

PROSES FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR TAHU UNTUK MENURUNKAN COD DAN TSS DENGAN MEMANFAATKAN *KIAMBANG (Salvinamolessa)*

PHYTOREMEDIATION PROCESS OF TOFU LIQUID WASTE FOR REDUCING COD AND TSS BY USING *KIAMBANG (Salvinamolessa)*

Ria Komala

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Taman Siswa Palembang
Jl. Taman Siswa No.261 Ilir Tim I, Palembang 30114, Indonesia
E-mail: komalaria83@gmail.com

ABSTRACT

Tofu industrial activities in Indonesia are dominated by small-scale businesses with limited capital and production which is still done with simple technology. Tofu liquid waste contains a lot of organic and inorganic compounds that can disrupt the microbial life in water and pollute the environment, so that it needs treatment before being discharged directly into water. Phytoremediation is one alternative method of wastewater treatment processes by using plants or microorganisms as hyperaccumulator. This study aims to determine the length of the absorption process of kiambang (*salvinamolessa*) and determine the influence of the weight of kiambang (*salvinamolessa*) in reducing the levels of COD and TSS in tofu's wastewater. Waste treatment uses bucket as media with volume 5 L that is filled by liquid waste with composition 1: 5 (tofu's wastewater : water) and volume 3 L. Variables in this research are weight of kiambang (100 g, 250 g and 500 g) and absorption's time (2 days, 4 days, 6 days and 8 days). The results showed that the best length of time of absorption is about 8 days to decrease level of COD and TSS, with a percentage degradation of COD TSS 87.10% and 98.46%. And the best weight of kiambang to decrease levels of COD and TSS is about 250 g.

Keywords: Kiambang (*salvinamolessa*), Tofu liquid waste, Phytoremediation, COD, TSS

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah organik. Limbah yang dihasilkan oleh industri tahu ada beberapa jenis, yaitu berupa limbah padat kering, limbah padat basah, dan limbah cair. Limbah padat kering dan padat basah tidak menimbulkan masalah lingkungan karena bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak, bahan pembuat tepung kedelai, bahan pengembang roti, dll. Limbah cair tahu mengandung zat padat tersuspensi misalnya potongan tahu yang hancur pada saat pemrosesan karena kurang sempurna pada saat penggumpalan. Limbah cair tahu pada umumnya mengandung kadar protein yang tinggi. Limbah cair industri tahu berupa cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih (Suprapti, 2005; Damayanti, 2004).

Penelitian mengenai pengolahan limbah cair tahu secara biologi dan kimia telah banyak dilakukan. Sebelumnya pernah dilakukan Septiawan et al., (2014) tanaman *cattail* sebagai biofilter dengan sistem *constructed wetland* untuk mengetahui penurunan kadar limbah BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu.

Namun pada umumnya pengolahan air limbah secara kimia dan biologi masih banyak kekurangan, Pengolahan secara kimia mengakibatkan pencemaran baru yang berasal dari bahan kimia selain itu bahan baku pengolahan secara kimia lebih mahal sedangkan

pengolahan secara Biologi dibutuhkan lahan yang cukup luas dan waktu yang cukup lama untuk mendegradasi limbah.

Untuk mengatasi kekurangan pada proses pengolahan limbah yang sudah ada maka penelitian kali ini akan menggunakan metode Fitoremediasi, yaitu pengolahan limbah dari industri tahu dengan cara sederhana, murah dan mudah dengan memanfaatkan kemampuan kiambang dalam menurunkan kandungan COD dan TSS pada limbah cair tahu yang

Dalam penelitian ini memanfaatkan kiambang (*salvina molesta*) digunakan untuk menurunkan kadar COD, TSS, pH, bau dan warna pada limbah cair tahu. Penelitian ini diharapkan dapat mengolah dan mengatasi masalah kandungan zat organik pada limbah cair tahu yang mencemarkan jika dibuang langsung ke perairan.

Fitoremediasi (*phytoremediation*) adalah pemanfaatan tumbuhan, mikroorganisme untuk meminimalisasi dan mendetoksifikasi bahan pencemar, karena tanaman mempunyai kemampuan yang menyerap logam-logam berat dan mineral yang tinggi atau sebagai *fitoakumulator* dan *fotokhelator* (Udiharto, 1992). Fitoremediasi dapat dilakukan pada limbah organik maupun anorganik dan juga unsur logam seperti As, Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, Ni dan Cu dalam bentuk padat, cair dan gas (Salt et al., 1998).

