

PEMANFAATAN *SLUDGE* HASIL PENGOLAHAN LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOGAS: PENELITIAN AWAL

Application of Sludge Derived from Hospital Liquid Waste as A A Source of Biogas: An Initial Research

Mustafa, Alwathan, Ramli Thahir

Laboratorium Pilot Plant Jurusan Teknik Kimia

Politeknik Negeri Samarinda

E-mail: mu574f4@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah cair rumah sakit, khususnya yang infeksius banyak yang belum dikelola dengan baik. Sebagian besar pengelolaan limbah infeksius disamakan dengan limbah medis non infeksius. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alat pengolah limbah cair rumah sakit menjadi limbah cair yang layak di buang kelingkungan, menganalisa parameter limbah cair yang sudah diolah diantaranya BOD, COD, TSS dan pH dan menguji kelayakan energi yang merupakan hasil samping dari pengolahan limbah cair rumah sakit serta mengukur kandungan H₂S. Tujuan penelitian tahun I telah tercapai yaitu berupa Proses pengolahan bersumber pada limbah cair rumah sakit dengan mengacu pada proses bioreaktor aerob dan anaerob serta bioreaktor kombinasi secara batch. Dari ketiga proses tersebut maka diperoleh hasil uji analisa limbah cair rumah sakit sebelum pengolahan yaitu pH 6,3 ; BOD 134 mg/L, COD 448 mg/L, TSS 130 mg/L. Sedangkan hasil uji analisa limbah cair rumah sakit setelah pengolahan yaitu proses bioreaktor aerob : pH 8,52 ; BOD 38,6 mg/L, COD 99 mg/L, TSS 23 mg/L; proses bioreaktor anaerob : pH 8,69 , BOD 78,6 mg/L, COD 211 mg/L, TSS 24 mg/L dan proses bioreaktor kombinasi : pH 8,59 , BOD 34,6 mg/L, COD 123 mg/L, TSS 24 mg/L. Sampel penelitian adalah Limbah Cair rumah sakit berupa limbah cair medis dan limbah cair dari MCK rumah sakit, limbah tersebut dihomogenkan dalam tangki pencampur sementara agar terjadi pencampuran yang merata diantara kedua jenis limbah tersebut sehingga memudahkan dalam proses pengolahan lanjutan berupa gas yang dihasilkan dari aktifitas mikroba dalam mendegradasi limbah tersebut.

Kata Kunci : Limbah cair, pH, COD, BOD, TSS.

ABSTRACT

Medical waste requires special management that is different from non-medical waste. However, medical waste from hospital, especially the infectious ones, are not yet well-managed, as most of them are still treated equally with non-infectious ones. Most of those wastes are only disposed through septic tanks, that can lead to ground water pollution. In light of this, a hospital should have a good waste treatment unit.

This study aims to investigate the process of liquid waste treatment by using aerob bioreactor, anaerob and a combination of both. The waste samples used in this research were liquid medical waste and liquid wastes from toilets in the hospitals. Some parameters being studied comprises of BOD, COD, TSS and pH of the liquid waste, before and after the treatment. The result of the research showed that aerob process, anaerob process and a combination of them can reduce the parameters being studied.

Key words: liquid waste, pH, COD, BOD, TSS

PENDAHULUAN

Rumah sakit yang ada di Samarinda hampir sebagian besar belum mempunyai sistem pengolahan limbah, pada hal pengolahan limbah cair rumah sakit adalah suatu hal yang sangat penting karena terkait langsung dengan tingkat kesehatan masyarakat terutama yang bermukim di sekitar rumah sakit. Berdasarkan data, limbah cair yang dihasilkan dari rumah sakit berasal dari dapur, cuci (*laundry*), ruang radiologi, laboratorium, ruang perawatan dan ruang gawat darurat sangat banyak sehingga perlu dilakukan pengolahan.

Limbah cair rumah sakit, khususnya yang infeksius banyak yang belum dikelola dengan baik. Sebagian besar pengelolaan limbah infeksius disamakan dengan limbah medis non infeksius. Selain itu, kerap bercampur antara limbah medis dan non medis. Limbah medis memerlukan pengelolaan khusus yang berbeda dengan limbah non medis. Yang termasuk limbah medis adalah limbah infeksius, limbah radiologi, limbah sitoksius dan limbah laboratorium. Kebanyakan limbah infeksius di buang ke *septic tank* yang dapat menyebabkan pencemaran khususnya pada air tanah yang banyak digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari.

