

# BIMA “BIOGAS MANDIRI” HASIL PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN DIGESTER ANAEROB TIPE *FIXE DOME* UNTUK TERCIPTANYA ENERGI PEDESAAN, ADIWERNA, TEGAL

Muiz Azhar Dinata<sup>1)</sup>, Sinar Ilham Hari Saputra<sup>2)</sup>, Fuad Fida Fadhil<sup>3)</sup>, Eva Afiyani<sup>4)</sup>,  
Ahmad Fatoni<sup>5)</sup>, Suparni Setyawati Rahayu<sup>6)</sup>

<sup>1,2,3,5,6)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

<sup>4)</sup>Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H. , Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329

Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396

## Abstrak

*Berdasarkan segala aspek kehidupan yang dituntut untuk berkembang guna memenuhi standar kualitas hidup manusia yang lebih tinggi, yang disertai adanya faktor perusak lingkungan berupa limbah. Hal demikian mendorong kami untuk berinovasi menciptakan teknologi tepat guna yang membantu mengatasi perihal tersebut. Minimnya kesadaran serta pengetahuan akan pengolahan limbah produksi tahu, mengakibatkan pencemaran lingkungan di area sekitar tempat pembuangan limbah tahu berupa bau yang tidak sedap serta lingkungan yang kotor akibat buangan limbah. Upaya masyarakat dukuh Pesalakan, kecamatan Adiwerna, Tegal, dengan membuat IPAL pengolah limbah tahu, dirasa kurang optimal dalam mengakomodasi keseluruhan produksi limbah tahu dari masyarakat dilingkungannya. Dengan demikian untuk mengatasi perihal tersebut maka pengolahan limbah yang tidak tertampung IPAL dapat diatasi dengan teknologi berupa reaktor biodigester. Limbah yang tidak tersalurkan tentunya dapat diolah dan dijadikan gas yang bermanfaat untuk kebutuhan sehari-hari warga dan mampu menjadi energi terbarukan. Dengan pengadaan biodigester, di proyeksikan mampu meningkatkan kualitas hidup masyarakat dukuh Pesalakan, dan menjadikannya sebagai desa percontohan sebagai desa mandiri energi.*

**Kata kunci :** “Inovasi”, “teknologi tepat guna”, “limbah tahu”, “biodigester”, “energi terbarukan”

## 1. Pendahuluan

Kegiatan dalam proses pembuatan tahu di Dukuh Pesalakan Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal telah mempengaruhi kualitas lingkungan. Kapasitas bahan baku kedelai antara setiap pengrajin per hari 30-200 kg dengan limbah yang dihasilkan berupa limbah padat (ampas tahu) yang berasal dari proses penyaringan, emisi gas buang yang berasal dari proses pemasakan, dan limbah cair yang berasal dari proses perendaman, pencucian, penyaringan, pencetakan, dan sebagainya. Dari setiap kapasitas produksi rata-rata tersebut, debit air limbah yang dihasilkan setiap pengrajin rata-rata adalah 640 lt/hari. Sehingga secara keseluruhan limbah cair yang dibuang untuk seluruh industri di Adiwerna sebanyak 224 m<sup>3</sup>/hari. Dengan 28 hari kerja per bulan untuk proses produksi, maka Dukuh Pesalakan dalam 1 tahun terkuras air bersih dari air tanah ±75264 m<sup>3</sup>/tahun.

Di Pedukuhan Pesalakan Desa Adiwerna Kecamatan Adiwerna terdapat dua buah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), tetapi satu IPAL saat ini belum dapat beroperasi, sehingga belum dapat beroperasi dengan maksimal. Limbah cair dari pengrajin yang tidak dapat tertampung IPAL langsung mengalir ke sungai, sehingga menyebabkan air sungai tercemar. Upaya pengembangan ini belum integrative dalam mengurangi potensi limbah yang menyeluruh.

