

**ARTIKEL SKRIPSI**

**PENERAPAN BIOFILTER MENGGUNAKAN SISTEM ANAEROB DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR PABRIK TAHU IKM AFIFAH PALU**

**OLEH:**

**ANDHINI NOVRIYANTI WAHYUNINGTYAS**

**1926024**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

**2023**

## ABSTRAK

### PENERAPAN BIOFILTER MENGGUNAKAN SISTEM ANAEROB DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK TAHU IKM AFIFAH PALU

**Andhini Novriyanti Wahyuningtyas**  
**Program Studi Teknik Lingkungan**  
**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang**  
Email : [andhini.nw@gmail.com](mailto:andhini.nw@gmail.com)

Dari hasil pengujian yang dilakukan IKM Afifah Palu setiap tahunnya di Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah menunjukkan kadar efluen BOD dan COD yang masih tinggi dengan nilai efluen BOD sebesar 322,2 mg/l, dan nilai efluen COD sebesar 200,4 mg/l. Solusi untuk mengatasi permasalahan limbah cair tahu tersebut menggunakan *biofilter* sistem *anaerob* dengan media kerikil, batu apung dan cangkang kerang melalui 2 tabung reaktor pengurai limbah cair dimana untuk setiap tabung reaktor terdiri dari 4 sekat pengurai limbah. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menentukan kemampuan pengolahan *biofilter* sistem anaerob media filter batu apung, kerikil, dan cangkang kerang dalam menurunkan kadar pencemar COD dan BOD dalam limbah cair tahu pada tahu IKM Afifah Palu. Pengolahan yang digunakan adalah pengolahan *biofilter anaerob* dengan menggunakan media kerikil, batu apung dan cangkang kerang dengan menggunakan parameter pengujian COD dan BOD pada limbah cair tahu. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah cair tahu menggunakan *biofilter anaerob* media kerikil, batu apung dan cangkang kerang mampu menurunkan konsentrasi BOD dan COD dengan tingkat efektivitas penurunan untuk BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sebesar 123,28% dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 95,62% sehingga memenuhi Baku Mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Standar Baku Mutu Bagi Industri Tahu.

**Kata Kunci:** *Biofilter Anaerob*, BOD, COD.

## ABSTRACT

### APPLICATION OF BIOFILTER USING AN ANAEROBIC SYSTEM IN THE PROCESSING OF LIQUID WASTE FROM THE AFIFAH IKM PALU TOFU FACTORY

Andhini Novriyanti Wahyuningtyas

*Environmental Engineering Study Program*

*Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang*

Email: [andhini.nw@gmail.com](mailto:andhini.nw@gmail.com)

*From the results of tests carried out by IKM Afifah Palu every year at the Central Sulawesi Provincial Health Laboratory, it shows that BOD and COD effluent levels are still high with a BOD effluent value of 322.2 mg/l, and a COD effluent value of 200.4 mg/l. The solution to overcome the problem of tofu liquid waste uses an anaerobic biofilter system with gravel, pumice and shells as a medium through 2 liquid waste decomposing reactor tubes where each reactor tube consists of 4 waste decomposing compartments. The objective to be achieved in this research is to determine the ability of the biofilter processing anaerobic system of pumice, gravel and shellfish filter media to reduce the levels of COD and BOD pollutants in liquid tofu waste from the Afifah Palu IKM. The processing used is anaerobic biofilter processing using gravel, pumice and clam shell media using COD and BOD testing parameters in tofu liquid waste. The results of the research show that processing liquid tofu waste using an anaerobic biofilter with gravel, pumice and shells as media is able to reduce the concentration of BOD and COD with an effective level of reduction for BOD (Biochemical Oxygen Demand) of 123.28% and COD (Chemical Oxygen Demand) of 95.62% so that it meets the Quality Standards set by the Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014 concerning Quality Standards for the Tofu Industry.*

**Keywords:** *Anaerobic Biofilter, BOD, COD.*

#### PENDAHULUAN

Survei awal dilakukan di pabrik tahu IKM Afifah Palu. Proses produksinya menggunakan 3.700 kg kedelai dan membutuhkan 40.000 liter air per hari. Proses ini menghasilkan limbah cair sebesar 30.000 liter per hari. Limbah cair ini dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Menurut wawancara dengan Bapak H. Safran Renaldi pemilik pabrik tahu IKM Afifah Palu, saat ini mengolah limbah cair tahu dengan sistem anaerob menggunakan 2 tabung reaktor dimana untuk setiap tabung reaktor menggunakan sebanyak 3 sekat pengurai limbah cair dengan menggunakan 2 media filter yaitu batu kerikil dan anyaman bambu hal tersebut menyebabkan tidak maksimalnya hasil dari penjernihan air limbah serta kurangnya pemeliharaan dan pengontrolan terhadap media filter yang digunakan sehingga menyebabkan pengelolaan limbah cair tahu belum optimal.

Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengujian yang dilakukan IKM Afifah Palu setiap tahunnya di Laboratorium Kesehatan Provinsi

Sulawesi Tengah yang menunjukkan kadar efluen BOD dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang masih tinggi dengan nilai efluen BOD sebesar 322,2 mg/l, dan nilai efluen COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 200,4 mg/l.

Parameter BOD dan COD melebihi baku mutu memberikan dampak kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia dalam jangka waktu panjang (Indrayani & Rahmah, 2018). Dampak pada lingkungan mengganggu transparansi air dan proses fotosintesis yang berujung pada defisiensi oksigen, sehingga menyebabkan tumor ataupun kematian pada organisme akuatik, serta mengakibatkan iritasi, keracunan, mutasi gen, dan kanker pada manusia (Valerie *et al.*, 2018).

Penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Budiman dan Amirsan (2015) bahwa parameter BOD dan COD yang diamati masih belum memberikan hasil yang sesuai dengan standar baku mutu limbah cair. Hal ini disebabkan karena lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan masih relatif banyak. Untuk mengatasinya maka salah satu teknologi pengolahan limbah tahu yang dapat dilakukan adalah dengan proses biologis

sistem anaerob. Pengelolaan limbah cair dengan menggunakan sistem anaerob memiliki nilai positif yaitu lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan relatif sedikit, sedangkan nilai negatifnya adalah membutuhkan waktu yang lama untuk menguraikan limbah (Kholif *et al.*, 2021).

Solusi untuk mengatasi permasalahan limbah cair tahu tersebut adalah dengan menggunakan proses biologis, sistem anaerob biologis ini dilakukan untuk mengurai limbah cair tahu dalam penelitian ini dengan menggunakan media kerikil, batu apung dan cangkang kerang melalui penambahan sekat-sekat dalam 2 tabung reaktor dimana untuk setiap tabung reaktor terdiri dari 4 sekat pengurai limbah. Dasar pertimbangan menambahkan sekat-sekat pengurai limbah dalam tabung reaktor anaerob, di dasari pada penjelasan yang disampaikan oleh pemilik pabrik tahu IKM Afifah Palu bahwa semakin banyak sekat-sekat pengurai limbah cair yang digunakan dalam tabung reaktor anaerob maka semakin jernih air limbah yang dikeluarkan karena setiap sekat-sekat yang ada dalam tabung reaktor anaerob merupakan tempat penyesuaian mikroorganisme limbah cair tersebut terhadap lingkungan barunya.

Pengolahan limbah cair dengan sistem anaerob dinilai tepat digunakan pada industri tahu yang memiliki beban organik tinggi karena mampu menghasilkan air olahan dengan kualitas yang baik dengan konsumsi energi yang lebih rendah dan dinilai memiliki keunggulan yaitu pengelolannya sangat mudah, tidak perlu lahan yang luas, biaya operasinya rendah, lumpur yang dihasilkan relatif sedikit, dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (TSS) dengan baik sehingga ramah lingkungan. Dengan penggunaan sistem ini diharapkan dapat menurunkan konsentrasi kadar BOD dan COD air limbah tahu. Sehingga jika dibuang tidak menyebabkan bau dan tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

Metode yang dipilih untuk pengolahan limbah cair di pabrik tahu IKM Afifah Palu yaitu menggunakan sistem anaerob dengan metode *biofilter* melalui suatu pertimbangan bahwa dalam pengoperasian tergolong sederhana, mudah dan tanpa bahan kimia, proses ini sangat tepat digunakan untuk pengolahan limbah yang tidak terlalu besar kadar pencemarnya (Said dan Wahjono, 2014). Penurunan BOD dan TSS pada pengolahan limbah cair domestik media batu apung, kerikil, dan cangkang kerang yang

digunakan pada reaktor anaerob *biofilter* mampu menurunkan konsentrasi BOD dan TSS (Pramita dan Sari, 2019).

Penelitian ini menggunakan *Biofilter* dengan media batu apung, kerikil, dan cangkang kerang sebagai media filter untuk menentukan pengaruh penggunaan metode ini terhadap efisiensi penurunan parameter pencemar dalam limbah cair tahu IKM Afifah Palu yang diuji yaitu COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan BOD sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana kemampuan pengolahan *biofilter* sistem anaerob media filter batu apung, kerikil, dan cangkang kerang dalam menurunkan kadar pencemar COD dan BOD dalam limbah cair tahu IKM Afifah?

Tujuan ingin dicapai dalam penelitian ini menganalisis kemampuan pengolahan *biofilter* sistem anaerob media filter batu apung, kerikil, dan cangkang kerang dalam menurunkan kadar pencemar COD dan BOD dalam limbah cair tahu pada tahu IKM Afifah Palu.

Limbah industri pengolahan tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total (total solid), suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas (Nurhasan dan Pramudyanto, 2018).

Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu 400C sampai 460C. Suhu yang meningkat yang ada di lingkungan perairan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan (Sugiharto, 2018). Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemaklah yang jumlahnya paling besar (Nurhasan dan Pramudyanto, 2018), yang mencapai sebesar 40%-60% protein, 25%-50% karbohidrat, dan 10% lemak (Sugiharto, 2018). Semakin banyak jumlah dan jenis bahan organik akan semakin menyulitkan pengelolaan limbah, karena beberapa zat tidak dapat diuraikan mikroorganisme di dalam air limbah tahu tersebut.

Uji BOD dan COD merupakan parameter yang sering digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran bahan organik, baik dari industri ataupun dari rumah tangga (Welch, 2012).

Air limbah Industri Tahu dapat dialirkan ke badan sungai apabila telah memenuhi standar yang diatur Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 mengatur Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu, pada Tabel 2.1, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

Parameter	Pengolahan Kedelai	
	Tahu	
	Kadar* (mg/l)	Beban (kg/ton)
BOD	150	3
COD	300	6
TSS	200	4
Ph	6 – 9	
Kuantitas air limbah paling tinggi (m <sup>3</sup> /ton)	20	

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2014.

Dampak yang ditimbulkan pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik, dan turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan organik (Herlambang, 2012). Aktivitas organisme memecah molekul organik yang kompleks menjadi molekul organik yang sederhana. Bahan anorganik seperti ion fosfat dan nitrat dipakai sebagai makanan oleh tumbuhan melakukan fotosintesis. Selama proses metabolisme oksigen banyak dikonsumsi, sehingga bila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air diganti oksigen hasil proses fotosintesis dan reaerasi udara.

Sebaliknya jika konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerob yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air, dan menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau (Herlambang, 2012).

Limbah cair dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media tumbuhnya kuman penyakit yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan, air limbah akan berubah warnanya menjadi cokelat

kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik (Herlambang, 2012). Industri pengolahan tahu yang tidak menerapkan sistem pengolahan terhadap air buangan selama kegiatan produksi tahu berpotensi mencemari perairan sungai, sanitasi lingkungan buruk dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti: gatal, diare, kolera, dan radang usus (Kaswinarni, 2017).

Berbagai upaya untuk mengolah limbah cair industri tahu telah dicoba dan dikembangkan. Metode pengolahan yang dikembangkan dapat digolongkan atas 3 jenis metode pengolahan, yaitu secara fisika, kimia maupun biologis.

Pengolahan limbah cair industri tahu secara biologis, adalah pengolahan yang melibatkan keberadaan mikroorganisme atau tubuhan air untuk mendegradasi bahan organik yang berada pada sistem pengolahan (Woodard, 2011). Mikroorganisme mengkonsumsi bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolisme (Metcalf and Eddy, 2013). Polutan dalam air limbah diuraikan mikroorganisme menjadi senyawa tidak mencemari lingkungan, proses penguraian berlangsung secara aerob dan anaerob atau kombinasi anaerob-aerob (Kurniadie, 2011).

Proses pengolahan air limbah secara *biofilter* anaerob adalah suatu metabolisme tanpa menggunakan oksigen yang dilakukan oleh bakteri anaerob (Asmadi dan Suharno, 2012). Pengolahan air limbah secara anaerob digunakan untuk pengolahan air limbah dengan BOD yang sangat tinggi (Said, 2012). Tujuan utamanya untuk mengurai kandungan bahan pencemar terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Proses anaerob memiliki keuntungan antara lain derajat stabilitas yang tinggi, produk lumpur buangan biologis rendah,

kebutuhan nutrisi rendah, dan dihasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi (Ekawati, 2016).

Proses pengolahan sistem *biofilter* mampu mereduksi polutan organik BOD, COD, dan TSS (Said dan Marsidi, 2011). Pengolahan *Biofilter fixed bed digester* merupakan sistem pengolahan limbah cair industri tahu yang mengandung bahan berpori tetap, bakteri melekat pada permukaan media, aliran air limbah pada proses ini dilakukan dengan aliran atas ke bawah (*down flow*) (Woodard, 2011).

Biofilter yang biasa digunakan yaitu batu apung, batu kerikil dan cangkang kerang. Penggunaan batuan alami dalam menyisihkan polutan telah banyak diaplikasikan pada pencemar air baku maupun air limbah.