Selain itu rumah sakit yang ada di Kalimantan Timur sekitar 75% limbahnya hanya dibuang ke septic tank yang tentunya sangat berbahaya karena dapat merembes ke dalam tanah, sehingga berdasarkan SK Gubernur Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Baku Mutu Limbah Cair

maka perlu dilakukan pengolahan limbah cair khususnya limbah cair bagi rumah sakit. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.19 /1994 Pasal 4 bahwa setiap orang atau badan usaha dilarang membuang limbah secara langsung ke dalam tanah, air atau udara. Rumah sakit perlu memiliki pengolahan limbah yang baik dan menyeluruh. Agar rumah sakit terasa nyaman, segar dan terjaga kesehatan lingkungan maupun kesehatan pasien, pekerja, pengunjung, serta masyarakat sekitarnya.

Limbah cair rumah sakit adalah semua limbah atau buangan cair rumah sakit kecuali air hujan. Pengolahan limbah rumah sakit yang dikelola secara profesional akan mengurangi padatan tersuspensi, jumlah padatan yang terapung, jumlah bahan organik, membunuh bakteri patogen dan mengurangi unsur N dan P berlebihan yang dianggap dapat menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem.

Ada 3 hal yang dilakukan dalam menangani limbah cair yaitu meminimalisasi limbah, pengolahan limbah dan pembuangan limbah sisa pengolahan. Meminimalisasi limbah adalah mengubah cara pembelian dan pengendalian bahan, mengubah cara-cara produksi, mengganti bahan dengan yang kurang daya racunnya, mengurangi volume aliran air, mendaur ulang limbah, mengolah limbah untuk mengurangi daya racun, dan mendaftarkan ulang limbah yang tak beracun.

Limbah cair rumah sakit yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan

efek- berbahaya bagi komunitas rumah sakit dan lingkungannya. Efek tersebut yaitu :

1. Gangguan terhadap kesehatan manusia berupa infeksi karena bakteri dan virus, serta keracunan akibat pestisida, logam berat dan bahan kimia.
2. Gangguan terhadap genetika dan reproduksi manusia, seperti kemandulan dan mutasi gen.
3. Gangguan kenyamanan dan estetika, seperti bau, warna, dan rasa.
4. Kerusakan pada ekosistem, seperti rusaknya habitat dan hilangnya plasma nutfah.
5. Timbulnya kerusakan material, seperti korosi dan pendangkalan karena endapan lumpur.

Limbah cair rumah sakit, khususnya yang infeksius banyak yang belum dikelola dengan baik. Sebagian besar pengelolaan limbah infeksius disamakan dengan limbah medis non infeksius. Selain itu, kerap bercampur antara limbah medis dan non medis. Limbah medis memerlukan pengelolaan khusus yang berbeda dengan limbah non medis. Yang termasuk limbah medis adalah limbah infeksius, limbah radiologi, limbah sitoksik dan limbah laboratorium. Kebanyakan limbah infeksius di buang ke septic tank. Sementara itu, tangki pembuangan sebagian besar tidak memenuhi syarat sebagai tempat pembuangan limbah. Banyak tangki pembuangan sebagai tempat pembuangan limbah yang tidak memenuhi syarat. Hal tersebut akan menyebabkan pencemaran khususnya pada air tanah yang banyak

dipergunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pilot Plant Jurusan Teknik Kimia Polnes. Penelitian dilakukan dengan mengacu pada proses anaerob dan aerob yang berlangsung secara batch, sampel penelitian adalah Limbah Cair rumah sakit berupa limbah cair medis dan limbah cair dari MCK rumah sakit, limbah tersebut dihomogenkan dalam tangki pencampur sementara agar terjadi pencampuran yang merata diantara kedua jenis limbah tersebut sehingga memudahkan dalam proses pengolahan lanjutan.

Limbah cair yang telah homogen kemudian dipisahkan berdasarkan prosesnya yaitu secara anaerob dengan menambahkan kotoran sapi dan secara aerob dengan menambahkan bakteri dekomposer ST. Pada saat proses fermentasi berlangsung akan dianalisa pH, COD, BOD dan TSS setiap minggunya dan juga bioenergi berupa gas yang dihasilkan dari aktifitas mikroba dalam mendegradasi limbah tersebut.

