

**LAPORAN
PENELITIAN DOSEN PEMULA**



Dampak Usaha Laundry Terhadap Tingkat Pencemaran Air.
Studi Kasus di Kelurahan Pindrikan Kidul

TIM PENGUSUL

Supriyono Asfawi, SE., M.Kes / NIDN : 0603087002
M.G.Catur Yuantari, SKM., M.Kes / NIDN : 0611077705

**UNIVERSITAS DIAN NUSWANTORO
2014**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Dampak Usaha Laundry Terhadap Tingkat Pencemaran Air.
Studi Kasus di Kelurahan Pindrikan Kidul.

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : SUPRIYONO ASFAWI SE, M.Kes
NIDN : 0603087002
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Nomor HP : 085740131369
Surel (e-mail) : supriyonoasfawi@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : M G CATUR YUANTARI SKM., M.Kes
NIDN : 0611077705
Perguruan Tinggi : Universitas Dian Nuswantoro

Institusi Mitra (jika ada)

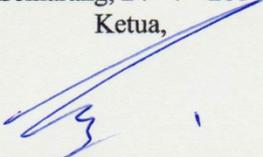
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 12.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 14.465.000,00

Mengetahui,
Ka. Pusat Penelitian



(Juli Ratnawati, SE, M.Si)
NIP/NIK 0686.11.2000.193

Semarang, 24 - 7 - 2014
Ketua,



(SUPRIYONO ASFAWI SE, M.Kes)
NIP/NIK 0686.11.1998.150

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	
a. Latar Belakang	1
b. Urgensi Penelitian	2
BAB 2. TINJUAN PUSTAKA	
a. Pendahuluan	3
b. Lingkungan	4
c. Air Limbah	5
d. Pengolahan Air Limbah	6
e. Sumber Air Limbah	6
f. Sistem Pembuangan Air Limbah	7
g. Sistem pembuangan air limbah individu	7
h. Kolam limbah (<i>Cesspool</i>)	8
i. Bak Pengurai (septic tank)	8
j. Sistem pembuangan air limbah perkotaan	9
k. Prinsip dasar pengolahan air limbah	11
l. Tahapan pengolahan air limbah	13
m. Dampak Pembuangan Air Limbah Terhadap Lingkungan	15
n. Penggunaan Ulang Air Limbah	16
o. Baku Mutu Air Limbah	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	
a. Jenis penelitian dan tipe penelitian	17
b. Lokasi Penelitian	17
c. Populasi dan sampel	17
d. Cara pengumpulan data	17
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
a. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	22
b. Karakteristik Reponden	22
c. Sarana dan Kegiatan	23
d. Dampak usaha Laundry	24
e. Pembahasan	24
f. Pengolahan Limbah Laundry	26
g. Perizinan	28
BAB VI. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA	
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

RINGKASAN

Limbah air sisa laundry berpotensi mencemari kualitas air tanah. Apalagi usaha laundry di Kota Semarang kini semakin merebak, sementara pengawasan terhadap pengolahan limbah laundry masih sangat rendah. limbah air sisa laundry yang diresapkan ke tanah dalam jumlah banyak bisa mencemari lingkungan. Terutama kandungan kimia dari deterjen terhadap pencemaran air sumur.

Limbah pasca pencucian dari *laundry*, biasanya dibuang ke sawah atau sungai. Limbah - limbah ini mengandung limbah B3 yang menyebabkan kualitas air menurun, meningkatnya bakteri *E-Coli*, masalah kesehatan, serta kerusakan lingkungan.

Penelitian ini ditujukan untuk memetakan usaha jasa laundry, dan tingkat pencemaran yang dihasilkan sehingga segera dapat segera diambil tindakan sebelum kerusakan lingkungan menjadi lebih parah. Keluaran dari penelitian ini adalah: jurnal ber ISSN, prosiding, dan bahan ajar.

Berdasarkan tujuan penelitian maka lebih tepat dikatakan sebagai penelitian kuantitatif, karena disini dilakukan penggalan data tentang tingkat pencemaran limbah laundry.