Selain permasalahan limbah yang terbentuk, adapun permasalahan lain yang dapat mempengaruhi kelangsungan proses produksi tahu ini, mulai dari input yaitu pemilihan bahan baku bahan baku kedelai yang kurang tepat dan tidak efisien, pemakaian sumber daya (air, energi) yang berlebihan, sarana dan prasarana yang tidak ramah lingkungan, serta tata letak yang tidak teratur. Hal ini tentunya dapat menyebabkan pengaruh-pengaruh besar terhadap peningkatan biaya operasional dan dapat menurunkan produktifitas yang

diakibatkan karena menurunnya kesehatan karyawan yang disebabkan karena tata kelola atau tata letak yang kurang baik.

Sehingga dengan adanya permasalahan-permasalahan tersebut diatas perlu adanya solusi atau strategi untuk mencegah atau meminimalisir limbah yang terbentuk dan meningkatkan efisiensi produk/jasa melalui upaya penghematan penggunaan materi dan energi serta dapat meningkatkan tata operasi yang baik yaitu dengan memanfaatkan limbah cair tahu menjadi BIMA (Biogas Mandiri).

Hal ini dilakukan selain sebagai penanganan terhadap limbah cair tahu yang mencemari lingkungan juga dapat memiliki manfaat lain berupa gas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dan sumber energi terbarukan yang nantinya secara tidak langsung dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat karena adanya pengematan energi yang digunakan.

### **Identifikasi masalah**

Desa Adiwerna merupakan central produsen tahu. Limbah tahu, sisa proses dari kegiatan produksi tahu di desa Adiwerna, yang telah di lakukan penelitian sebelumnya, sangat mencemari lingkungan .karena kadar TSS 1115,5 mg/l ; COD 4150,2 mg/l ;Ph 5 ; suhu 85° C berpotensi merusak lingkungan hidup sekitar. Sejauh ini, pengolahan limbah tahu hanya sebatas mengkondisikan limbah tahu sehingga layak untuk di buang ke badan air. Sebagian masyarakat awam tidak mengetahui betul potensi yang dimiliki oleh limbah tahu.

Di sisi lain, warga desa Adiwerna masih menggunakan kayu-kayu bakar dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari. Karena ketersediaan kayu-kayu kering di hutan sekitar sangat terbatas, maka tidak jarang warga menebang pohon untuk mendapatkan kayu bakar sehari-hari. Kondisi yang demikian, dalam jangka panjang akan merusak ekosistem lingkungan desa Adiwerna dan dampak buruk yang

diakibatkannya akan berimbas langsung kepada kehidupan masyarakat sekitar.