Dalam penelitian ini yang ditetapkan sebagai variabel tetap dan variabel tidak tetap adalah :

Variabel tetap :

- Volume fermentor : 8 liter
- Volume sampel : 6 liter
- Waktu fermentasi : 14 hari
- Kotoran Sapi : 1 kg

-Proses Fermentasi : Secara aerob, anaerob dan kombinasi

Variabel tidak tetap

- Bakteri Degra Simba : 0,1 mL, 0,2 mL, 0,3 mL, 0,4 mL, 0,5 mL.

Parameter yang di analisa diantaranya :

- Untuk Limbah : pH, COD, BOD dan TSS. (Penelitian Awal)

- Untuk Gas : Gas metan, H₂S dan NH₃ (Penelitian Lanjutan)

Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya :

1. Reaktor Anaerob dan Aerob (dari pipa PVC)
2. Seperangkat Alat Analisa Instrument
3. Gas Holder
4. Pompa Vakum

Sedangkan Bahan yang digunakan adalah:

1. Bakteri Degra samba ST dan Kotoran Sapi
2. Larutan Standar
3. HCl
4. H₂SO₄
5. Indikator dan Lar. Buffer

PROSEDUR PENELITIAN

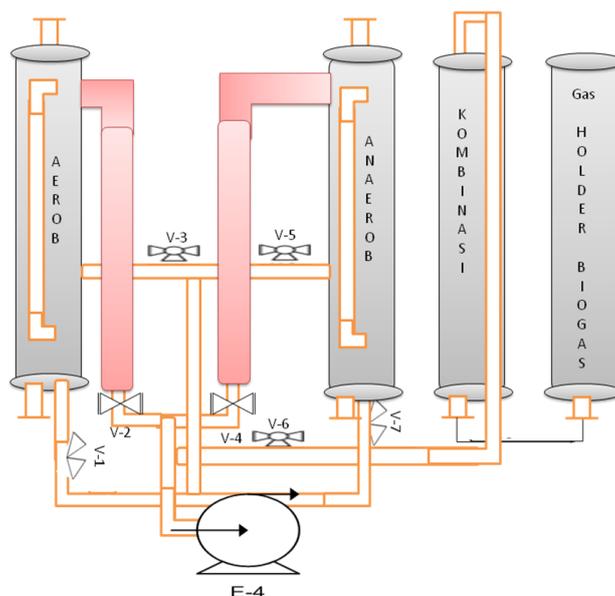
Prosedur Kerja Anaerob Digester

I. Pembuatan Starter

Sebanyak 1 kg kotoran sapi yang masih segar dicampur dengan air dengan perbandingan 1:2. Campuran diaduk hingga homogen lalu disaring, untuk kemudian dimasukkan ke dalam fermentor.

Proses Fermentasi dalam Digester

Kebocoran digester diperiksa terlebih dahulu dengan cara menutup semua valve dan memasukkan air ke dalam digester. Digester diamati, jika ada air yang menetes keluar, digester diperiksa dengan cara mengoleskan air sabun pada sambungan perpipaan. Munculnya gelembung menunjukkan kebocoran. Setelah dipastikan bahwa tidak ada kebocoran pada digester, proses fermentasi dilanjutkan. Starter dimasukkan ke dalam tangki digester. Setiap 2 liter limbah rumah sakit dicampur di dalam digester dengan bakteri degra simba dengan volume yang bervariasi. Valve sirkulasi dibuka, dan valve pada bagian digester anaerob ditutup, sementara pada digester aerob dibiarkan terbuka. Starter dan limbah rumah sakit difermentasikan dalam digester selama 1 minggu, kemudian dialirkan ke dalam digester kombinasi dengan pompa. Valve digester kombinasi kemudian dibuka. Nyala api dari gas yang dihasilkan diukur. Skema proses fermentasi dengan digester aerob, anaerob dan kombinasi ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Skema proses fermentasi dengan digester aerob, anaerob dan kombinasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis beberapa parameter kualitas limbah yang diamati dalam penelitian ditampilkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

- **Hasil Analisa Limbah Cair Sebelum Dan Sesudah Proses Pengolahan**

Pada proses pengolahan limbah cair rumah sakit dengan bioreaktor aerobik, anaerob dan bioreaktor kombinasi menggunakan sampel limbah rumah sakit dengan mengacu pada parameter yang ingin diketahui nilainya yaitu pH, TSS, BOD dan COD.