Pengolahan limbah Industri Tahu pernah dilakukan dengan beberapa metode pengolahan dapat dilihat pada Tabel 2.3, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu Terkait Limbah Cair

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Pengolahan yang digunakan	Efektivitas yang dihasilkan
1.	Riang Adeko dan AgusWidada (2018)	Pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan Metode Aerasi.	Mampu menurunkan kandungan polutan BOD: 64,27%.
2.	Ajeng Purnaningtias, Ahmad Erlan Afiuddin, dan Tanti Utami Dewi (2018)	Pemanfaatan botol plastik bekas sebagai media untuk proses <i>biofilter</i> .	Mampu menurunkan kandungan polutan seperti: COD 87%, dan BOD: 75%.
3.	Khusnul Amri Dan Putu Wesen (2018)	Pengolahan air limbah domestik menggunakan plastik ( <i>bioball</i> ) dengan proses <i>biofilter</i> anaerob.	Mampu menurunkan kandungan organik air limbah domestik.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2023. Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pabrik Tahu IKM Afifah Palu sebagai tempat pengambilan sampel air buangan limbah cair tahu.
2. Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah sebagai tempat analisis pengujian parameter BOD dan COD.

Data yang dibutuhkan, yaitu:

### 1. Data Primer

Data Primer diperoleh dari hasil penelitian di pabrik tahu IKM Afifah dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Data Primer Penelitian

No	Data Primer	Metode	Sumber
1	pH	pH	Perda Provinsi Sulteng No 10 tahun 2014.
2	BOD	Titration Winkler	SNI 06-6989.72-2009
3	COD	Spektrofotometri	SNI 6989.2:2019

### 2. Data sekunder

Data sekunder berupa data yang diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder yang digunakan pada penelitian di pabrik tahu IKM Afifah dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3. Data Sekunder Penelitian

No	Data Sekunder	Jenis Data	Sumber
1	Jumlah produksi pabrik tahu IKM Afifah perhari.	Wawancara	Pabrik Tahu IKM Afifah
2	Jumlah penggunaan air dalam proses produksi pabrik tahu IKM Afifah.	Wawancara	Pabrik Tahu IKM Afifah
3	Jumlah limbah cair yang dihasilkan dalam proses produksi pabrik tahu IKM Afifah.	Wawancara	Pabrik Tahu IKM Afifah

Metode anaerob biofilter menggunakan parameter BOD dan COD sebagai variabel terikat (dependen) serta variasi waktu tinggal sebagai variabel bebas (independen).

Teknik pengumpulan data dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah studi literatur berupa jurnal, wawancara kepada pihak yang berkaitan dengan penelitian di lapangan secara langsung, serta penelitian sampel air limbah di laboratorium.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan eksperimen menggunakan pengolahan *biofilter* dengan sistem anaerob untuk mengolah limbah industri tahu. Parameter yang diuji sebelum dan sesudah eksperimen adalah BOD dan COD untuk memperoleh data-data mengenai karakteristik limbah tahu dengan pengujian *biofilter*.

Pengolahan biofilter dengan reaktor anaerob dalam mengolah limbah cair industri tahu, dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1. Reaktor Peralatan Percobaan

Cara pengoperasian reaktor sebagai berikut:

- a. Dilakukan analisis awal untuk mendapatkan nilai parameter BOD dan COD sebelum dilakukan pengolahan.
- b. Limbah cair industri tahu Afifah di Kota Palu ditampung dalam bak kontrol penampung limbah.
- c. Fungsi bak kontrol adalah untuk mencegah sampah padat misalnya plastik, kaleng, kayu agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah, serta mencegah padatan yang tidak bisa terurai misalnya lumpur, pasir, abu gosok dan lainnya agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan limbah.
- d. Dilakukan *seeding* (pembenihan) pada setiap sekat reaktor, Atur debit limbah cair dalam bak kontrol selanjutnya limbah cair dialirkan ke reaktor anaerob I.
- e. Limbah dari reaktor anaerob I dialirkan ke reaktor anaerob II.
- f. Setelah limbah melewati media filter, perlu dilakukan penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya (proses aklimatisasi) yang terjadi selama 7 hari. Selama proses aklimatisasi, reaktor diusahakan terhindar dari segala macam gangguan dari luar agar tidak mengganggu proses aklimatisasi.
- g. Efluen yang keluar dari reaktor anaerob diambil dan dianalisis sesuai dengan parameter uji, yaitu BOD dan COD dari *outlet* pada reaktor dengan waktu pengambilan sampel pada jam ke 0 dan jam ke 8.

Analisis data dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari pengolahan yang telah dilakukan.

Pada penelitian ini menggunakan 2 metode analisis data, yaitu statistik deskriptif dan inferensial. Dimana statistik deskriptif data dibuat dalam bentuk Grafik dan Tabel. Statistik inferensial yang digunakan yaitu ANOVA *One-Way* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai variabel terikat yang disebabkan variabel bebas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Analisa Deskriptif

Pada penelitian ini menggunakan 2 metode analisa data, yaitu deskriptif data yang dapat disajikan dalam bentuk tabel dan statistik menggunakan ANOVA *One-Way*.

#### 1.1. Hasil Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif untuk menganalisa data yang dapat disajikan dalam bentuk tabel sehingga mudah dibaca dan dipahami. Selama proses pengolahan dilakukan pengukuran konsentrasi BOD dan COD.