Kiambang merupakan tumbuhan air yang banyak terdapat di sawah, kolam, sungai, genangan

air, danau payau, dan saluran air. Terkadang menjadi sangat banyak dan menutupi permukaan air yang diam atau aliran yang lambat (Soerjani et al.,1987).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya proses absorpsi kiambang untuk penurunan kadar COD dan TSS dalam limbah cair industri tahu sebelum dibuang ke lingkungan serta Mengetahui pengaruh bobot kiambang dalam penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair industri tahu.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan adalah limbah cair tahu yang diambil dari salah satu pabrik tahu yang ada di Palembang. Limbah cair tahu sebelum dicoba terlebih dahulu diendapkan selama satu minggu dan diencerkan dengan perbandingan 1 : 5 yaitu satu liter limbah cair tahu ditambah lima liter air. Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 3 liter. Tanaman kiambang diambil dari rawa-rawa di Mariana-Banyuasin, kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel pada akar, batang dan daun. Bahan-bahan kimia untuk analisis COD berupa asam sulfat, kalium dikromat, perak sulfat, merkuri sulfat, ferro amonium sulfat, dan indikator ferroin sedangkan untuk analisis TSS membutuhkan membrane filter dan aquadest.

Alat yang digunakan adalah baskom, gelas ukur 1 Liter, beker gelas 1 Liter, ember, timbangan 2 kg, perlengkapan alat tulis, panca indera untuk parameter bau dan warna.

Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian ini. Pada uji pendahuluan, limbah cair tahu diendapkan selama satu minggu didalam ember. Setelah diendapkan dilakukan proses pengenceran limbah cair tahu dengan perbandingan 1 : 5

Aklimatisasi

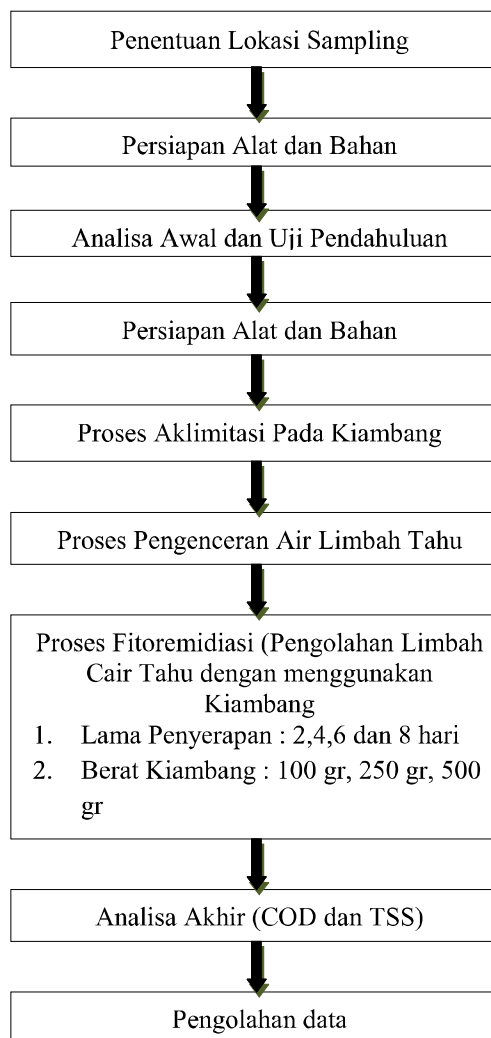
Aklimatisasi adalah penyesuaian tumbuhan terhadap iklim atau suhu pada lingkungan yang baru dimasuki. Aklimatisasi dilakukan dengan cara menanam kiambang pada air bersih selama satu minggu

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian utama secara urut dapat dijelaskan sebagai berikut: Uji pendahuluan yaitu praperlakuan pada limbah cair tahu dengan pengendapan selama satu minggu dan pengenceran 1 : 5, tanaman kiambang dibersihkan dari kotoran yang ada pada akar, batang dan daun kemudian diaklimatisasi selama satu minggu. Tahap berikutnya mengisi limbah cair tahu yang telah diencerkan kedalam ember sebanyak 3 liter setelah itu

menimbang kiambang sebagai berat awal dengan variasi 100 g, 250 g dan 500 g. Selanjutnya penanaman kiambang pada limbah cair tahu yang sudah di siapkan. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari dengan parameter COD, TSS, PH, warna dan bau. Setelah selesai pengamatan timbang kiambang untuk mengetahui berat akhir

Secara garis besar tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar.1 Tahapan Penelitian

Analisa Sampel

Parameter yang dianalisa meliputi COD dan TSS. Analisa dilakukan di Lab. Kimia Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum Palembang

1. Chemical Oxygen Demand (COD)

Tujuan analisis COD untuk mengetahui Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi material organik didalam air. Metode COD yang digunakan dilaboraturium yaitu Refluks Tertutup dan Titrimetrik.