Katakunci : Limbah Laundry, pencemaran air , lingkungan

BAB 1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Usaha laundry pada saat berkembang dengan cepat, banyak usaha rumahan yang memanfaatkan peluang usaha ini. Kesibukan dari aktifitas sehari-hari, acapkali menyita banyak waktu, sehingga awalnya pekerjaan yang bisa ditangani sendiri terpaksa harus diserahkan kepada penyedia jasa layanan. Laundry adalah salah satu penyedia jasa layanan dalam bidang cuci mencuci pakaian. Bagi mereka yang sibuk atau malas mencuci, maka laundry menjadi pilihan untuk keluar dari masalah. Adanya fenomena orang sibuk dan malas, maka menjadi lahan bisnis yang cukup menjajikan dengan menjadi penyedia jasa cuci pakaian. Menjamurlah laundry-laundry di berbagai tempat, dan salah satu yang paling banyak adalah dikawasan sekitar kampus.

Kampus menjadi sasaran empuk untuk menjalankan bisnis cuci pakaian. Mungkin kesibukan perkuliahan anak kampus, menyita sebagian waktunya untuk mencuci sendiri sehingga menyerahkan pada ahlinya. Kenyataannya dibalik padatnya waktu perkuliahan, masih ada saja waktu buat hang out, ke mall, main game online, pacaran atau aktivitas di luar kampus lainnya. Alasan waktu yang padat, tidak ada tempat jemuran, takut maling jemuran, hingga khawatir cat kuku mengelupas menjadi alasan para mahasiswa pergi ke laundry. Kalau di hitung-hitung, sepertinya lebih murah meriah laundry daripada harus mencuci sendiri, bahkan laundry juga menyediakan jasa antar jemput, layaknya agen perjalanan.

Banyaknya laundry yang bertebaran tersebut, dampak terhadap lingkungan acapkali terlupakan. Mungkin laundry untuk skala hotel dan rumah sakit sudah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL), namun untuk skala rumahan maka lingkunganlah yang menjadi IPAL-nya. Ancaman muncul disaat lingkungan dengan daya dukung yang mulai terbatas dan ruang gerak yang semakin sempit, maka pencemaran itu yang terjadi.

Kelurahan pendrikan merupakan salah satu kawasan di Kota Semarang yang cukup padat penghuni, yang didalam lingkungan terdapat perguruan tinggi yang dengan jumlah mahasiswa cukup banyak, dan juga perkantoran. Dimana

di kelurahan ini banyak rumah rumah yang digunakan untuk tempat kost. Karena sekarang mayoritas mahasiswa lebih mempercayakan untuk mencuci pakaian mereka kepada jasa cuci pakaian atau laundry, sehingga di kelurahan pendrikan juga banyak bermunculan usaha laundry, yang tentu saja perpeluang untuk menghasilkan limbah yang akan mencemari lingkungan sekitar usaha.

Belum semua usaha laundry melakukan pengolahan limbahnya sendiri, atau masih membuang langsung limbahnya ke saluran air hujan atau selokan disekitarnya, dan tentu saja hal ini akan memberikan dampak terhadap limbah perkotaan. Karena latar belakang tersebut maka peneliti akan melakukan pengamatan terhadap seberapa besar dampak pencemaran dari usaha limbah laundry terhdap pencemaran air.

b. Urgensi penelitian

Dengan banyaknya usaha laundry yang saat bermunculan, dan belum semua mengantongi ijin usaha, serta penyediaan sarana pengolahan limbah, sehingga beresiko munculnya pencemaran lingkungan, yang tentu saja akan berdampak pada masalah kesehatan. Maka perlu adanya standar dalam pengelolaan limbah yang dihasilkan oleh usaha laundry, yang tentu saja bukan hanya pemerintah dalam hal ini sebagai pemegang kebijakan, namun juga peran serta dan kesadaran dari masyarakat khususnya pengusaha laundry untuk mengelola limbahnya.

Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Pendahuluan

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia mampu melakukan adaptasi terhadap berbagai faktor lingkungan, bahkan dapat melakukan manipulasi sedemikian rupa sehingga menguntungkan dan bahkan dapat dimanfaatkan. Ilmu kesehatan berkembang karena adanya penyakit. Kebutuhan dalam penyembuhan penyakit, membuat manusia mencari cara dalam pengobatannya. Yang tentu saja sesuai dengan cara-cara yang dianut mulai dari karena hal gaib, sampai dikaitkan dengan karma atau dosa.

Apa yang dimaksud dengan kesehatan? secara harfiah kesehatan adalah sesuatu yang berhubungan dengan kondisi fisik seseorang. Orang dikatakan sehat apabila dalam kondisi jauh dari sakit, atau terbebas dari penyakit. WHO mendefinisikan bahwa sehat “*a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity*”, hal tersebut makna bahwa manusia dikatakan sehat apabila kondisi fisik, mental dan sosial dalam keadaan yang sempurna dan lengkap, tidak hanya sekedar bebas dari penyakit.

Sudah lama diketahui bahwa ada hubungan antara faktor lingkungan dengan kehidupan manusia. sehat tidaknya seseorang amat tergantung dari adanya keseimbangan yang relatif dari bentuk dan fungsi tubuh, yang terjadi sebagai hasil dari kemampuan penyesuaian secara dinamis terhadap berbagai tenaga atau kekuatan (yang lazim bersumber dari lingkungan) yang berusaha mengganggu.

b. Lingkungan

Bagi manusia, lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitarnya, baik berupa benda hidup, benda mati, benda nyata ataupun abstrak, termasuk manusia lainnya, serta suasana yang terbentuk karena terjadinya interaksi diantara elemen-elemen di alam tersebut. Lingkungan itu sangat luas, oleh karenanya seringkali dikelompokkan untuk mempermudah pemahamannya.

Tergantung kebutuhan, lingkungan dapat diklasifikasikan dengan berbagai cara sebagai berikut:

1. Lingkungan yang hidup (biotis) dan lingkungan tidak hidup (abiotis).
2. Lingkungan alamiah, dan lingkungan buatan (manusia).
3. Lingkungan prenatal dan lingkungan postnatal.
4. Lingkungan biofisis dan lingkungan psikososial.
5. Lingkungan air (hydrosfir), lingkungan udara (atmosfir), lingkungan tanah (litosfir), lingkungan biologis (biosfir), dan lingkungan social (sosiosfir).
6. Kombinasi dari klasifikasi-klasifikasi tersebut

Bagaimanapun lingkungan itu dikelompokkan, pada prinsipnya, lingkungan (air, udara, tanah, sosial, dll.) tidak dapat dipisah-pisahkan, karena tidak mempunyai batas yang nyata dan merupakan suatu kesatuan ekosistem. Misalnya, air tak dapat dipisahkan dengan nyata dari udara, karena di dalam udara terdapat uap-uap ataupun bintik-bintik air. Begitu pula terdapat gas-gas yang terlarut di dalam air. Udarapun terdapat di dalam tanah. Karenanya, apabila udara mengandung banyak sulfur dioksida, maka bila hujan turun, maka air hujan akan bersifat asam, dan air permukaan menjadi asam pula

Benda hidup tak dapat dipisahkan dari benda mati. Jadi tidak mungkin mempelajari tumbuhan tanpa mempelajari benda-benda mati seperti tanah, zat-zat hara yang diperlukan untuk kehidupan tumbuhan. dan seterusnya. Demikian pula dengan manusia dan hewan yang tergantung pada berbagai benda tidak hidup untuk kelangsungan hidupnya, seperti air, udara, tanah, disamping benda hidup seperti berbagai sayuran dan daging-dagingan. Atas dasar itulah orang mengatakan bahwa lingkungan itu tidak mengenal batasan (bounderies).

Berbicara tentang pengertian ilmu kesehatan lingkungan, banyak definisi telah dikenal, yang tergantung dari latar belakang, sudut pandangan serta titik tolak para sarjana yang mem bahas nya. Pelbagai definisi ini mengandung beberapa variasi. Ambil contoh pengertian, yang diajukan oleh Walter R. Lym. Olehnya disebut yang dimaksud dengan kesehatan lingkungan ialah hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungan yang berakibat atau mempengaruhi derajat kesehatan manusia.