##### 1.1.1. Analisa Parameter BOD Setelah Pengolahan

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang dilakukan pengujian di Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah diperoleh hasil, dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut:

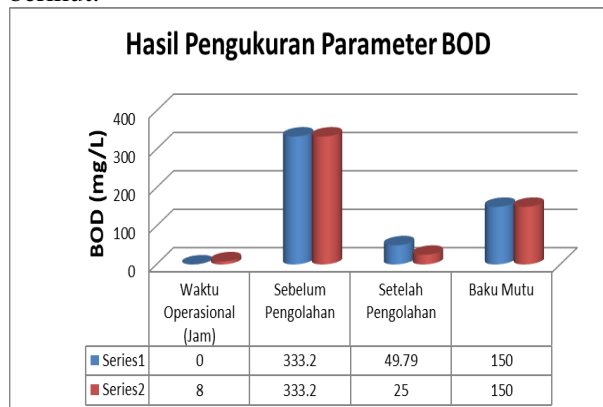
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Parameter BOD

No.	Waktu Operasional (jam)	Metode Uji	Satuan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	0	SNI 06-6989.72-2009	mg/L	49,79	150
2.	8	SNI 06-6989.72-2009	mg/L	25	150

Sumber: Data Primer.

Berdasarkan data hasil uji Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah nilai buku mutu air limbah tahu sebelum dilakukan pengolahan pada Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Parameter BOD, adalah sebagai berikut: nilai BOD dengan konsentrasi (333,2 mg/L). Hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Afifah masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai BOD (150 mg/L), sehingga perlu dilakukan upaya pengolahan atau menerapkan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Tahu yang dapat mengurangi kadar pencemar bagi perairan. Penelitian yang telah dilakukan bahwa pengolahan limbah cair Industri Tahu dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob menunjukkan hasil penurunan dibandingkan sebelum dilakukan bentuk pengolahan. Hasil

setelah dilakukan pengolahan air limbah industri tahu dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob, dapat dilihat pada grafik 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Penurunan Parameter BOD

Tingkat efektivitas penurunan BOD pada proses pengolahan limbah cair Industri Tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* ini dengan penerapan pengolahan limbah tahu secara anaerob media *filter* batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang yang dilakukan selama jam 0 dan 8 waktu tinggal air limbah dalam *biofilter*.

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair Industri Tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob jam 0 waktu tinggal yaitu nilai BOD sebesar 85,05%.

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair Industri Tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob jam 8 waktu tinggal yaitu nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sebesar = 92,49%.

### 1.1.2. Analisa Parameter COD Setelah Pengolahan

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang dilakukan pengujian di Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah diperoleh hasil, dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

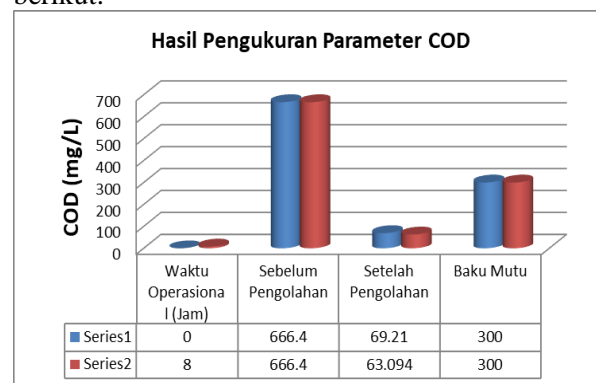
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Parameter COD

No.	Waktu Operasional (jam)	Metode Uji	Satuan	Setelah Pengolahan	Baku Mutu
1.	0	SNI 6989.2:2019	mg/L	69,21	300
2.	8	SNI 6989.2:2019	mg/L	63,094	300

Sumber: Data Primer.

Berdasarkan Tabel 4.5. Hasil pengukuran parameter COD yang dilakukan pengujian di

Laboratorium Kesehatan Provinsi Sulawesi Tengah didapatkan hasil yaitu: sebelum pengolahan nilai COD dengan konsentrasi (666,4 mg/L). Hal ini menunjukkan air buangan limbah tahu di Industri Tahu Afifah masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai COD (300 mg/L). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil setelah dilakukan pengolahan *biofilter* sistem anaerob, dapat dilihat pada grafik 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Penurunan Parameter COD

Tingkat efektivitas penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada proses pengolahan limbah cair tahu menunjukkan penerapan pengolahan limbah tahu menggunakan *biofilter* secara anaerob media *filter* batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang yang dilakukan selama jam 0 dan 8 waktu tinggal limbah dalam *biofilter*.

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair industri tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob jam 0 waktu tinggal yaitu nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar (89,61%).

Hasil perhitungan menunjukkan tingkat efektivitas pengolahan limbah cair industri tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob jam 8 waktu tinggal yaitu nilai COD sebesar (90,53%).