Untuk pH dari limbah rumah sakit sebelum pengolahan diperoleh pH sebesar

6,3 (Bioreaktor aerob) dan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai pH produk setelah dilewatkan pada bioreaktor aerob dari limbah rumah sakit adalah 8,69 dan nilai pH produk setelah dilewatkan pada bioreaktor kombinasi dari limbah rumah sakit 8,59. Kenaikan nilai pH ini terjadi karena adanya penambahan Bakteri Degra Simba yang dapat menaikkan pH air limbah. Penambahan Degra Simba ini bertujuan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri patogen yang terkandung dalam air limbah. Untuk TSS dari limbah rumah sakit sebelum pengolahan diperoleh TSS sebesar 130 mg/L (Bioreaktor aerob).

Tabel 1. Hasil Analisa Limbah Cair Rumah Sakit Sebelum Proses Pengolahan

Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Hasil Pemeriksaan
BOD (mg/L)	30	134
COD(mg/L)	80	448
TSS(mg/L)	30	130
pH	6-9	6,3

Tabel 2. Hasil Analisa Limbah Cair Rumah Sakit Setelah Proses Pengolahan

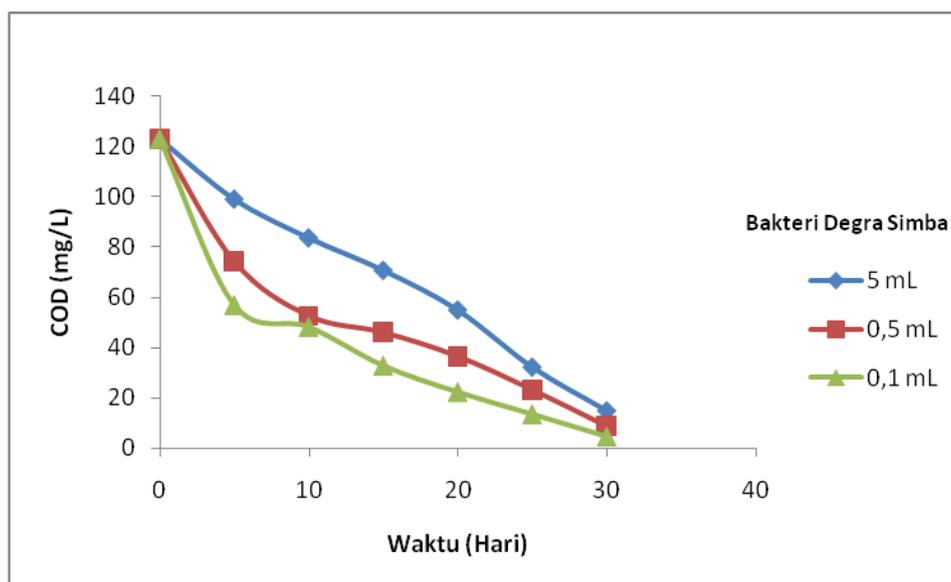
Parameter	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan	Hasil Pemeriksaan Reaktor Anerob	Hasil Pemeriksaan Reaktor Kombinasi
BOD (mg/L)	30	78,6	34,6
COD(mg/L)	80	211	123
TSS(mg/L)	30	24	24
pH	6-9	8.69	8,59

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai TSS produk setelah dilewatkan pada bioreaktor anaerob sama dengan kombinasi dari limbah rumah sakit sebesar 24 mg/L. Penurunan nilai TSS ini terjadi karena adanya penambahan Bakteri Degra Simba yang membentuk flok-flok yang ada di dalam limbah cair yang kemudian mengendap secara gravitasi. Dengan mengendapnya flok-flok tersebut maka dihasilkan air yang jernih dan hasil endapannya (Slugnya) kemudian di tampung untuk diolah lebih lanjut menjadi biogas.