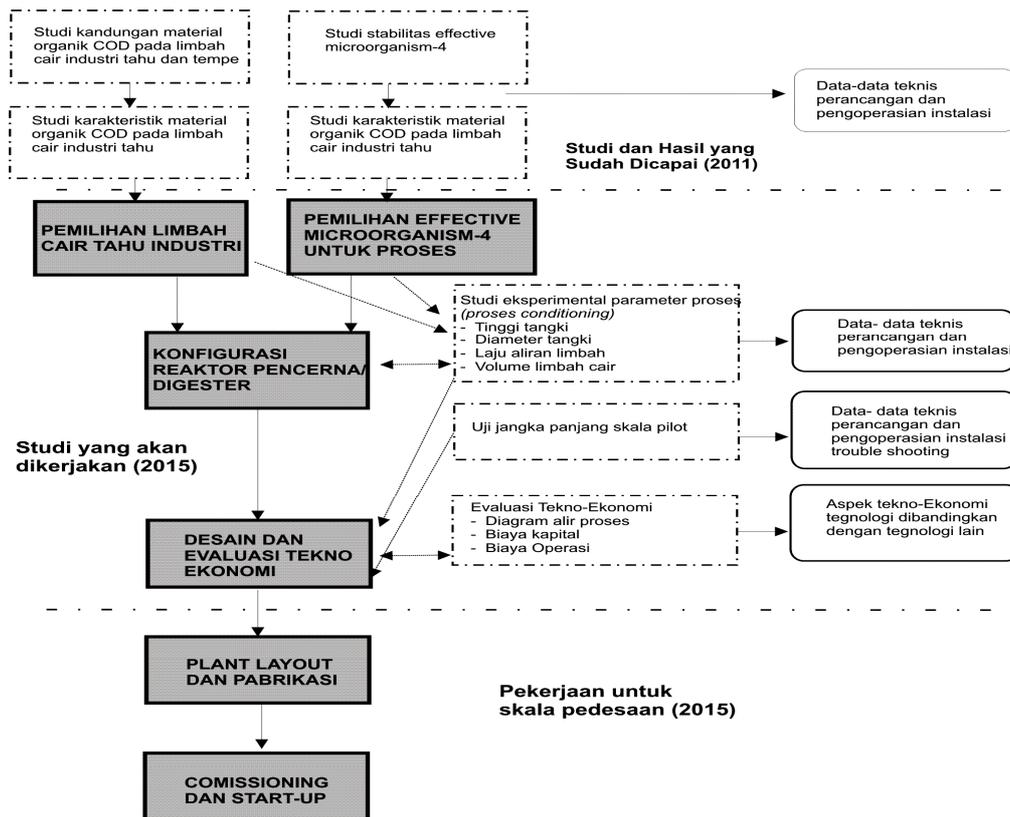
### **Analisa kebutuhan**

BIMA "Biogas Mandiri" mampu memanfaatkan limbah cair tahu menjadi bahan baku pembuatan biogas serta mampu mengurangi kadar pencemar dalam limbah tersebut. Sehingga pembuatan digester sangat perlu untuk mengatasi masalah yang ada serta membantu warga karena hasil biogas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Pengrajin tahu selama ini menggunakan bahan bakar berupa sekam padi serta kayu kering untuk proses produksi tahu. Penggunaan sekam padi serta kayu untuk bahan bakar dapat menimbulkan bau sangit sehingga mampu mengurangi kualitas dari tahu tersebut, sehingga penggantian bahan bakar tersebut dengan biogas mampu mengurangi bau sangit yang dihasilkan bahan bakar dan memperbaiki kualitas tahu.

## **2. Metode**

### **Identifikasi biogas**

Pelaksanaan kegiatan dilakukan dengan mengolah limbah cair tahu menjadi biogas kedalam media digester tipe fixed dome. Digester digunakan sebagai tempat pembentukan biogas dengan sistem an-aerob untuk menghasilkan gas metana melalui bantuan bakteri metanogenik. Biogas dihasilkan pada akhir proses metanogenesis sebagai tahap akhir konversi senyawa bermassa molekul menjadi metana dan karbondioksida. Pembentukan metana melalui konversi hidrogen dan karbondioksida, dan konversi asetat menjadi metana dan karbondioksida. Biogas merupakan hasil akhir dari proses anaerobik dengan komponen utama CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan gas lain seperti H<sub>2</sub>S. Dan CH<sub>4</sub> merupakan komponen pembentuk gas metana, setiap satu meter kubik biogas setara dengan setengah kilogram gas alam cair (liquid petroleum gases).



**Gambar 1. Peta Jalan (roadmap) penelitian dan keterkaitan antara masing-masing aspek penelitian**

### Tahap Sosialisasi dan penyuluhan pengolahan limbah tahu

Pada tahap ini, TIM PKM-T mengadakan sosialisasi yang dilakukan melalui workshop yang bekerjasama dengan KUB Berkah Lestari tentang pengolahan limbah khususnya limbah cair tahu dan bagaimana cara menerapkan biogas dan pola hidup Green Life Style dalam kehidupan sehari-hari. Masyarakat diharapkan dapat mengubah limbah tahu yang semula tidak berguna dan terbuang begitu saja menjadi produk biogas yang meningkatkan citra masyarakat desa Adiwerna sebagai masyarakat terbarukan.