## 2. Hasil Analisis Statistik ANOVA One-Way

ANOVA *One-Way* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai variabel terikat yang disebabkan oleh perbedaan nilai tiap variabel bebas. Dasar pengambilan keputusan hipotesis:

- $H_0$  diterima jika nilai signifikansi hitung > signifikan yang telah ditentukan (0,05)



- $H_1$  diterima jika nilai signifikansi hitung < signifikan yang telah ditentukan (0,05)

### 2.1. Hasil Analisis ANOVA *One-Way* Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Hasil uji ANOVA parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) terhadap media (batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang) *biofilter* sistem anaerob dapat dilihat pada Tabel 4.6. sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil uji ANOVA *one-way* parameter BOD terhadap media *biofilter*  
**ANOVA**

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	103590.946	4	25897.737	15.988	.023
Within Groups	4859.386	3	1619.795		
Total	108450.332	7			

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023.

Berdasarkan Tabel 4.6. dapat dilihat nilai signifikansi yang diperoleh sebesar  $0,023 < \alpha 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh atau perbedaan hasil pengujian parameter BOD berdasarkan media (batu kerikil, batu apung, cangkang kerang) *biofilter* sistem anaerob pada pengolahan limbah cair tahu Afifah di Kota Palu.

### 2.2. Hasil Analisis ANOVA *One-Way* Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil uji ANOVA parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) terhadap media (batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang) *biofilter* sistem anaerob dapat dilihat pada Tabel 4.7. sebagai berikut:

Tabel 4.7. Hasil uji ANOVA *one-way* parameter COD terhadap media *biofilter*  
**ANOVA**

COD (*Chemical Oxygen Demand*)

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28770.302	2	14385.151	6.681	.039
Within Groups	10764.934	5	2152.987		
Total	39535.236	7			

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023.

Berdasarkan Tabel 4.7. dapat dilihat nilai signifikansi yang diperoleh sebesar  $0,039 < \alpha 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh atau perbedaan hasil pengujian parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) berdasarkan media (batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang) *biofilter* sistem anaerob pada pengolahan limbah cair tahu Afifah di Kota Palu.

## 3. Pembahasan

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini merupakan air limbah tahu Pabrik Tahu IKM Afifah Palu. Dalam air limbah terdapat konsentrasi BOD dan COD yang belum memenuhi standar baku mutu sehingga berbahaya apabila dibuang ke lingkungan. Air limbah tahu mengandung kadar BOD berkisar antara 5.000-10.000 mg/l, COD berkisar antara 7.000-10.000 mg/l (Kaswinarni, 2017).

BOD atau sering disebut *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerob. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut. Sedangkan COD atau sering disebut *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada didalam air secara kimiawi. (Afwat et al., 2021).

Meningkatnya nilai COD dan BOD akan menyebabkan berkurangnya oksigen di dalam air dan menurunkan kualitas air Sungai. Menurut Rahmandani et al, 2021. Apabila kandungan oksigen terlarut di dalam air menurun, maka kemampuan bakteri aerobik untuk memecah bahan buangan organik juga menurun. Apabila oksigen yang terlarut sudah habis, maka bakteri aerob dapat mati. Dalam keadaan seperti ini bakteri anaerob akan mengambil alih tugas untuk memecah bahan buangan organik yang ada di dalam air. Hasil pemecahan oleh bakteri anaerob menghasilkan bau yang tidak enak misalnya anyir atau busuk. Tingginya nilai BOD dan COD pada limbah domestik menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi berupa material organik. kondisi tersebut juga akan berdampak terhadap kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut (Daroini dan Arisandi, 2020). Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan sehingga air limbah aman ketika dibuang ke lingkungan.(Andika et al., 2020). *Biofilter* anaerob adalah sistem pengolahan air limbah yang memanfaatkan mikroorganisme yang tumbuh melekat pada permukaan media secara biologis (Suarni et al, 2021). Pada pengolahan limbah menggunakan anaerob filter, peran media sebagai

tempat menempel atau rumah mikroorganisme, sehingga mikroorganisme tidak ikut terbawa cairan sisa buangan atau effluen yang keluar dari reaktor (Prasetyad et al, 2016). Semakin tebal media anaerob filter diharapkan semakin banyak biomassa yang terbentuk. Hal ini karena semakin banyak tempat bagi mikroorganisme untuk hidup. Sehingga proses pendegradasian zat organik pada air limbah dapat berlangsung lebih cepat. (Rokhmadhoni dan Marsono, 2018.)

### **3.1. Penurunan Konsentrasi BOD setelah Pengolahan.**

Hasil penelitian diperoleh bahwa proses Anaerob *biofilter* dengan menggunakan media berupa cangkang kerang, batu kerikil dan batu apung mampu menurunkan kadar BOD pada sampel air limbah tahu.