Tidaklah semua faktor lingkungan ini menjadi pusat perhatian ilmu kesehatan lingkungan, karena sebagaimana disebutkan dalam definisi maka ilmu kesehatan lingkungan terutama mem-perhatikan faktor-faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia.

Dalam kehidupan sehari-hari, apa yang disebut faktor-faktor yang ada pada lingkungan fisik manusia, ternyata sifatnya tidak statis. Karena dengan perkembangan ilmu dan teknologi modern, pelbagai faktor lingkungan, yang ada atau diperkirakan ada hubungan dengan perkembangan fisik, keadaan kesehatan serta kelangsungan hidup manusia, ternyata mengalami perubahan-

perubahan. Ambil contoh faktor radiasi misalnya. Dahulu faktor ini belum termasuk salah satu faktor lingkungan yang harus diperhatikan. Tetapi pada saat ini, dengan makin banyak dipergunakan pelbagai peralatan yang mempergunakan tenaga atom, radiasi telah merupakan salah satu faktor penting yang tidak bisa dikesampingkan demikian saja.

Sebaliknya, dengan perkembangan ilmu serta teknologi modern itu, beberapa faktor yang dulunya merupakan hal yang harus diperhatikan, tetapi pada saat ini telah menjadi faktor yang tidak begitu penting lagi. Dengan perkataan lain, sebagai akibat kemajuan ilmu dan teknologi modern, di samping terjadinya penambahan faktor lingkungan yang harus diperhatikan, dalam waktu yang bersamaan terjadi pula pengurangan dari pelbagai faktor tersebut. Misalnya kontrol terhadap vektor, yang untuk negara-negara yang telah maju tidak menjadi masalah lingkungan yang harus diperhatikan lagi.

c. Air Limbah

Air yang digunakan dan air limbah berjalan beriringan, yang satu menjadi pendahulu dari yang lainnya. Berkaitan dengan pencemaran air kita bisa mengatakan bahwa sesungguhnya kita telah bertemu dengan siapa yang kita hadapi yaitu urbanisasi dan industrialisasi. Urbanisasi mengakibatkan perubahan tata guna lahan dan air, seperti banyaknya pepohonan yang ditebang untuk tersedianya konstruksi pemukiman, banyaknya pepohonan yang ditebang untuk tersedianya konstruksi pemukiman, banyaknya pemompaan air tanah, makin meningkatnya industri *real estate* yang memanfaatkan lahan produktif, pengaspalan jalan dan fasilitas di sekitar pemukiman, timbulnya air limbah yang tidak atau kurang baik dalam pengolahannya, makin meluasnya lahan yang digunakan untuk fasilitas perdagangan, perkantoran dan berbagai bangunan komersial lainnya. Yang kesemuanya itu akan memberikan efek hidrologis seperti: meningkatnya sedimentasi, makin mendangkalnya badan air, makin meningkatnya pencemaran air yang ada di sekitar pemukiman, makin meningkatnya bahaya banjir karena makin terdesaknya lahan sebagai tangkapan air hujan, makin meningkatnya pencemaran badan air, air tanah, sampai kepada sumber air untuk keperluan rumah tangga.

Di sisi lain industrialisasi akan berpengaruh terhadap pencemaran baik kimiawi maupun organik pada badan air, yang pada gilirannya akan merusak ekosistem badan air tersebut, padahal ekosistem badan air berperan sebagai *natural purifier*. Dampak negatif akibat pencemaran yang terjadi pada sungai, danau, muara maupun laut di samping merusak ekosistem juga berpengaruh terhadap menurunnya kualitas biota (karena mengandung bahan toksik) yang membentuk rantai makanan, yang pada gilirannya akan sampai kepada manusia.