Persamaan menghitung % Degradasi COD :

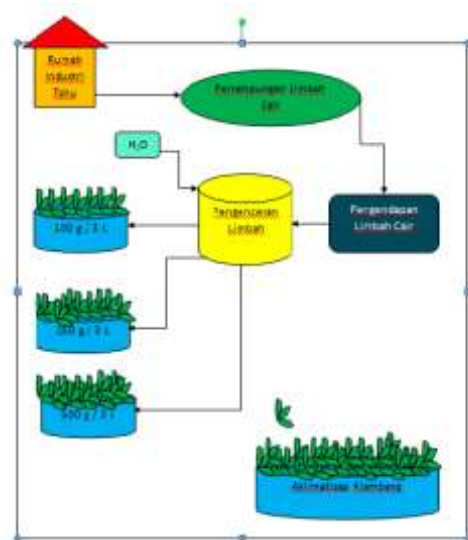
$$\% \text{Degradasi COD} = \text{COD awal} - \text{COD akhir} \times 100 \%$$

2. Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian TSS ini dilakukan dengan cara gravimetrik, dengan menyaring atau memvakum suatu contoh cair dan dimana partikel-partikel yang tidak bisa menembus pori-pori pada membrane filter dengan ukuran 45µm(kertas saring) yang sudah dikeringkan dalam oven dan sudah diketahui bobot awal. Setelah proses penyaringan atau pemvakuman selesai membrane filter tersebut di oven selama satu jam dengan suhu 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang sebagai bobot akhir.

$$\% \text{Degradasi TSS} = \frac{\text{TSS awal} - \text{TSS akhir}}{\text{TSS awal}} \times 100 \%$$

Skema Proses Fitoremediasi



Gambar. 2 Skema proses Fitoremediasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Chemical Oxygen Demand (Cod)

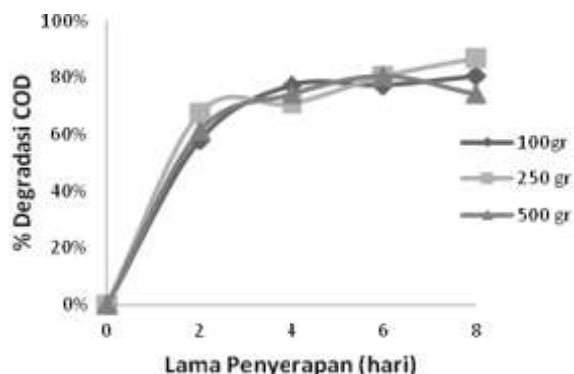
Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji ini. Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri (Fardiaz, 1992).

Konsentrasi COD dalam limbah cair tahu yang diolah dengan cara ditanami kiambang mengalami penurunan sampai di bawah baku mutu limbah cair. Konsentrasi COD turun artinya kualitas air menjadi lebih baik. Pada gambar 3 & 4 dapat dilihat grafik % degradasi COD. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari

sekali selama 8 hari dengan variasi bobot kiambang 100 g, 250 g dan 500 g dalam 3 liter limbah cair tahu.

Dibawah ini grafik yang menunjukkan pengaruh lama waktu penyerapan tanaman kiambang pada limbah cair tahu terhadap persen degradasi COD dengan variasi waktu pengamatan 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari.

