



Pengolahan Air Limbah Tempe dengan Metode *Sequencing Batch Reactor* Skala Laboratorium dan Industri Kecil Tempe

Winda^{1*} dan Ign. Suharto²

^{1), 2)}Program Studi Teknik Kimia, FTI, Universitas Katolik Parahyangan Bandung, Jl. Ciumbuleuit No. 94-96
Bandung 40141, Telp (022)2032700

Email : ¹⁾winda2093@hotmail.com

²⁾ign.suharto@gmail.com; ignatius_soeharto@yahoo.com

Abstract

Tempe industries have been known, and implemented at industries scale but those tempe industries are not yet fully completed with waste water treatment plant. The purpose of this research is to study sequencing batch reactor (SBR) and determination of flow rate, stirring speed, and concentration of inoculum to give the biological of oxygen demand (BOD) of the processed wastewater according to the SNI. The benefits of this research is to introduce SBR as an alternative for industrial tempe. The method consists of charging, chemical reactions, precipitation, disposal, and stabilization followed by flow rate, inoculum concentration and agitation speed. In the preliminary experiment, the flow rate for the wastewater treatment was investigated (3 L/h, 4.2 L/h, and 5 L/h) to the BOD. The main experiments were conducted to observe the effect of mixing (variation of 50 rpm, 100 rpm, and 150 rpm) and the effect of inoculum (variation of 5%, 10%, and 15%) to the BOD. Chemical analyses was done in term such as BOD and pH which followed by analyses TSS, TDS, COD. Results obtained in this research are interaction between stirring speed and concentration of inoculums can influence the yield of treatment. After addition of 10% inoculums, stirring speed of 100 rpm, the BOD was decreased to 218,4 ppm and after the tertier treatment, BOD decreased to 93,6 ppm.

Keywords: aerobic-anaerobic, inoculum, Sequencing Batch Reactor (SBR), stirring speed, tempe waste water parameters.

Pendahuluan

Kebutuhan dasar manusia yang terdiri atas kecukupan pangan, kecukupan sandang, kecukupan perumahan, kecukupan pemeliharaan kesehatan dan kecukupan pendidikan sangat dibutuhkan untuk sumber daya manusia. Dewasa ini di Indonesia, masih terdapat kurang kalori protein pada usia dibawah 5 tahun maupun masyarakat berpenghasilan rendah. Sumber protein dapat berasal dari protein nabati dan hewani, namun protein hewani memiliki harga lebih mahal jika dibandingkan protein nabati. Oleh sebab itu, kurang kalori protein dapat diatasi dengan protein nabati yang dapat terjangkau oleh masyarakat golongan ekonomi lemah.

Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati yang terdapat melimpah di Indonesia. Kedelai dapat langsung dimakan atau difermentasikan Untuk kedelai langsung dimakan, dilakukan dengan perebusan, penyangraian, atau pengorengan (Purwaningsih, 2007). Kedelai yang difermentasikan biasanya diproses dengan teknologi fermentasi oleh jamur *Rhizopus sp.* menjadi produk tempe. Industri tempe tradisional sudah dikenal, dikembangkan dan dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia, tetapi limbah dari industri tempe tersebut belum diolah dengan benar sehingga dapat mengganggu kesehatan dan kelangsungan hidup hewan air. Akibat dari air limbah tersebut adalah kadar oksigen dalam air berkurang dan timbulnya bau. Pada dasarnya, limbah tempe dibedakan menjadi dua jenis, yaitu padat dan cair.

Sebagian besar industri pembuatan tempe, hanya membuang limbahnya di sungai atau saluran-saluran air. Pembuangan air limbah industri tempe ini belum disesuaikan dengan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). IPAL pada air limbah industri tempe dapat dibagi menjadi 2, yaitu: IPAL tradisional dan IPAL *Sequencing Batch Reactor*. IPAL tradisional terdiri atas pra perlakuan, perlakuan primer, perlakuan sekunder dan tersier sehingga *effluent* memenuhi standar dari pemerintah daerah setempat. IPAL model ini memerlukan lahan yang cukup luas dengan harga lahan mahal dan standar operasi cukup rumit bagi pengrajin industri tempe tradisional.