Kuantitas air limbah berbanding lurus dengan jumlah air yang digunakan untuk kegiatan hidup sehari-hari. Makin tinggi penggunaan air makin banyak jumlah air limbah yang dihasilkan. Pada dasarnya kuantitas air di alam ini tetap atau tidak berubah, sehingga perubahan air limbah menjadi air bersih melalui daur hidrologi merupakan fenomena alam yang memungkinkan manusia tidak akan kekurangan air bersih. Namun menunggu fenomena alam semacam itu terlalu riskan karena laju terbentuknya air limbah tidak mengenal musim sebagaimana proses hidrologi berjalan tergantung pada musim. Dengan demikian pengolahan air limbah adalah alternatif dengan prioritas utama untuk menyelamatkan kehidupan dari ancaman kekurangan air bersih akibat pencemaran.

Hal ini akan memungkinkan pemanfaatan kembali hasil olah air limbah untuk keperluan tertentu (non domestik) seperti untuk pertanian, industri dan sebagainya tanpa mengandung risiko yang berarti, bahkan tidak menutup kemungkinan dengan memanfaatkan teknologi tertentu juga untuk keperluan domestik seperti sebagai sumber air bersih alternatif bagi beberapa wilayah tertentu.

Pada tahun 2005 air lindi (*leachate*) pernah mencemari badan air yang terdapat di samping pembuangan akhir sampah di Benowo Surabaya, sehingga mencemari tambak ikan di sekitarnya. Dalam uji laboratorium yang telah dilakukan, kandungan logam berat Pb dan Cd dalam lindi tersebut dapat direduksi dengan pengolahan yang mencampurkan lindi dengan campuran semen putih-lempung dengan rasio tertentu. Dalam penelitian tersebut Cd

dapat dihilangkan (dengan penyisihan sebesar 100%), dan Pb sebesar 84%. Sedangkan logam lain seperti Fe, Mn, Zn dapat mengalami penyisihan sampai 100%. (Sarudji, 2006). Untuk pembuktian lebih nyata tentu saja hasil penelitian ini perlu ditindaklanjuti dalam skala uji pelaksanaan seperti dalam pengolahan lindi ataupun air limbah industri pada umumnya.

Air limbah yang mengandung bahan toksik dari industri yang menggunakan bahan kimia dalam prosesnya ataupun bahan infeksius yang berasal dari laboratorium medis atau rumah sakit dan air limbah berbahaya lainnya akan mencemari badan air apabila di lepas ke badan air sebelum diolah dengan baik lebih dulu. Apalagi apabila badan air tersebut sekaligus digunakan sebagai bahan baku air minum seperti halnya air sungai Kali Surabaya untuk sumber air minum utama di Kota Surabaya.

Air limbah yang dibuang ke pantai laut juga membahayakan biota laut, bahkan apabila masuk ke dalam rantai makanan dan sampai pada rantai makanan atas, manusia dapat terkena dampak negatifnya.

d. Pengolahan Air Limbah

Dengan makin tingginya intensitas pencemaran badan air ataupun sumber air lainnya oleh kegiatan rumah tangga maupun industri yang pada umumnya membuang air limbahnya ke media tanah maupun badan air, maka kesehatan manusia makin terancam. Terlebih apabila sumber pencemar tersebut adalah institusi yang menghasilkan air limbah berbahaya untuk kesehatan. Oleh sebab itu, maka tiada cara lain untuk melindungi pencemaran lingkungan baik tanah, air tanah, badan air, maupun air permukaan, kecuali mengolah air limbah sebelum dilepas ke lingkungan. Pengolahan air limbah baik untuk air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga, industri maupun kegiatan lainnya, yang pada umumnya mengandung logam atau bahan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan, harus diupayakan untuk direduksi sampai mencapai baku mutu yang diijinkan untuk dilepas ke lingkungan.

e. Sumber Air Limbah

Air limbah dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga, perkantoran, komersial, dan industri. Yang berasal dari rumah tangga termasuk yang berasal dari toilet,

kamar mandi, dapur, bak cuci, air cucuran atap, dan sebagainya yang dibuang melalui saluran air limbah. Pembuangan air limbah rumah tangga dipisahkan dalam golongan air limbah yang masih boleh digunakan untuk menyiram tanaman atau di daur ulang untuk penggelontor toilet yang biasa disebut sebagai *graywater*, dan air limbah lainnya yang perlu pengolahan sebelum dilepas ke lingkungan disebut dengan *blackwater*. Hanya sekitar 5 % kebutuhan air rumah tangga yang dikonsumsi baik untuk minum atau memasak makanan, 95 % diantaranya menjadi air limbah (Moeller, 2005). Air limbah rumah tangga berasal dari kegiatan di dapur, kamar mandi, penggelontor toilet/kakus, pencucian alat, pencucian pakaian dsb.