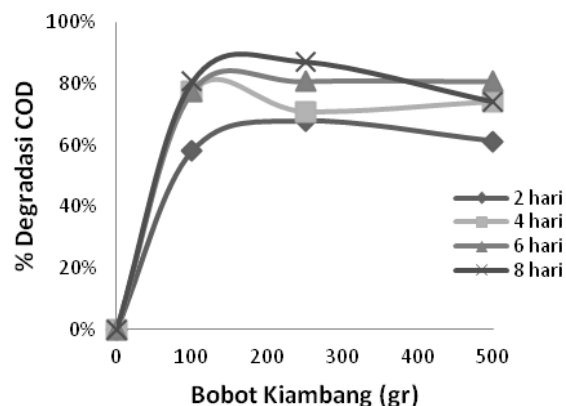
1. Pengaruh Lama Penyerapan Terhadap % Penurunan Konsentrasai COD



Gambar.3 Hubungan antara lama penyerapan kiambang dengan % degradasi COD

Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan persen degradasi COD limbah cair tahu yaitu pada 2 hari dengan persen degradasi 58,06%, 67,74% dan 61,29%, 4 hari persen degradasi 77,42%, 70,97% dan 74,19%, 6 hari persen degradasi 77,42%, 80,65%, 80,65% dan 8 hari persen degradasi 80,65%, 87,10% dan 74,19%. Dari hasil tersebut didapatkan % degradasi COD terbaik pada lama penyinaran di hari ke 8.

2. Pengaruh Waktu Terhadap Bobot Kiambang dan % Penurunan Konsentrasai COD



Gambar.4 Hubungan antara bobot kiambang dengan % degradasi COD

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa Persentase degradasi COD pada limbah cair tahu yang terbaik pada bobot kiambang 250 g dengan persentase degradasi 87,10%.

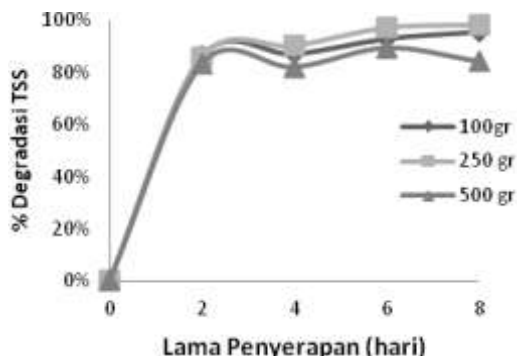
Total Suspended Solid (TSS)

Total suspended solid atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. Jika kandungan TSS ini cukup besar maka dapat menghambat masuknya sinar matahari dan mengganggu kehidupan dalam air .

Pengujian TSS ini dilakukan dengan cara gravimetrik, dengan menyaring atau memvakum suatu contoh cair dan dimana partikel-partikel yang tidak bisa menembus pori-pori pada membrane filter dengan ukuran 45 µm (kertas saring) yang sudah dikeringkan dalam oven dan sudah diketahui bobot awal. Setelah proses penyaringan atau pemvakuman selesai membrane filter tersebut di oven selama satu jam dengan suhu 105 °C, kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan timbang sebagai bobot akhir.

Konsentrasi TSS dalam limbah cair tahu yang diolah dengan cara ditanami kiambang mengalami penurunan sampai di bawah baku mutu limbah cair. Konsentrasi TSS turun artinya kualitas air menjadi lebih baik. Pada gambar 5 & 6 dapat dilihat hasil pengamatan TSS pada limbah cair tahu selama 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari dengan variasi bobot Kiambang 100 g, 250 g dan 500 g.

3. Pengaruh Bobot Kiambang terhadap lama Penyerapan dan % penurunan konsentrasi TSS

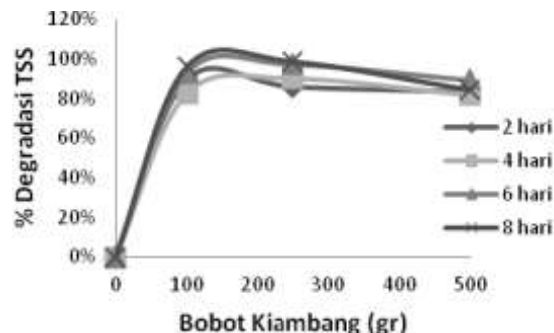


Gambar.5 Hubungan antara lama penyerapan dan% Degradasi TSS

Gambar 5 menunjukkan bahwa pengaruh lama waktu penyerapan anaman kiambang persen penurunan konsentrasi TSS dengan variasi waktu 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari.

Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa % penurunan konsentrasi TSS selama rentan waktu penyerapan TSS dari 0–8 hari mengalami kenaikan yaitu persen degradasi TSS pada hari ke 2 : 89,51%, 85,80% dan 83,33%,persen degradasi pada hari ke 4 : 82,72%, 90,35% dan 82,10%, % degradasi TSS hari ke 6 : 93,21%, 97,38%, 89,52% dan pada hari ke 8 persen degradasi: 95,83%, 98,46% dan 84,29%. Dari grafik tersebut didapatkan % penurunan konsentrasi TTS terbaik pada lama penyinaran di hari ke -8.

