sumber Daya Alam Indonesia ISSN 1693-393. C03-1- CO3-8.
- 184 [3] Banu, J. R.; Kuliappan, S.; Yeom, I. T. (2007). Treatment of
 185 Domestic Wastewater Using Upflow Anaerobic Sludge Blanket
 186 Reactor. *Int. J. Environ. Sci.*, 4(3), 363-370.
- 187 [4] de Lemos Chernicaró, C. A. 2007. Anaerobic Reactors. IWA
 188 Publishing. New York. 70-82
- 189 [5] Gerardi, M. H. The Microbiology of Anaerobic Digester. Wiley
 190 Interscience. United States of America. 77-177.
- 191 [6] Sutiya B., Istikowati W. T., Rahmadi A., dan Sunardi, 2012.
 192 Kandungan kimia dan sifat serat alang-alang (*imperata cylindrica*)
 193 sebagai gambaran bahan baku pulp dan kertas. *Bioscientiae* 9(1).
- 194 [7] Syafila, M.; Djajadiningrat, A. H.; Handajani, M. 2003 Kinerja
 195 Bioreaktor Hibrid Anaerob Dengan Media Batu Untuk Pengolahan
 196 Air Buangan Yang Mengandung Molase. *Proc. ITB Sains & Tek.*,
 197 35A (1), 19-31.
- 198 [8] Zhang, C., Wang J., Liu., Zhu S., Ge H., Chang, S., Chang J., and
 199 Ge H., 2010. Effects of Plant Diversity on Microbial Biomass and
 200 Community Metabolic Profiles in a full scale Constructed Wetland.
 201 *Ecological Engineering* 36.
- 202 [9] Zhang, C., Ke S., Wang J., Ge Y., Chang S., Zhu S., Zhu S., Chang
 203 J., 2011. Response of Microbial Activity and Community
 204 Metabolic Profile to Plant Functional Group Diversity in a Full
 205 Scale Constructed Wetland. *Geoderma* 160.



Annual International Conference on Applied Technology, Science and Arts



Mr. Hery Purnobasuki

On behalf of the 4th APTECS 2013 committee, we would like to take this opportunity to thank you for participating in the "Fourth International Conference on Applied Technology, Science and Arts". In this moment we would like to invite you to attend in the 4th APTECS 2013 which will be held in Robotics Building, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo, Surabaya, Indonesia on December 10th, 2013.

Should you have any enquiries, please do not hesitate to email us at aptecs@its.ac.id or by phone at +62-31-5992945 or +6285733910250. Updated information of the conference can be found at www.aptecs.its.ac.id.

Thank you for participating in "Fourth International Conference on Applied Technology, Science and Arts". We look forward to meet you and listen to your interesting presentation.

Yours Sincerely,

Prof. TAVIO, Ph.D
General Chairman of the 4th APTECS 2013

The Alternative Use Of Water Hyacinth and Reed As Attached Growth Of Microbial In Waste Water Treatment

H., Purnobasuki¹⁾, N.I., Oktavitr^{2)**}, T., Nurhayati²⁾, B., Saadah²⁾, Rafsanjani, S.I.²⁾

¹⁾ Environmental Sains and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia

²⁾ Environmental Sains and Technology, Airlangga University, Surabaya, Indonesia

(*Email : herypurba@yahoo.com)

(**Email : nur i d o@yahoo.com)

Abstract-Aquatic plants have ability to decrease of waste water contaminant. The Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and Reed (*Imperata cylindrical*) are aquatic plants which have ability to reduce concentration of BOD, TSS, COD, Total Nitrate and Total Phosphate in wetland. The other side, it can be used for media support in anaerobic treatment. Because of their abilities, there is some possibilities that Water Hyacinth and Reed can be used as attached growth of microorganisms. The aims of this study was to investigate the potential of water hyacinth and reed as attached media of microbe growth. Part of the plants are used is the trunk part. A slices of trunk is 1 cm. The analysis were conducted for 14 days with ratio 60% waste water and 40% air of reactor. Results of this study for water hyacinth that TSS decrease up to 71%. COD and Total Phosphate decrease 60%, Total Nitrate decrease 85%. While, for reed, TSS decrease up to 41%. COD decrease 56%, Total Phosphate decrease 41%. Total Nitrate decrease 10%. In conclusion, both of them had a potential as attached media of microbe growth. But, Water Hyacinth was better as media support than reed.