Analisis yang dilakukan pada limbah cair tahu sebelum dan sesudah pengolahan terjadi penurunan konsentrasi BOD. Pada analisis awal sebelum dilakukan pengolahan limbah cair tahu mengandung konsentrasi BOD sebesar 333,2 mg/l kemudian setelah dilakukan pengolahan didapatkan nilai konsentrasi sebesar 49,79 mg/l di jam ke 0 dengan presentase penyisihan sebesar 85,06% dan 25 mg/l di jam ke 8 dengan presentase penyisihan sebesar 92,5%. Terjadinya penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh media filter (cangkang kerang, batu kerikil dan batu apung) dan waktu tinggal. Menurut Pungut *et al.*, (2021) Cangkang Kerang mengandung kalsium karbonat yang tinggi, kalsium karbonat yang terkandung dalam cangkang kerang mampu menyaring partikel kotoran dalam air, Batu Kerikil berfungsi sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah, sehingga dapat menyaring kotoran-kotoran kasar pada zat pencemar lainnya (Fajri *et al.*, 2017). Batu Apung mengandung kapiler-kapiler halus sehingga dijadikan absorben karena dapat mengadsorpsi pada kapilernya (Ratnawati dan Muhammad, 2018) Selain itu, pada media memungkinkan terjadinya pelekatan mikroorganisme karena telah dilakukan proses *seeding* dimana mikroorganisme yang menempel pada media juga ikut berperan dalam penurunan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Pungut *et al.*, (2021).

Hal ini disebabkan karena massa air limbah dalam reaktor sangat mempengaruhi waktu kontak antara limbah dengan media biofilter, sehingga proses penguraian bahan-bahan organik oleh

mikroorganisme menjadi lebih lama dan kandungan bahan organik yang terurai lebih banyak, sehingga persentase penurunan kadar pencemar semakin besar Kaswinarni, (2008) penurunan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) juga dipengaruhi oleh banyaknya media filter yang digunakan yang berperan sebagai absorben.

Efisiensi penurunan nilai paling efektif terjadi pada waktu tinggal ke 8 yaitu sebesar 25 mg/l atau 92,5% efisiensi penurunan BOD ditunjukkan dengan semakin lama massa air limbah pada *biofilter*, semakin besar pula efisiensi penurunan BOD yang dihasilkan. Parasmita, (2012).

Ada atau tidaknya pengaruh banyaknya media dan waktu tinggal dengan persentase penyisihan konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dapat dilakukan analisis data statistik inferensial dari hasil uji menggunakan ANOVA *one-way* dapat dilihat pada tabel 4.4 diperoleh nilai signifikan sebesar  $0,023 < \alpha < 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat terdapat pengaruh atau perbedaan hasil pengujian parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) berdasarkan media.

Data yang didapatkan dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pengolahan limbah cair tahu menggunakan *biofilter* Anaerob media (cangkang kerang, batu kerikil dan batu apung) efektif dalam menurunkan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

### **3.2. Penurunan Konsentrasi COD Setelah Pengolahan.**

Selain mampu menurunkan kadar BOD, proses dari Anaerob *biofilter* dengan menggunakan media berupa cangkang kerang, batu kerikil dan batu apung juga mampu menurunkan kadar COD. Penurunan konsentrasi COD dilakukan seperti pada pengolahan BOD. konsentrasi COD sebelum dilakukan pengolahan limbah cair tahu mengandung konsentrasi COD sebesar 666,4 mg/l yang kemudian setelah dilakukan pengolahan didapatkan nilai konsentrasi sebesar 69,21 mg/l di jam ke 0 presentase penyisihan sebesar 89% dan 63,094 mg/l di jam ke 8 dengan presentase penyisihan sebesar 90,53%.

Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa adanya pengaruh lama kontak air limbah dengan

media biofilter terhadap penurunan COD. Semakin lama masa air limbah pada media biofilter, semakin besar pula efisiensi penurunan COD yang dihasilkan. Semakin lama waktu tinggal maka semakin lama waktu kontak air limbah dengan lapisan biofilm. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal akan semakin memberi banyak kesempatan pada mikroorganisme untuk memecah bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah. Selain itu faktor oksigen yang cukup dapat mempengaruhi penurunan nilai COD sehingga mikroorganisme dapat mendegradasi kandungan organik dalam air limbah., sehingga semakin banyak bahan organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. (Anugroho et al, 2019). Menurut Susilo (2015), dengan waktu tinggal yang lebih lama maka kontak limbah dengan bakteri biofilm semakin panjang, sehingga memberikan efisiensi penurunan konsentrasi pada kadar COD dan BOD.

Efisiensi penurunan COD paling efektif terjadi pada jam ke 8 yaitu 63,094 atau 90,53% pengaruh media filter dan waktu tinggal terhadap persentase penyisihan konsentrasi COD dapat dilihat pada tabel 4.5 dengan menggunakan analisis data statistik inferensial menggunakan ANOVA *one-way* diperoleh nilai signifikan sebesar  $0,039 < \alpha < 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh atau perbedaan hasil pengujian parameter COD berdasarkan media.