IPAL *Sequencing Batch Reactor* (SBR) merupakan metode pengolahan air limbah yang jauh lebih mudah dioperasikan di industri pangan dengan luas lahan jauh lebih kecil (hanya terjadi dalam satu reaktor) dibandingkan IPAL tradisional serta mampu digunakan untuk mengolah air limbah dalam jumlah yang banyak. Prinsip kerja SBR adalah pengisian, pereaksian, pengendapan dan pemisahan, pembuangan, stabilisasi (Nugroho, 2004).





Masalah penelitian ini adalah belum diterapkannya instalasi pengolahan air limbah industri tempe dengan menggunakan sistem SBR sehingga nilai BOD belum memenuhi standard yang diizinkan.

Tujuan penelitian adalah mempelajari *sequencing batch reactor (SBR)* dan pengaruh variabel laju alir air limbah tempe, kecepatan pengadukan, konsentrasi inokulum, serta interaksi antara kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum terhadap perolehan nilai BOD dari effluent SBR.

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai metode SBR yang dijadikan sebagai alternatif dalam pengolahan air limbah tempe pada industri skala kecil dan menengah sehingga dihasilkan air limbah memenuhi baku mutu SNI.

Bahan dan metode

Penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian, sebagai berikut:

Bahan baku utama untuk penelitian, yaitu: limbah tempe skala industri kecil (10 L), sementara untuk bahan baku pendukung dalam penelitian yaitu:

1. Analisa BOD dengan titrasi winkler : Buffer fosfat (KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, NH_4Cl), larutan mangan sulfat (MnSO_4), larutan alkali iodida (NaOH , KI , NaNO_3), H_2SO_4 pekat, larutan natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$), indikator amilum
2. Analisis COD dengan bikromat : $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ anhidrous, ferro ammonium sulfat (FAS), H_2SO_4 pekat, 1-10 Fenantrolin monohidrat, Ag_2SO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
3. Pengolahan Tersier : karbon aktif, zeolit, pasir kuarsa

Sementara peralatan yang digunakan seperti :

1. Tangki umpan: tangki umpan yang dipakai menggunakan galon bekas air minum dengan dimensi tinggi 40 cm dengan kapasitas mampu menampung air limbah ± 19 liter. Tangki dilengkapi keran untuk mengalirkan air limbah menuju tangki lainnya dengan memanfaatkan gaya gravitasi.
2. Tangki *sequencing batch*: Tangki ini serupa dengan tangki umpan, terdapat keran disisi dasarnya dan dilengkapi dengan aerator serta motor pengaduk untuk melakukan pengolahan limbah dengan metode SBR.
3. Alat pemanas COD (*spectroquant*): digunakan untuk memanaskan larutan yang hendak diukur COD-nya pada suhu 150°C selama 2 jam sebelum dititrasi dengan larutan FAS untuk didapatkan nilai COD dari air limbah tersebut.
4. Inkubator BOD, pH meter, dan oven

Penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk mencari nilai laju alir limbah tempe terbaik yang mampu memberikan penurunan nilai BOD paling besar dari variasi laju alir yang telah ditetapkan. Penelitian utama dimaksudkan untuk mencari variasi terbaik dari kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum yang dilakukan untuk pengolahan air limbah tempe.

Pengolahan air limbah tempe yang hendak dilakukan, diawali dengan ekualisasi umpan (air limbah tempe) sebelum dialirkan menuju tangki pengolahan SBR, dimana air limbah tempe berada pada suhu 25°C dan rentang pH 6-8 kemudian dilanjutkan dengan penentuan variabel dari variasi-variasi yang memberikan nilai BOD paling rendah. Parameter yang diukur untuk pengolahan air limbah tempe dengan metode SBR, yaitu pengukuran pH dan BOD selama melakukan variasi serta dilengkapi dengan pengukuran TSS, TDS, BOD dan COD untuk pengukuran nilai awal dan akhir pengolahan dengan SBR.

Hasil yang didapatkan diawal, dicatat untuk dijadikan perbandingan dengan hasil pengukuran air limbah keluaran tangki kedua dan ketiga atau tangki pengolahan air limbah dengan metode SBR. Penggunaan pasir kuarsa, zeolit dan karbon aktif merupakan pengolahan tersier yang diharapkan mampu memberikan penurunan dari parameter-parameter limbah lebih besar.

Percobaan pendahuluan

Pada percobaan pendahuluan, data yang diamati adalah hubungan laju alir air limbah tempe dari tangki umpan menuju tangki *sequencing batch* dengan nilai BOD yang dihasilkan dari setiap laju alir. Pengukuran BOD dilakukan pada setiap tangki yaitu tangki 1 : tangki umpan, tangki 2 : tangki *sequencing batch*, dan tangki 3 : pengulangan dari tangki *sequencing batch*.