Keyword - Attached, Decrease, Growth, Reed, Water Hyacinth

I. INTRODUCTION

One of type of domestic wastewater is canteen wastewater. Canteen wastewater produces from washing dishes. Canteen wastewater, household wastewater, restaurant wastewater has highly organic substance (Apriyadi, 2008). In other side, the high organic substance can influence aquatic biota. Therefore it need to be treated canteen wastewater.

Wetland treatments system can decrease highly organic substance. Wetland water treatment use aquatic plants. Aquatic plants which usually uses wetland system are *Eichhorniacrassipes* and *Imperataclindrycal*. *E. crassipes* and *I. clindrycal* have cellulose which supported growth of microba. *I. clindrycal* has 58,62% of cellulose (Sutiya et al, 2012) and *E. crassipes* has 64,51% of cellulose (Kriswiyanti and RD, 2009). The other side, cellulose used of microorganism for nutrition which degradation organic substance. The nutrition is one of important characteristic in the processing of wastewater, although the required is less nutrition. The kinds nutrition which added to wastewater treatment can from fertilizer, such us NPK (Paramita, 2012). But, the used of fertilizer need more investastation cost than *E. crassipes* and *I. clindrycal*. The added of *E. crassipes* and *I. clindrycal* in wastewater treatment as packed media.

The added of packed media can increase organic substance removal, especially COD (*Chemical Oxygen Demand*) and BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). The competency of anaerobic reactor added with packed media reached COD removal 76-86%, and BOD removal 70-91% (Banu et al, 2007). Banu et al (2007) said that supported material helped growth of biofilm. Biofilm adhered on packed media has used in that reactors. Most of reactors used packed media for

treated wastewater by attached growth was more effective than suspended growth.

Many research use anorganic material as packed media (Banu et al, 2007 and Syafila et al, 2003). There is a lack of research use organic material as packed media and as supported nutrition for degradation organic substance. This research aims is to investigate the potential of water hyacinth and reed as attached media of microbe growth. The *E. crassipes* and *I. clindrycal* as attached media use for decreasing COD and BOD which added total N and total P.

II. METHOD

Wastewater used in this research from canteen at Sciency and Technology Faculty, Airlangga University, Surabaya, Jawa Timur. The canteen wastewater was collected from fresh canteen wastewater without any preliminary treatment. The than *E. crassipes* and *I. clindrycal* which used with specific characteristic.

The reactor volume was 1 liter and 30% of reactor volume was used as packed media. Ractor was made from LDPE with height 30 cm and diameter 10 cm. The system of this anaerobic reactor was batch system. There were two steps of this reactor: first step studied ability of *Imperata cylindrical* and *Eichhornia crassipes* which had highest removal efficiency (with the same height: 1 cm); the second step was studied the best specific size (1 cm or 2 cm) for used from media which chosen in first step.

Parameters had observed in this research were COD; BOD; TSS; VSS; pH; suhu; NO₃; Methods used based on standard methods. Wastewater incubated in 7 days, paremeters investigated before and after incubation.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Experiment were performed for incubation 14 days. The results showed that after incubation 14 days, COD decreased from 1000 mg/L to 1992 mg/L for wastewater; 3984 mg/L for wastewater added *E.crassipe*; 4316 mg/L for wastewater added *I. cylindrical*. The removal of TSS and VSS had the same thing, after 14 days incubation TSS decrease from 860 mg/L to 570 mg/L for only waste water. The other side, additional media can decrease TSS from 860 mg/L to 245 mg/L with *E.crassipe*.