### Tahap pembuatan Digester

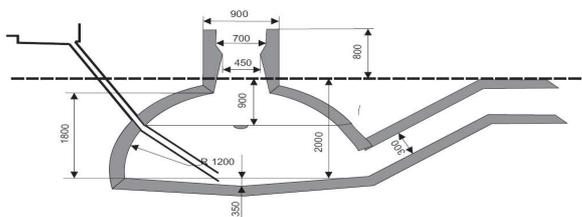
Dalam tahap ini, akan di bangun 1 (satu) buah digester di lingkungan produsen tahu KUB Berkah Lestari. Dalam tahap ini masyarakat Desa Adiwerna dan pihak KUB Berkah Lestari akan turut berpartisipasi

secara aktif. Digester dibuat berbentuk silindris dengan tutup berbentuk kubah. Digester berdiameter 0,9 meter dan memiliki tinggi 1.8 meter dan tinggi tutup 0.8 meter. Digester dibuat dari batu bata yang disusun menggunakan pasir beserta semen. Proses didalam digester dilakukan secara anerobik, sehingga saluran masuk dan keluar ditutup menggunakan katup untuk menjaga udara luar tidak masuk kedalam digester. Sebagai alat pelengkap digester maka dibangun tangki pengaduk yang bertujuan untuk mengaduk dan mencampur secara rata limbah cair tahu dengan EM4 (star up).

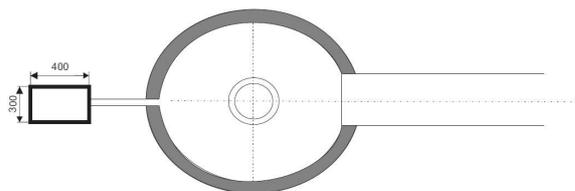
Star Up dimulai dengan pengecekan peralatan dan alat ukur. Setelah keduanya dipastikan tidak ada permasalahan, kegiatan dilanjutkan dengan pengamatan distribusi aliran limbah. Penelitian ini menggunakan EM4 sebagai starter dalam pengolahan

limbah cair tahu secara an-aerob dengan hipotesa awal bahwa EM4 dapat mempercepat proses penguraian material organik oleh bakteri. Tahap percobaan pendahuluan ini digunakan untuk memperoleh kombinasi dari EM4 sebagai starter dengan limbah cair dalam pengolahan limbah cair dengan teknologi an-aerob. Percobaan pendahuluan ini dilakukan dengan 16 kombinasi perlakuan antara HRT (6 hari, 8 hari, 10 hari dan 12 hari) dengan konsentrasi EM4 terhadap limbah (0,05%, 0,10%, 0,15%, 0,20%). Variasi HRT didasarkan pada literatur yang menyatakan bahwa dekomposisi limbah cair industri tahu dan tempe terjadi dalam rentang 8-10 hari (Eko Dewanto, 2008).

Sedangkan variasi konsentrasi EM4 ditentukan dengan mempertimbangkan hasil penelitian Budi Supriyanto, 1997 terhadap limbah industri tahu dan tempe Kukusan, Depok, Jawa barat. Hasil penelitian ini menyatakan konsentrasasi EM4 terhadap limbah cair industri tahu dan tempe 0.1% merupakan kombinasi yang optimal untuk pengolahan limbah, tetapi inlet pengolahan masih jauh di atas baku mutu, dengan efisiensi penguraian COD 64,66 % - 73,18%.



**Gambar 2. Reaktor biodigester tampak samping**



**Gambar 3. Reaktor biodigester tampak atas**

### 3. Hasil dan Pembahasan

Luaran dari proses pengolahan limbah cair tahu adalah terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat bebas dari pencemaran limbah maupun zat pencemar lingkungan lainnya. Kemudian luaran yang selanjutnya adalah pemanfaatan limbah cair tahu sehingga dapat diolah menjadi produk energi terbarukan atau energi alternatif. Energi inilah yang kemudian dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat setempat untuk pengganti gas yang telah ada, sehingga dengan demikian gas inilah dapat secara langsung menjadi bahan bakar yang digunakan untuk memasak kebutuhan rumah tangga ataupun proses pengolahan produksi tahu. Dengan demikian kualitas hidup masyarakat ataupun warga pengrajin tahu dapat meningkat karena adanya penghematan energi menggunakan biogas. Kedua luaran tersebut diwujudkan dengan terciptanya reaktor biodigester melalui program BiMa "Biogas Mandiri". Terciptanya satu buah reaktor biodigester diharapkan sedikit banyak mampu mencapai kedua luaran tersebut secara optimal.