Untuk BOD dari limbah rumah sakit sebelum pengolahan diperoleh BOD sebesar 130 mg/L (bioreaktor aerob) sedangkan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai BOD produk setelah dilewatkan pada bioreaktor anaerob dari limbah rumah sakit adalah 78,6 mg/L, nilai BOD ini kurang baik karena melebihi jumlah kadar maksimum yang diperbolehkan, hal ini disebabkan minimnya suplai oksigen yang larut dalam limbah, proses pemvakuman kurang yang kurang optimal, waktu proses yang singkat, aliran turbulen (tidak divariasasi) dan tidak adanya penambahan nutrisi. Besarnya nilai BOD menyatakan jumlah kandungan zat organik

dalam air limbah. Makin banyak jumlah zat organik dapat dioksidasi dan air limbah, makin tinggi pula nilai BODnya. Sedangkan nilai BOD produk yang dilewatkan pada bioreaktor kombinasi dari limbah rumah sakit sebesar 34,6 mg/L . Pada bioreaktor kombinasi sudah mengalami penurunan nilai BOD. Penurunan nilai BOD ini terjadi karena pada bioreaktor aerob penambahan compressor akan menambah suplai oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri aerob tersebut sehingga mengoptimalkan untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah rumah sakit.

Untuk COD dari limbah rumah sakit sebelum pengolahan diperoleh COD sebesar 448 mg/L (Bioreaktor aerobik) sedangkan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai COD produk setelah dilewatkan pada bioreaktor anaerob dari limbah rumah sakit adalah 211 mg/L dan nilai COD produk setelah dilewatkan pada bioreaktor kombinasi dari limbah rumah sakit adalah 123 mg/L. Ketiga nilai COD ini tidak sesuai dengan kadar maksimum yang diperbolehkan, karena nilai CODnya masih tinggi hal ini disebabkan karena kurangnya pasokan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada pada limbah.

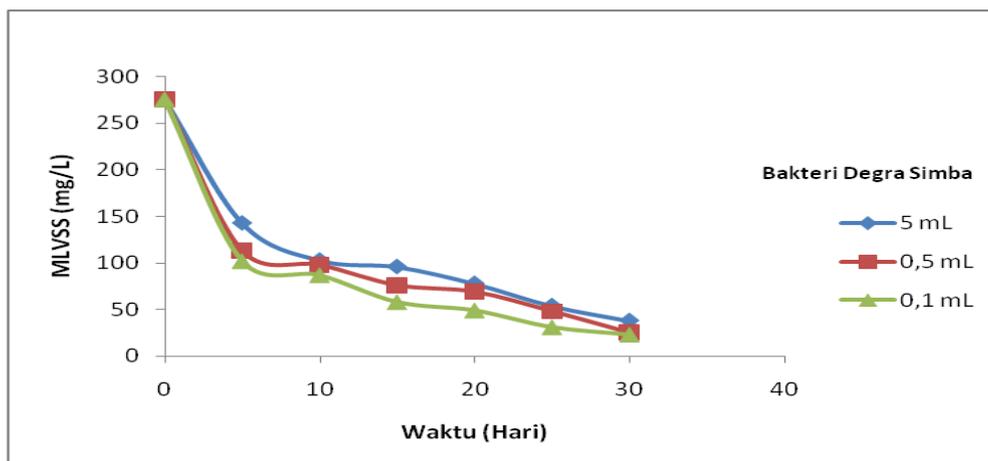


Gambar 2 Pengaruh Bakteri Degra Simba terhadap waktu dan nilai COD

Pada Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa kemampuan Bakteri Degra Simba dapat menurunkan COD dalam waktu tertentu. Untuk penambahan degra simba 5 mL, 0,5 mL dan 0,1 mL pada reaktor kombinasi menunjukkan dapat menurunkan nilai COD setiap harinya. Pada penambahan 5 mL Degra Simba nilai COD dari 123 mg/L menjadi 14,8 mg/L selama 30 hari, dan Untuk penambahan 0,5 mL Degra Simba nilai COD dari 123 mg/L menjadi 8,8 mg/L selama 30 hari sedangkan Pada penambahan 0,1 mL Degra Simba nilai COD dari 123 mg/L menjadi 4,6 mg/L selama 30 hari.

Dari hasil penelitian diatas, diketahui bahwa semakin lama waktu operasi maka Penurunan COD terhadap bakteri Degra Simba dan semakin kecil pula konsentrasi penambahan Degra Simba untuk mengolah limbah maka semakin besar pula penurunan konsentrasi COD.