Air limbah tempe yang digunakan berasal dari salah satu industri kecil tempe yang hanya mengolah biji kacang kedelai menjadi tempe. Industri kecil ini dikelola oleh Bapak Eman di daerah Pasar Sederhana. Setiap harinya, dibutuhkan biji kacang kedelai sebanyak ± 50 kg untuk dijadikan tempe dan dijual di pasar dengan air limbah yang dihasilkan sebanyak ± 200 L air limbah tempe setiap pembuatan tempe.





Air limbah tempe dimasukan kedalam tangki umpan dengan penyaringan menggunakan saringan terlebih dahulu. Penyaringan dimaksudkan supaya kulit dan kacang kedelai yang terdapat dalam air limbah, tidak terbawa masuk kedalam tangki umpan. Hal ini disebabkan kulit atau kacang kedelai tersebut dapat menghambat (menyumbat) masuknya air limbah tempe dari tangki umpan menuju tangki pengolahan air limbah metode SBR.

Air limbah tempe yang berada dalam tangki umpan kemudian diekualisasi dengan menjaga pH dan suhu. Ekualisasi dilakukan untuk menghindari matinya mikroba apabila berada pada kondisi asam selain itu untuk menghilangkan bau dari air limbah dan mensekualisasi air limbah. Air limbah di tangki umpan diambil sebagian untuk diukur nilai BOD dan pH dari umpan. Air limbah dialirkan menuju tangki kedua dengan variasi laju alir 3 L/jam; 4,2 L/jam; dan 5 L/jam atau setara dengan 0,005 vvm ($\frac{V}{V}$ per menit), 0,007 vvm dan 0,0083 vvm. Pengaliran air limbah dari tangki umpan memanfaatkan gaya gravitasi dengan keran sebagai pengatur laju alir air limbahnya. Tangki umpan diletakan lebih tinggi dibandingkan tangki kedua.

Pada pengolahan air limbah di tangki kedua hanya dilakukan aerasi untuk percobaan pendahuluan ini. Air limbah yang telah diaerasi kemudian diambil sebagian dan diukur kadar BOD dan pH-nya. Pengukuran kadar BOD dilakukan secara duplo. Air limbah kemudian dikembalikan ke tangki umpan untuk pengulangan aerasi berdasarkan laju alir air limbah tempe dan kembali dilakukan pengukuran BOD dan pH.

Percobaan utama

Pada percobaan utama, laju alir terbaik dari percobaan pendahuluan digunakan dalam percobaan utama. Pengolahan air limbah dengan metode SBR dilakukan dengan mengalirkan limbah dari tangki umpan menuju tangki pengolahan SBR dengan laju alir yang didapatkan dari percobaan pendahuluan. Berdasarkan laju alir terbaik tersebut, kemudian diketahui hasil percobaan yang memberikan nilai BOD paling rendah/sesuai standar dengan variasi konsentrasi inokulum dan kecepatan pengadukan yang telah ditetapkan.

Proses yang terjadi dalam SBR yaitu umpan diekualisasi dengan menjaga suhu 25 C dan pH 6-8 kemudian umpan dialirkan menuju tangki SBR dengan laju alir terbaik dari penelitian pendahuluan. Pada tangki SBR, dilengkapi dengan motor pengaduk dan aerator serta disertai dengan adanya penambahan inokulum. Besarnya kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum disesuaikan dengan variasi yang ditetapkan. Setelah proses selesai, motor pengaduk dan aerator dimatikan (fasa pengendapan) dan dilanjutkan dengan pemisahan lumpur dari limbah yang berada di fasa atas.

Pada percobaan tahap kedua, dilakukan pengolahan air limbah tempe dengan metode SBR menggunakan laju alir terbaik yang didapat dari percobaan pendahuluan yaitu sebesar 3 L/jam atau 0,005 vvm. Pengolahan air limbah tempe ini dilakukan dengan menggunakan bantuan pengadukan dan penambahan inokulum berupa bakteri *Bacillus licheniformis* (Bishop, 2004). Variasi konsentrasi inokulum yang digunakan yaitu : 5%, 10% dan 15% (Zam, 2010) terhadap volume limbah yang digunakan atau sekitar 1 gram, 2 gram dan 3 gram, variasi kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu : 50 rpm, 100 rpm dan 150 rpm (Permatasari dan Zaman, 2011).