**Gambar 4. Ruangn masukan limbah**

Diketahui bahwa luaran berupa reaktor biodigester berkapasitas 4900 liter telah terlaksana sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengolahan limbah cair tahu dan pembangkit energi alternatif biogas. Dapat diketahui luasan penampang reaktor biodigester sebagaimana gambar 2.

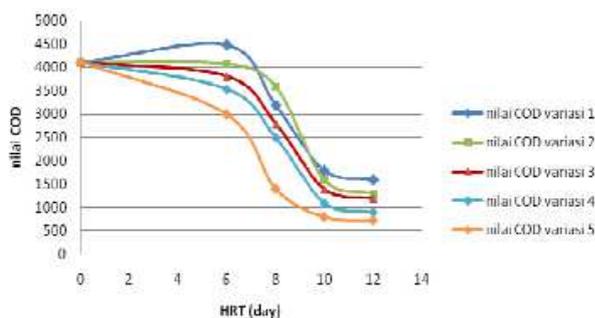
**Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Industri Kecil Tahu Kluster Tahu Adiwerna Kab.Tegal**

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	COD	mg/L	4150,2
2	TSS	mg/L	1115,5
3	Temperatur	<sup>o</sup> C	85
4	pH	-	5

Sumber :Setyowati, 2012

Hasil pengujian ini memperlihatkan konsentrasi COD yang terkandung dalam limbah cair industry kecil tahu ini cukup besar. Konsentrasi COD jauh diatas baku mutu limbah (275 mg/L) yang ditetapkan dalam Perda Jateng No. 10 tahun 2004. Sedangkan nilai TSS dalam sampel limbah cair yang dianalisa tersebut harus diturunkan karena nilainya berada diatas baku mutu limbah cair tahu pada Perda Jateng No. 10 tahun 2004 yang hanya mensyaratkan 100 mg/L TSS dalam buangan limbah cair induatri tahu. Selain itu pH harus dinaikkan dalam range 6-9 dan suhu diturunkan ke angka 20-25 0C sesuai baku mutu limbah cair industri tahu dalam Perda Jateng No. 10 tahun 2004.

Grafik hubungan antara variasi perbandingan dengan variasi HRT



**Gambar 5. Grafik Kecenderungan Penuruan konsentrasi COD pada Air Limbah Industri Kecil Tahu (Kluster Adiwerna) pada Penelitian 1 menggunakan Metode Anaerob dengan Variasi Penambahan EM4 sebagai Starter**

Sumber : Setyowati, 2012

Dari hasil grafik diatas Bakteri methanogenic dalam bioreactor hingga hari ke-10 masih menunjukkan kinerja yang cukup baik.Hal ini diperlihatkan oleh laju penurunan COD pada HRT 10 hari mencapai 43,18% . Dengan lajupenurunan sebesar 43,18% dari konsentrasi COD pada HRT 8 hari maka konsentrasi COD pada HRT10 hari berada pada nilai 1079,47 mg/L. Efisiensi penurunan COD pada HRT 10 hari mencapai 78,00%. Produksi biogas pada HRT 10 hari adalah 1240,00 mL (Sumber : Setyowati, 2012) Dan apabila jika dilihat dari data diatas maka dapat diketahui pembentukan gas yang berlangsung selama 2-10 hari pada reaktor BiMa

**Tabel 2. Data hasil pengamatan limbah cair tahu**

Rata-rata bahan baku tahu (per hari)	Rata-rata limbah cair tahu yang dihasilkan (per hari)	Penapungan limbah menuju reaktor biodigester (per hari)	Gas yang dihasilkan setelah proses pembentukan 2-10 hari
30-75 kg	640 liter	640 liter	0,7936 m <sup>3</sup>
>75 kg-140 kg	1280 liter	1280 liter	1,5872 m <sup>3</sup>
>140kg-200 kg	1920 liter	1920 liter	2,3808 m <sup>3</sup>
>200 kg	2560 liter	2560 liter	3,1744 m <sup>3</sup>