Air limbah yang bersumber dari industri dihasilkan karena proses produksi memerlukan air dan akan dibuang kembali dalam bentuk air limbah, bersama-sama dengan produk sampingan yang tidak diperlukan sebagai polutan. Disamping itu ada pula polutan lain yang dibuang bersama air limbah yaitu limbah panas (*thermal pollutant*). Kasus limbah energi ini mengemuka secara luas khususnya dikaitkan dengan perusahaan tenaga termal. Pembangkit tenaga fosil yang paling efisien hanya menggunakan sekitar 40% dari energi. Sebagai konsekuensinya 60 % sisanya dibuang sebagai limbah energi. Pembangkit tenaga nuklir memiliki tingkat efisiensi sebesar 35 %. Pengembangan pembangkit tenaga yang menggunakan batu bara di Montana dan Wyoming diruwetkan oleh langkanya air, bahkan air untuk pendinginan, karena 500 mega watt (MW) tenaga listrik akan mengha-biskan/ menguapkan sekitar 10.000.000 galon per hari. Suhu musim panas di Sungai Columbia barat laut Amerika Serikat telah mencapai tingkat pe-nekanan terhadap ikan Salmon untuk migrasi dan tak bisa ditoleransi lagi adanya tambahan panas dari pembangkit listrik. Kejadian yang sama terjadi di muara sungai Texas yang mendekati suhu mematikan (*lethal thempera-ture*) pada musim panas untuk kehidupan akuatik endogen (Purdom, 1980). Tujuan dari pengolahan air limbah ini adalah agar air buangan yang dilepas ke lingkungan atau dimanfaatkan tidak lagi membahayakan bagi lingkungan dan kesehatan.

f. Sistem Pembuangan Air Limbah

Sistem pembuangan air limbah dapat dikategorikan ke dalam: (1) Sistem pembuangan air limbah individu (*individual sewage disposal system*); (2) Sistem pembuangan air limbah perkotaan (*municipal sewage disposal system*).

Pembuangan air limbah individu melayani perumahan, sekolah, kampus, institusi, fasilitas pemukiman wisatawan, dan beberapa tempat lain yang tidak didapat sistem pembuangan limbah kota. Sedangkan sistem pembuangan air limbah kota tergolong sistem pengolahan air limbah terpadu sebagai pusat pengolahan mulai awal sampai pembuangan akhir limbah untuk melayani seluruh masyarakat warga kota.

g. Sistem pembuangan air limbah individu

Sistem pembuangan air limbah individu ada yang berbentuk kolam resapan (*cesspool*), dan bentuk *septic tank*. Sistem pembuangan air limbah individu harus dibuat dengan pertimbangan tidak mencemari sumber air minum atau menjadi sarang yang menarik bagi vektor, demikian juga tidak menimbulkan bau. Sistem yang menggunakan *septic tank* adalah yang paling dianjurkan. Sistem ini adalah menyatukan pembuangan *excreta* dan air limbah ke dalam '*septic tank*'. Pembuangan air limbah secara individu disebut juga *onsite waste water treatment* (pengolahan air limbah setempat)

h. Kolam limbah (*Cesspool*)

Bentuk pembuangan air limbah bentuk kolam limbah atau kolam resapan sesungguhnya tidak dianjurkan, tetapi untuk beberapa daerah yang memungkinkan misalnya masih banyak dijumpai lahan yang luas, kolam limbah masih dapat diterima. Cara kerja kolam limbah adalah kebalikan dari sumur. Air limbah yang tidak diolah dimasukkan ke dalam suatu lubang di dalam tanah, sehingga air meresap melalui dindingnya ke dalam tanah di sekitarnya. Dinding biasanya dilapisi dengan pasangan batu bata atau batu tanpa diberi matriks perekat (adukan semen-pasir) untuk memudahkan peresapan. Dalam usia tertentu, dinding kolam akan tersumbat (*clogging*), sehingga tidak lagi mampu meresapkan air. Apabila hal ini terjadi maka harus dibuat kolam limbah yang baru sementara yang lama ditutup. *Clogging* akan