Perhitungan BOD mengikuti persamaan (1) dan (2) seperti (Juwita, 2013):

$$DO = \frac{\text{volume Tiosulfat} \times N \text{ Tiosulfat} \times 8000}{\text{volume sampel yang dititrasi}} \quad (1)$$

$$BOD = [(DO_0 - DO_5)_{\text{sampel}} - (DO_0 - DO_5)_{\text{blanko}}] \times FP \quad (2)$$

Hasil dan Pembahasan

Data yang dihasilkan dari percobaan pendahuluan dapat dilihat seperti pada Tabel 1 berikut. Pada percobaan ini diambil 3 data yaitu nilai BOD dari tangki umpan sampai aerasi 2 atau tangki pengulangan aerasi 1. Nilai BOD yang dihasilkan harus memberikan penurunan dari nilai BOD di tangki umpan, tangki aerasi 1 sampai tangki aerasi 2. Pengukuran nilai BOD dilakukan secara duplo. Semakin rendah nilai BOD yang dihasilkan menunjukkan variasi laju alir terbaik, sehingga laju alir air limbah yang memberikan nilai BOD paling rendah tersebut dapat digunakan kembali untuk melangsungkan percobaan utama.

Berdasarkan data dari Tabel 1, secara keseluruhan terjadi penurunan nilai BOD dari umpan ke aerasi 1 dan semakin menurun pada aerasi 2. Kadar BOD dari umpan setiap pengukuran dapat dikatakan serupa yaitu berada pada kisaran $BOD \pm 2000$. Hal ini dapat dikarenakan industri tempe tersebut hampir menggunakan biji kacang kedelai sebanyak ± 50 kg secara konstan setiap pembuatannya.

Setelah air limbah tempe mengalami pengolahan dengan aerasi berdasarkan laju alir dari air limbah tempe tersebut, terjadi penurunan nilai BOD yang berbeda-beda karena lamanya aerasi mengikuti variasi laju alir yang digunakan. Semakin besar laju alir air limbah tempe yang digunakan, maka semakin singkat waktu aerasi yang dibutuhkan. Hal ini juga dikarenakan limbah yang digunakan untuk penelitian ini konstan sebesar ± 10 liter setiap percobaan. Hasil BOD dari keluaran tangki kedua belum memenuhi standar mutu limbah industri seperti yang telah

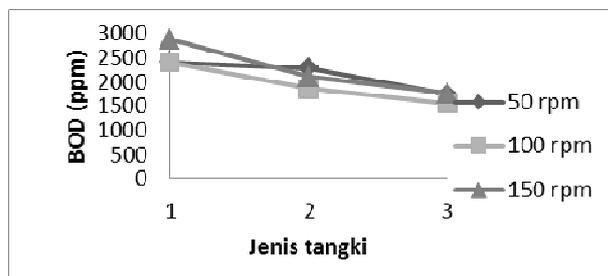


ditetapkan. Kadar BOD yang dihasilkan masih dikategorikan tinggi karena pengolahan yang dilakukan hanya berupa aerasi tanpa penambahan perlakuan apapun dan pengolahan ini hanya merupakan percobaan pendahuluan untuk menentukan laju alir air limbah tempe terbaik atau yang dapat membantu memberikan nilai BOD terendah. Baiknya laju alir air limbah tempe dilihat dari persentasi penurunan yang berhasil dilakukan selama variasi.

Tabel 1. Pengaruh Laju Alir Limbah Tempe dalam SBR terhadap Nilai BOD (ppm) pada Kecepatan Aerasi 2,5 L/menit, Kondisi Suhu 25 °C dan pH 6-8

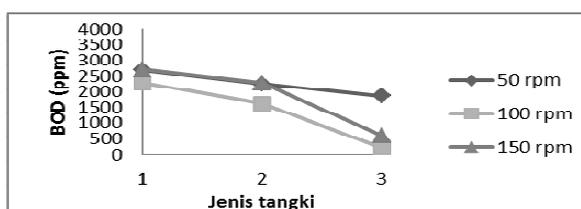
No	Kode Sampel	Nilai pH pada hari ke 0	Nilai pH pada hari ke 5	BOD ₍₁₎ (ppm)	BOD ₍₂₎ (ppm)	BOD rata-rata (ppm)	Keterangan
1	Umpan	6,81	6,78	2256,0	2131,2	2193,6	3 L/jam
	Aerasi 1	5,85	5,84	1881,6	1881,6	1881,6	
	Aerasi 2	5,44	5,35	633,6	633,6	633,6	
2	Umpan	6,45	6,37	2287,2	2222,4	2254,8	4,2 L/jam
	Aerasi 1	6,18	6,15	2092,8	2092,8	2092,8	
	Aerasi 2	5,78	5,78	1963,2	1833,6	1898,4	
3	Umpan	6,52	6,50	2280,0	2160,0	2220,0	5 L/jam
	Aerasi 1	5,91	5,85	2160,0	2280,0	2220,0	
	Aerasi 2	5,65	5,43	2040,0	1920,0	1980,0	