Berdasarkan data tersebut diatas dapat diketahui bahwa gas yang dihasilkan oleh proses anaerob menggunakan reaktor biodigester berbanding lurus dengan rata-rata limbah cair tahu yang dihasilkan (per hari) sehingga dapat dikatakan limbah cair tahu yang banyak akan menghasilkan gas yang banyak pula. Proses pembentukan gas dapat berlangsung selama 2-3 hari setelah ditampung dan diolah dalam reaktor biodigester karena gas tidak dapat muncul secara langsung, oleh sebab itu perlu adanya waktu dari bakteri metanogenik untuk dapat membentuk gas metana. Sehingga selama proses pembentukan gas maka secara terus menerus dalam beberapa hari reaktor biodigester akan terisi oleh limbah cair tahu hingga dapat digunakan dalam bentuk gas dan hingga limbah cair tahu mampu terolah dan dapat secara aman dibuang ke lingkungan. Kemudian apabila reaktor biodigester telah

mencapai batas tampungan limbah cair tahu maka instalasi yang sebelumnya telah di sambungkan ke IPAL dapat menyalurkan limbah cair tahu menuju IPAL sampai gas mampu terbentuk dalam reaktor biodigester. Setelah beberapa saat maka reaktor biodigester yang telah selesai pengolahan limbah cair pada tahap sebelumnya dapat digunakan kembali untuk mengolah limbah cair tahu menjadi gas pada tahap selanjutnya, maka limbah cair tahu yang sebelumnya dipindah saluran menuju IPAL dapat dikembalikan menuju reaktor biodigester dan begitu seterusnya.

Dengan adanya gas hasil olahan limbah cair tahu maka selain menghemat bahan bakar yang sebelumnya digunakan berupa sekam padi dapat juga memperbaiki kualitas hasil tahu yang sebelumnya sangat dengan adanya pembakaran yang berasal dari gas maka hasil kualitas tahunya akan jauh lebih baik, dan mampu membantu masyarakat pengrajin tahu dalam peningkatan penjualan tahu serta peningkatan kualitas hidup masyarakat pengrajin tahu.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan limbah cair tahu, menghasilkan beberapa manfaat kepada masyarakat pengrajin tahu setempat berupa terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat serta bebas dari berbagai masalah pencemaran lingkungan maupun gangguan kesehatan lainnya. Manfaat yang berikutnya berupa energi alternatif terbarukan berupa gas. Sehingga dari keseluruhan manfaat akan berdampak baik kepada lingkungan, energi, dan kesejahteraan masyarakat pengrajin tahu. Dengan demikian kesadaran akan lingkungan bersih dapat tercipta dan mampu menciptakan masyarakat tanggap energi terbarukan.

Kemudian untuk kedepannya dapat dilakukan proses pengolahan limbah cair tahu menggunakan reaktor biodigester secara keseluruhan dan merata kepada seluruh masyarakat pengrajin tahu agar dapat terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat. Dengan optimalisasi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi energi alternatif terbarukan.

#### 5. Daftar Pustaka

- Agung Pambudi, N. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. [http://www.dikti.org / Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif.htm](http://www.dikti.org/Pemanfaatan_Biogas_Sebagai_Energi_Alternatif.htm). Diakses pada tanggal 10 Mei 2014.
- Anonim. 2005. *Dasar-dasar Teknologi Biogas*. <http://www.lennbiz.com/files/biogas.html>. Diakses tanggal 13 Mei 2014.
- Anonim. 2005. *Infrastruktur Pembangkit Biogas*. [http://.manglayang.blogspot.com.manglayang farm online biogas project#1\\_Infrastruktur Pembangkit Biogas](http://.manglayang.blogspot.com/manglayang_farm_online_biogas_project#1_Infrastruktur_Pembangkit_Biogas). Htm. Diakses tanggal 12 April 2014.
- Anonim. 2007. *Biogas*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Biogas.htm>. Diakses pada tanggal 10 April 2014.
- Eckenfelder, Jr W. Weasley. 2000. *Industrial Water Pollution Control. Third Edition*. Mc Graw Hill. New York.
- Grady, Leslie and Hendry C. Lim, 1980. *Biological Waste Water Treatment: Teory and Application*. Marcel Dekker. New York.
- H. Cahyana, Gede. 2007. *Metabolisme An-aerob*. [http://www.blogger.com/gegede on](http://www.blogger.com/gegede.on).