menjadi lebih lama tidak terjadi apabila dinding kolam sebelah luar diberi kerikil kasar dengan ketebalan 6 inci. Kolam limbah ini berbahaya apabila dibangun pada tanah berkapur, sebab air ko-tor yang tak tersaring akan masuk ke dalam lapisan air tanah melalui celah yang panjang atau dalam yang biasa dijumpai pada tanah berkapur. Terhadap air tanah yang dangkal kolam ini juga berbahaya karena lebih mudah mengontaminasi. Kolam yang tidak tertutup akan menjadi sarang atau tempat perindukan nyamuk.

i. Bak Pengurai (septic tank)

Septic tank adalah pengolah air limbah sederhana dalam konstruksinya, dan hanya memerlukan sedikit perhatian dalam pengoperasiannya. Harus dipahami, bahwa *septic tank* tidak berperan sebagai *sewage purifier*, tetapi hanya menurunkan kadar kandungan bahan organik yang dapat berdegradasi di dalamnya.

Air buangnya masih mungkin mengandung bakteri patogen. Air limbah dimasukkan ke dalam *septic tank* dan ditahan dan sedapat mungkin tidak bergerak (mengalir) selama sekitar 24 jam pada *septic tank* rumah tangga.

Selama periode penahanan (*retention period*) tersebut 60-70 % padatan terlarut dicerna menjadi lumpur (*sludge*) yang terakumulasi pada dasar tanki, sedangkan air hasil pengolahan diresapkan ke tanah sekitar yang jauh dari sumber air minum

j. Sistem pembuangan air limbah perkotaan

Sistem pengolahan air limbah perkotaan umumnya dilakukan untuk melayani sekelompok perumahan dalam suatu kota, sekalipun tidak menutup kemungkinan masyarakat perkotaan masih tetap mempertahankan mengolah air limbahnya secara individu menggunakan sistem *septic tank*. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan berbagai bentuk polutan yang terkandung didalamnya. Sistem pengolahan air limbah perkotaan pada umumnya mengikuti prinsip pengolahan secara fisik, biologis, dan kimia.

k. Prinsip dasar pengolahan air limbah

1. Pengolahan secara fisik

Dalam proses pengolahan ini termasuk penapisan (*screening*), sedimentasi, flokulasi, osmosis balik (*reverse osmosis*), destilasi dan pendinginan. Kecuali tiga metode terakhir proses pengolahan air limbah secara fisik digunakan untuk menghilangkan polutan ber-bentuk partikel. Besar partikel menentukan metode yang dipilih. Berkurangnya partikel tergantung ukurannya. Koloid dengan ukuran di bawah satu mikron - yang merupakan ukuran bakteri pada umumnya - umumnya dapat digumpalkan untuk membentuk massa yang lebih besar (dalam bentuk flok) sehingga lebih mudah untuk dipisahkan dari air dengan jalan sedimentasi dan atau filtrasi. Osmosis balik (*reverse osmosis*) dan destilasi digunakan untuk memisahkan garam terlarut secara fisik. Osmosis balik menggunakan tekanan tinggi untuk memaksa air melewati suatu membran yang tak dapat dilewati oleh garam untuk menghilangkan padatan anorganik terlarut. Metode ini digunakan dalam proses pengolahan air limbah lanjut (*advanced treatment*) yang tergolong dalam *tertiary treatment*. Relatif metode ini memerlukan biaya yang mahal. Hanya sedikit penurunan dari padatan organik terlarut dalam pengolahan sekunder (*secondary process*). Salah satu proses pengolahan tersier yang umum dan kompetitif adalah *adsorpsi karbon aktif*. Karbon aktif adalah bentuk karbon yang disediakan secara khusus untuk adsorpsi terutama untuk menghilangkan bau. Bila air limbah kontak dengan karbon aktif, maka polutan organik terlarut diadsorpsi oleh karbon. Setelah karbon jenuh mengadsorpsi, maka karbon dapat diregenerasi dengan membakarnya (reaktivasi) di dalam tungku untuk mendaur ulang karbon tersebut. Dalam beberapa kasus hal ini lebih murah untuk membuang karbon yang telah digunakan. Untuk membuang lumpur dari hasil pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan insenerasi atau pembakaran. Pembakaran ini relatif mahal di samping menimbulkan pencemaran udara. Akan tetapi terbatasnya lahan pembuangan (*disposal site*) dan pertimbangan jarak dengan pengelolaan air limbah ke tempat *final disposal*