Pada percobaan utama, air limbah yang berada di fasa atas akibat pengolahan dengan metode SBR juga dikembalikan ke tangki umpan untuk dilakukan pengolahan metode SBR kedua kalinya dengan kondisi yang sama seperti pada tangki SBR1. Nilai BOD dari setiap tangki untuk percobaan utama, terdapat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.

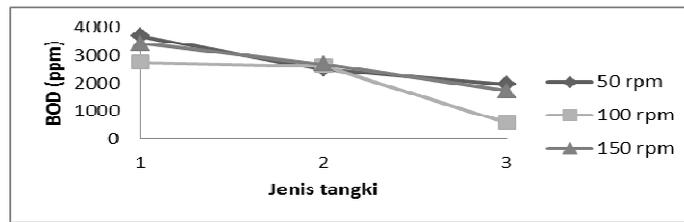


Gambar 1 Kurva nilai BOD pada tiap jenis tangki untuk konsentrasi inokulum 1 gram dengan variasi kecepatan pengadukan

Berdasarkan Gambar 1 sampai Gambar 3 dapat diketahui bahwa terjadi tingkat penurunan BOD yang berbeda-beda baik dari segi konsentrasi inokulum maupun kecepatan pengadukan. Pada dasarnya, semakin besar konsentrasi inokulum yang digunakan pada air limbah tempe, semakin baik pendegradasian senyawa organik dari air limbah tempe yang dilakukan. Semakin banyak konsentrasi inokulum maka semakin banyak bakteri yang bekerja untuk mendegradasi senyawa organik yang terdapat pada air limbah tempe tersebut. Akan tetapi, apabila bakteri yang digunakan terlampaui banyak, juga dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Bakteri-bakteri tersebut dapat mencemari lingkungan dimana tempat air limbah dibuang, sehingga terdapat kondisi terbaik dimana pengolahan dengan bakteri dilakukan.



Gambar 2 Kurva nilai BOD pada tiap jenis tangki untuk konsentrasi inokulum 2 gram dengan variasi kecepatan pengadukan



Gambar 3 Kurva nilai BOD pada tiap jenis tangki untuk konsentrasi inokulum 3 gram dengan variasi kecepatan pengadukan

Pada variasi kecepatan pengadukan, besarnya kecepatan yang dilakukan untuk mengaduk air limbah juga memberikan pengaruh. Apabila pengadukan yang dilakukan terlampaui cepat akan menimbulkan fenomena bagi air yang diaduk. Salah satu fenomena yang dapat terjadi yaitu adanya *vortex*. Fenomena-fenomena yang terjadi dapat membuat pengolahan air limbah tempé menjadi tidak maksimal. Flok-flok yang seharusnya terbentuk lebih baik akibat adanya pengadukan dapat kembali hancur akibat adanya fenomena-fenomena tersebut. Apabila pengadukan yang dilakukan terlampaui lambat juga tidak memberikan hasil yang maksimal. Flok-flok menjadi sulit terbentuk sehingga pengendapan tidak maksimal. Apabila dihubungkan dengan rancangan percobaan dua faktorial yang dilakukan, didapatkan hasil F_0 seperti pada tabel 2. Pada tabel ini didapatkan bahwa yang memberikan pengaruh hanya interaksi dari kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum.