4. Pengaruh waktu penyerapan terhadap Bobot Kiambang dan % penurunan degradasi konsentrasi TSS



Gambar.6 Hubungan antara bobot kiambang dengan % degradasi TSS

Gambar 6 menunjukkan pengaruh bobot kiambang dengan persen degradasi TSS, dengan bobot variasi 100 g, 250 g dan 500 g. Pada grafik terlihat bahwa persentase degradasi TSS dengan variasi bobot kiambang. Persentase degradasi TSS pada limbah cair tahu yang terbaik pada bobot kiambang 250 g dengan persentase degradasi 98,46%.

Derajat Keasaman (pH), Warna Dan Bau

Data hasil pengamatan pH, warna dan bau yang menunjukkan penyerapan kiambang dalam limbah cair tahu dapat dilihat pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Data hasil pengamatan pH, warna dan bau

Bobot Kiambang	Lama Penyerapan	Parameter		
		PH	Warna	Bau
100 g	2	5,90	Kuning Jernih	Cukup Menyengat
	4	6,54	Kuning Jernih	Cukup Menyengat
	6	6,75	Kuning Jernih	Cukup Menyengat
	8	6,76	Kuning Jernih	Tidak Berbau
250 g	2	6,01	Kuning Keruh	Sangat Menyengat
	4	6,60	Kuning Jernih	Sedikit Berbau
	6	6,66	Kuning Jernih	Sedikit Berbau
	8	6,60	Kuning Jernih	Tidak Berbau
500 g	2	6,19	Kuning Keruh	Sangat Menyengat
	4	6,60	Kuning Jernih	Tidak Berbau
	6	6,66	Kuning Jernih	Tidak Berbau
	8	6,60	Kuning Jernih	Tidak Berbau

Pengujian pH pada penelitian ini menggunakan pH Meter, dari hasil pengamatan pH dari limbah cair tahu sangat rendah yaitu berkisar pada pH 4, hal ini disebabkan penambahan asam pada proses pembuatan tahu. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 - 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Pada Penelitian yang dilakukan oleh Effendi, 2003, dimana pH < 4 sehingga menyebabkan sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah.

Zat warna adalah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna suatu objek, misalnya kain. Warna air limbah dapat dibedakan menjadi dua yaitu warna sejati dan warna semu. Warna yang disebabkan oleh warna organik yang mudah larut dan beberapa ion logam disebut warna ion sejati, jika air tersebut mengandung kekeruhan atau adanya bahan tersuspensi dan juga oleh penyebab warna sejati, maka warna tersebut dikatakan warna semu (Chatib, 1998). Pada pengolahan limbah cair tahu juga kadang masih terdapat endapan sisa-sisa ampas tahu dan kadang juga masih terkandung kacang kedelai.

Warna limbah ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan non organik, karena keberadaan plankton, humus, ion-ion logam (besi & mangan), serta bahan-bahan lain. Warna dapat diamati secara visual (langsung) ataupun diukur berdasarkan skala platinum cobalt (PtCo). Dengan membandingkan dengan warna standart. Air yang memiliki nilai

kekeruhan rendah biasanya memiliki nilai warna tampak dan warna sesungguhnya yang sama standart. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai pH.

Air limbah industri tahu Ini mempunyai kandungan metana (CH₄) lebih dari 50% sehingga sangat memungkinkan untuk bahan sumber energi gas seperti Bio-gas. Bio-gas sendiri adalah gas pembusukan bahan organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob. Gas bio tersebut campuran dari berbagai gas antara lain: CH₄ (54-70%), CO₂ (27-45%), O₂ (1-4%), N₂ (0,5-3%), CO (1%) dan H₂S. Campuran gas ini mudah terbakar bila kandungan CH₄ (metana) melebihi 50%.

Dari pembahasan sebelumnya didapat hasil terbaik dari % Degradasi COD dan TSS pada pengolahan limbah cair tahu dengan memanfaatkan Kiambang dengan variasi Bobot Kiambang 100gr, 250 gr dan 500 gr dan lama penyinaran 2 – 8 hr yaitu pada bobot Kiambang 250 g dengan lama penyerapan di hari ke 8.