Data yang didapatkan dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pengolahan limbah cair tahu menggunakan *biofilter* Anaerob media (cangkang kerang, batu kerikil dan batu apung) efektif dalam menurunkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pengolahan limbah cair Industri Tahu Afifah dengan menggunakan *biofilter* sistem anaerob, bermediakan batu kerikil, batu apung dan cangkang kerang memiliki penurunan kadar pencemar dengan tingkat efektivitas jam ke 0

waktu tinggal parameter BOD sebesar 85,05% dan kadar pencemar parameter COD sebesar 89,61% untuk jam ke 8 waktu tinggal parameter BOD sebesar 92,5 % dan kadar pencemar parameter COD sebesar 92,5 %. Pengolahan limbah cair tahu Afifah di Kota Palu dengan 0 jam masa air limbah dalam reaktor biofilter anaerob setelah pengolahan untuk kadar pencemar parameter BOD sebesar 49,79 mg/L dan untuk kadar pencemar parameter COD sebesar 69,21 mg/L untuk 8 jam masa air limbah dalam reaktor biofilter anaerob setelah pengolahan untuk kadar pencemar parameter BOD sebesar 25 mg/L dan untuk kadar pencemar parameter COD sebesar 63,094 mg/L, dan kedua parameter tersebut mengalami penurunan kadar pencemar limbah cair tahu yang baik, sehingga memenuhi Baku Mutu ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti, adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan modifikasi pada media filter.
2. Dilakukan pengolahan sistem aerob dalam pengolahan limbah cair Industri Tahu.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan parameter lain baik pengolahan fisika, kimia dan mikrobiologi pada limbah cair tahu untuk mengetahui kemampuan *biofilter* anaerob.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya dan setulus-tulusnya pada yang terhormat Bapak Dr. Hardianto, ST., MT., Pembimbing I dan Ibu Anis Artiyani, ST., MT., Pembimbing II yang telah banyak mencurahkan perhatian, bimbingan dan arahan kepada penulis sejak perencanaan penelitian sampai penulisan skripsi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi dan Suharno, 2012. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Yogyakarta: Gossyen Publishing.
- Budiman dan Amirsan, 2015. *Efektivitas Abu Sekam Padi dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Pada Limbah Cair Industri Tahu Super Afifah*

- Kota Palu, Jurnal Kesehatan Tadulako Vol. 1 No. 2, Juli 2015:1-78.
- Ekawati, D. 2016. *Analisis Kinerja Sistem Instalasi Pengelolaan Lumpur Tinja Kota Magelang*. Jurnal Presipitasi, Vol.1, No.1. Semarang.
- Herlambang, A. 2012. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Samarinda. Samarinda.
- Indrayani, L & Rahmah, N. 2018. *Nilai Parameter Kadar Pencemaran sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik*. Jurnal Rekayasa Proses. 12(1): 41-50.
- Kaswinarni, F. 2017. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kholif, M.A., Alfiah, F., Sugito, Pungut, & Sutrisno, J. 2021. *Penggunaan Biofilter Anaerob Untuk Menurunkan Kadar Pencemar Organik Pada Limbah Cair Industri Tahu*, Jukung Jurnal Teknik Lingkungan, 7 (2): 149-158, 2021.
- Kurniadie, D. 2011. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis*, Bandung: Widya Padjadjaran.
- Metcalf dan Eddy, 2013. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Co., New York.
- Nurhasan dan Pramudyanto, B.B. 2018. *Penanganan Air Limbah Tahu*, Jakarta: Yayasan Bina Karya Lestari.
- Pramita, A., & Sari, E. D.P. 2019. *Penurunan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solids) Pada Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Proses Anaerobik Biofilter*; Journal of Research and Technology, 5(1), 21-29.
- Said, N.I., & Marsidi, R. 2011. *Mikroorganisme Patogen dan Parasit di dalam Air Limbah Domestik serta Alternatif Teknologi Pengolahan*. Jurnal Air Indonesia, 1(1).
- Said, N.I. 2012. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Biologis*. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri, (79-147).
- Said, N.I., & Wahjono, H.D. 2014. *Teknologi Pengolahan Air Bersih dengan Proses Saringan Pasir Lambat Up Flow*. Jakarta: Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Sugiharto, 2018. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Valerie., Wijaya, J.C & Pinontoan, R. 2018. *Kajian Pustaka: Pemanfaatan Mikroba yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Limbah Pewarna Tekstil*. FaST-Jurnal Sains dan Teknologi. 2(1): 32-47.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. *Tentang Standar Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Tahu*.
- Woodard, F. 2011. *Industrial Waste Treatment Handbook*. Butterworth Heinemann: Oxford. UK.