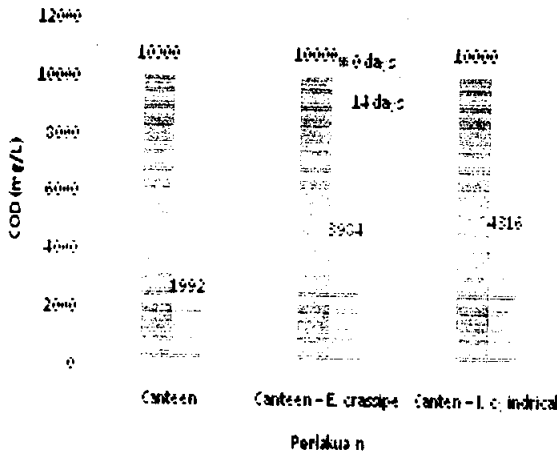


Figure 1. COD results

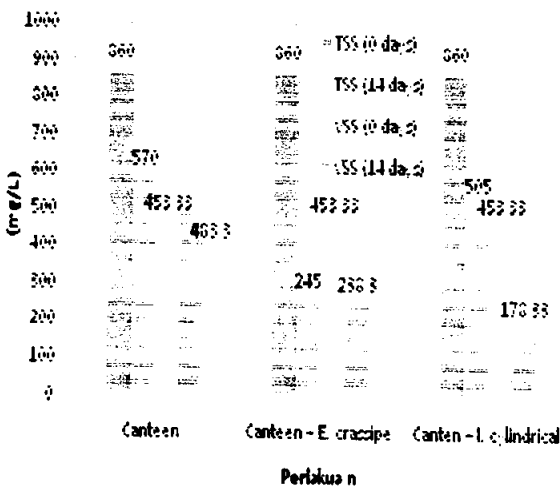


Figure 2. TSS and VSS results

Addition of media could entrapped suspended solid in the bottom of reactor. The entrapped particle could decreased of TSS. The decreasing of TSS effect of decreasing of VSS. TSS contain VSS around 70-80%. Decreasing of COD and TSS followed by decreasing of nitrate (NO₃) and Phosphat (PO₄). Nitrate and phosphate are makro nutrient that used for energy to decreasing of COD and TSS. Figure 3, showed that Nitrate form 4,31 mg/L decreasing to 0,31 mg/L

after incubation COD.

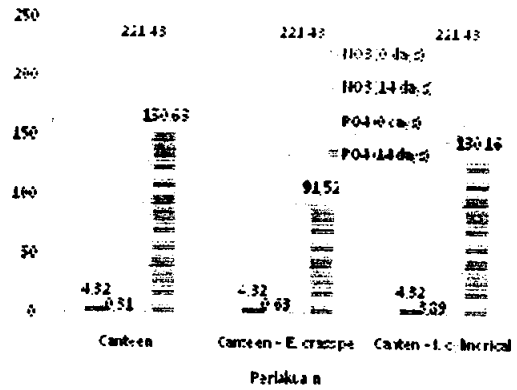


Figure 3. NO₃ and PO₄

IV. CONCLUSION

Conclusion from this research showed that added of media can decrease COD; TSS; VSS; NO₃; and PO₄.

V. ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded with DIPA Airlangga University 2013 with number contract 001/UN3.6/KR/U/PPK/2013, 2 May 2013. Numbered Letter of Rector Airlangga University 7673/UN3/KR/2013 (2 May 2013). This research was supported with solid team: Deavy Trianingtyas; Bidayatus Saadah; Fandi Nufinda Rahman; Hairul Amin; Adelia Anju Asmara; Santini Ika R.; Rosvita Tri J.; Sofiyudin; Defananda.

VI. REFERENCE

Apriadi, Tri, "Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air Sebagai Bioremediator Dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin", Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, 2008, pp. 1-2.

Banu, J. R.; Kuliappan, S.; Yeom, I. T. (2007). Treatment of Domestic Wastewater Using Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. *Int. J. Environ. Sci.*, 4(3), 363-370.

de Lemos Chemicaro, C. A. 2007. *Anaerobic Reactors*. IWA Publishing. New York. 70-82

Gerardi, M. H. *The Microbiology of Anaerobic Digester*. Wiley Interscience. United States of America. 77-177.

Paramita P., M. Shovitri, dan N. D. Kuswytasari, "Biodegradasi Limbah Organik Pasardengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik", *J. Sains dan Seni ITS*, 2012, Vol. 1, pp. 23-26.