Dari data hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu operasi maka semakin besar penurunan nilai MLVSS dan semakin turun konsentrasi Degra Simba untuk mengolah limbah maka semakin besar pula penurunan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD terbesar pada konsentrasi Degra Simba 0.1 mL yakni 23 mg/L. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi Degra Simba yang ditambahkan menyebabkan semakin banyak pula zat organik yang terurai karena aktivitas mikroba sehingga kebutuhan oksigen untuk menguraikan zat-zat organik secara kimia (COD) menjadi berkurang. Selain itu, semakin lama waktu yang digunakan untuk menguraikan limbah maka semakin banyak pula zat-zat organik yang teruraikan seiring penambahan makanan. Hal ini terbukti dengan banyaknya penurnan MLVSS untuk variabel ini.



Gambar 3. Pengaruh Bakteri Degra Simba terhadap waktu dan nilai MLVSS

KESIMPULAN

Dari ketiga proses tersebut maka diperoleh hasil uji analisa limbah cair rumah sakit sebelum pengolahan yaitu pH 6,3 ; BOD 134 mg/L, COD 448 mg/L, TSS 130 mg/L. Sedangkan hasil uji analisa limbah cair rumah sakit setelah pengolahan yaitu proses bioreaktor aerob : pH 8,52 ; BOD 38,6 mg/L, COD 99 mg/L, TSS 23 mg/L; proses bioreaktor anaerob : pH 8,69 , BOD 78,6 mg/L, COD 211 mg/L, TSS 24 mg/L dan proses bioreaktor kombinasi : pH 8,59 , BOD 34,6 mg/L, COD 123 mg/L, TSS 24 mg/L.

Penggunaan bioreaktor aerob, anaerob dan kombinasi mampu menurunkan nilai parameter BOD, COD, TSS dan pH. Pada limbah baku yang mempunyai nilai BOD dan COD yang lebih tinggi cocok menggunakan bioreaktor kombinasi. Penambahan Bakteri Degra Simba sangat berpengaruh pada nilai pH, TSS, BOD dan COD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada DP2M Direktur Jenderal Perguruan Tinggi atas Hibah dalam bentuk Skim Penelitian Hibah Bersaing (APHB) tahun anggaran 2011/2012 yang diberikan kepada kami. Dan tak lupa pula kami ucapkan terima kasih kepada DP2M Politeknik Negeri Samarinda atas bantuannya sehingga dapat terlaksananya kegiatan Penelitian Hibah Bersaing (APHB) ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammary, Baashar Y., 2004, **“Nutrients Requirements in Biological Industrial Wastewater Treatment”**, African Journal of Biotechnology, Vol. 3.
- Bitton, Gabriel, 1999. **“Waste Water Microbiology”**, 2th. A John Willey & Sons, Singapore.
- Engineers Without Borders Sustainable Development Research Competition, 2004, **“The Biogas Digester – A Sustainable Energy Production Technology for Rural Development of Sub-Saharan Countries”**.
- Grady, CP Leslie and Lim, Henry C., 1980, **“Biological Wastewater Treatment: Theory & Applications”**, Marcel Dekker, Inc., New York & Bassel.
- Hagmann, M., Heimbrand, E., Hentschel, P., 1999, **“ Determination of Siloxanes in Biogas from Landfills and Sewage Treatment Plants”**, Seventh International Waste Management and Landfill Symposium, Italy.
- Lovisa, 2000, **“Intensification Of The Biogas Process by Improved Process Monitoring and Biomass Retention”**, Departement Of Biotechnology Lund University Sweden.
- Masjhudi, **“Produksi Biogas dari Tiga Jenis Kotoran Ternak pada berbagai suhu”**, Jurnal
- Metcalf & Eddy Inc, **“Wastewater Engeneering Treatment Diposal Reuse”**, McGraw Hill.
- Mikucki, J.A., Liu, Y., Delwiche, M., Colwell, F.S., Boone, D.R., 2003, **“ Isolation of a Methanogen from Deep Sediments That Contain Methane Hydrates, and Description of Methanoculleus submarinus sp. nov.”**, Applied and Environmental Microbiology.
- Saidu E. Gumbira, 1983, **Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi**, PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Setyo Sarwanto **“ Parameter Limbah Cair Rumah Sakit ”**, UI, 2000