KESIMPULAN

Hasil % Degradasi COD dan TSS yang terbaik didapat pada lama penyerapan pada hari ke 8 dengan berat kiambang 250 gr yaitu 87,10% untuk % Degradasi COD dan 98,46 % untuk % Penurunan Konsentrasi TSS

Nilai pH mengalami kenaikan dari 4,00 menjadi 6,56 sehingga dapat dikatakan bahwa pH memenuhi standar baku mutu air limbah yaitu 6 – 9

Pada awal penelitian warna yang muncul dari limbah cair tahu adalah kuning keruh tetapi setelah diolah mengalami perubahan kuning jernih sedangkan untuk Bau pada hari ke 4 sudah berkurang, Akan berbeda kalau tidak diolah semakin lama maka akan semakin bau

DAFTAR PUSTAKA

- Alia, Joni, dan Ali. 2004. *Analisis Resiko Lingkungan Dari Pengolahan Limbah Pabrik Tahu Dengan Kayu Apu (pistia stratiotes L.)*. Jurnal Purifikasi, Volume 5, No. 04, Oktober 2004 : 151-156.
- Anonimous. 1999. *Phytoremediation technologies*. (<http://www.phytotech.com/index.html>) ,Diakses 10 Maret 2015.
- Anonim. 2014. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Atau Kegiatan Pengolahan Kedelai*. (<http://www.djpp.kemendukham.go.id>) ,diakses 16 Maret 2015.
- Chafid, Retno, dan Sofiudin. 2013. " *Audit Lingkungan* ". Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chatib, B. 1998. *Pengolahan Air Limbah*. ITB.Bandung
- Claude E. Boyd. 1988. " *Water Quality in Warmwater Fish Ponds* ". Auburn University, Agricultural Experiment Station. R. Dennis Rouse, Director/Auburn. Alabama.

- Damayanti, A.2004, *Analisis Resiko Lingkungan dari Pengolahan Limbah Pabrik Tahu dengan Kayu Apu (Pistia stratiotes L)*. FTSP-ITS:Semarang
- Darlina, Ina. 2008. *Fitoremediasi Sebagai Teknologi Alternatif Perbaikan Lingkungan*. Jurusan Agro Teknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Bandung Raya.
- Effendi, H.,2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Emi Erawati, dan Dwi Sapta Kusuma Wulandari. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Dan Jenis Tanaman Terhadap Fitoremediasi Limbah Tahu* . Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan. Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta 5 Maret 2014.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Irawanto, Rony. 2010. *Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali*. Local Wisdom. Volume II, No. 04, Halaman: 29-35. Desember 2010.
- Lutfiana, Boedi, dan Prijadi. 2014. *Kemampuan Eceng Gondok (eichornia sp.), Kangking Air (ipomea sp.) Dan Kayu Apu (pistia sp.) Dalam Menurunkan Bahan Organik Pada Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium)*. Diponegoro Journal Of Maquares, Management Of Aquatic Resources. Volume 3, No. 01, Tahun 2014, Halaman 1-6.
- Panjaitan, sorba. 2008. *Fitoremediasi*. (<http://fitoremediasi.blogspot.com/search>). diakses 13 Maret 2015.
- Sandy, N.J, Tutik Nurhidayati, dan Kristanti. *Profil Protein Tanaman Kiambang (salvina molesta) Yang Dikulturkan Pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo*. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Salt, D.E., R.D. Smith & I. Raskin. 1998. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology: Phytoremediation. Annual Reviews*. USA.501-662.
- Septiawan et al. 2014. *Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail Dengan Sistem Constructed Wetland*. Indonesian Journal of Chemical Science, Indo. J. Chem. Sci. 3 (1) 2014. (<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>)
- Soerjani, et al. 1987. *Lingkungan: Sumber Daya Alam dan Kependudukan dalam Pembangunan*. Jakarta:Penerbit Universitas Pendidikan Indonesia.
- Standarisasi Nasional Indonesia. 1991. *Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Kimiawi Dalam Air Dengan Alat Refluks Tertutup*. SNI 06 – 2504 – 1991.
- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- Suprpti,L.2005. *Pembuatan Tahu*. Teknologi Pengolahan Pangan. Kanisius. Yogyakarta
- Yusuf, guntur. 2008. *Bioremediasi Limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Simulasi Tanaman Air*. Jurnal Bumi Lestari, Volume 08 No. 2, Agustus 2008, hal. 136-144.