Tabel 2. Analisis Varian untuk Percobaan Utama

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Derajat kebebasan	Jumlah kuadrat rata-rata	F_0 hitung	F_0 tabel
Konsentrasi inokulum	1689,815	2	844,908	3,310	18
Kecepatan pengadukan	1754,868	2	877,434	3,437	18
Interaksi	355324,6	4	88831,16	347,972	18
Kesalahan	1021,129	9	255,282		
Total	4465,812	17			

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini dengan judul "Pengolahan air limbah tempé dengan metode *sequencing batch reactor* skala laboratorium dan industri kecil tempé" yaitu :

1. Pada kepercayaan 95%, interaksi antara kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum mampu mempengaruhi perolehan nilai BOD dari air limbah tempé.
2. Kondisi terbaik dari penelitian mengenai pengolahan air limbah tempé dengan metode SBR yaitu pada kecepatan pengadukan 100 rpm dan konsentrasi inokulum 10% (2 gram) dengan nilai BOD yang dihasilkan sebesar 218,4 ppm.
3. Pada pengolahan tersier dari penelitian ini didapatkan nilai BOD dari air limbah tempé sebesar 93,6 ppm untuk air limbah tempé produksi industri kecil dan 60 ppm untuk air limbah tempé produksi sendiri.
4. Analisa pendukung yang dilakukan dengan kondisi terbaik dari kecepatan pengadukan dan konsentrasi inokulum mampu memberikan nilai COD sebesar 128 ppm, nilai TSS sebesar 115 ppm. dan nilai TDS sebesar 3950 ppm.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian dengan judul "Pengolahan air limbah tempé dengan metode *sequencing batch reactor* skala laboratorium dan industri kecil tempé" yaitu :

1. Analisa BOD yang dilakukan dengan titrasi Winkler dan analisa COD yang dilakukan dengan titrasi FAS dapat dipermudah dengan penggunaan alat digital.
2. Pengecekan akan pengaruh dari parameter lain selain COD, BOD, pH, TSS dan TDS dari air limbah tempé untuk mengoptimalkan pengolahan air limbah.



Ucapan terimakasih

1. Prof. Dr. Ign. Suharto, Ir., APU selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian.
2. YIP. Arry Miryanti, Ir., M.Si dan Dr. Dave Mangindaan selaku dosen penguji yang mau memberikan nasihat bermanfaat demi keberhasilan penelitian dan laporan penelitian.
3. Bapak Effendi, ST dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk masukan yang berharga selama penelitian berlangsung dan sumbangan inokulum.
4. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan baik secara materi maupun moril.
5. Semua kerabat penulis khususnya Anita dan Stella yang senantiasa mendukung penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian ini tepat pada waktunya

Daftar Notasi

N : Normalitas
FP : Faktor pengenceran
DO : Dissolved Oxygen
BOD : Biological Oxygen Demand

Daftar Pustaka

- Bishop, D.P., 2004, *Australia Microbiology 3 ed.* Vol. 25, Cambrige Publishing.
- Juwita, A. I., (2013), Metode Pengukuran Kualitas Limbah-2, www.slideshare.net, 29 Agustus 2013.
- Nugroho, F.L., Afiatun, E., Kusumawardhani, D., 2004, Perbandingan Kinerja antara SBR (*Sequencing Batch Reactor*) dan BUT (Bioreactor Unggun Tetap) dalam Penyisihan Zat Warna Tekstil CIRO 16 dan COD, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pasundan.
- Permatasari, G.M., Zaman, B., Sri, S., 2011, Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Massa Absorben terhadap Efektifitas Penurunan Zat Warna dan Logam Berat (Cu & Ni) Limbah Tekstil dengan Menggunakan Bottom Ash (Abu Endapan), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Purwaningsih, E., 2007, *Cara Pembuatan Tahu dan Manfaat Kedelai*, Ganeca Exact, Bekasi.
- Zam, S.I., 2010 Optimasi Konsentrasi Inokulum Bakteri Hidrokarbonoklastik pada Bioremediasi Limbah Pengilangan Minyak Bumi di Sungai Pakning, *Journal of Environmental Science*, Pekanbaru.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Abdullah Effendi (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

Notulen : Widayati (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Widayati (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Apakah hasilnya sudah memenuhi standar baku mutu limbah cair ?
Jawaban : Sudah
2. Penanya : Mochtar (Politeknik Negeri Bandung)
Pertanyaan : Hasil dan peraturannya harus ditampilkan agar dapat dibandingkan .
Jawaban : Tidak dapat menampilkan standar dan hasil.
3. Penanya : Sugeng (Agroteknologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Limbah yang mana yang dapat dipakai ?
Jawaban : Hasil rebusan dan air yang berasal dari cucian reduksi.
4. Penanya : Hadi (Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
Pertanyaan : Berapa pH awal dan pH akhir ?
Jawaban : pH awalnya 4 dan pH akhirnya 6