untuk daerah metropolitan, pembakaran lumpur ini menjadi salah satu alternatif yang perlu dipertimbangkan.

2. Pengolahan secara biologis

Beberapa transformasi kimia dalam kerak bumi dan atmosfer diselenggarakan oleh mikroorganisme, baik secara aerob maupun anaerob. Dua komponen dalam air limbah yang rentan perubahan secara biologis adalah ikatan organik dan nitrogen. Polutan organik berperan sebagai sumber makanan mikroorganisme, yang mendasari proses pengolahan air limbah secara biologis. Kontak antara air limbah dengan mikroorganisme dengan konsentrasi yang tinggi akan efektif dalam waktu yang pendek. Kondisi lingkungan seperti tersedianya oksigen, nutrisi organik, pH, dan suhu dikendalikan untuk mempercepat perkembangan mikrob. Setelah polutan organik terekstraksi, mikroorganisme dipisahkan dan didaur ulang, sementara air yang telah jernih (*purified*) dibuang ke badan air. Umumnya proses pengolahan air limbah secara biologis dibagi dalam dua macam: (1) aerob yaitu mikroorganisme memerlukan oksigen untuk mendukung hidupnya, dan (2) anaerob yaitu mikroorganisme yang menyelenggarakan metabolisme dalam suasana tidak ada oksigen.

Proses aerob dilakukan dalam pengolahan yang menggunakan: lumpur aktif dan *trickling filter*. Proses dengan lumpur aktif disebarkan (lumpurnya) dari air limbah dan suspensi bakteri berkadar tinggi yang diaerasi dalam bejana dalam beberapa jam (sebagai supernatant). Mikroorganisme memetabolisasi polutan organik menjadi karbon dioksida dan air. Sementara sintesis yang menghasilkan mikroorganisme yang terlalu banyak harus dibuang. Campuran dari air yang telah terpurifikasi dengan mikroorganisme kemudian dibiarkan diam didalam bak pengendap (*settling tank*) dimana mikrob ada di dasar dan didiamkan ulang, dan air yang telah jernih dibuang.

Untuk suatu kota dengan penduduk 100.000 jiwa, pengolahan air limbah secara aerob akan menghasilkan kira-kira 25 ton berat kering sel bakteri yang mengonsumsi 10 ton oksigen per hari dan menghasilkan 4 ton berat kering sel

bakteri tambahan per hari. Pengolahan air limbah secara anaerob melibatkan transformasi bakterial yang kompleks dalam pengubahan polutan organik menjadi terutama asam cuka dan kemudian menjadi gas metan yang dapat terbakar. Bakteri metan tumbuh secara perlahan dan lebih sensitif terhadap keadaan lingkungan dibanding dengan bakteri aerob, sehingga memerlukan keahlian yang tinggi untuk memanfaatkannya dalam pengolahan air limbah. Proses anaerob memiliki keuntungan ganda karena tak perlu adanya penambahan oksigen, sementara energi dihasilkan dalam pembentukan gas metan.

Pembersihan nitrogen secara biologik dari air limbah diselesaikan secara baik dengan transformasi mikrobial. Nitrogen organik diubah menjadi amonia. Kemudian bakteri aerob memetabolisasinya menjadi nitrit dan akhirnya membentuk nitrat. Amonia dan nitrit sebagai sumber energi dari bakteri jenis ini. Apabila nitrat ini kontak dengan bakteri yang aktif memetabolisasi sumber energi dalam suasana tak ada oksigen, nitrat secara mikrobial diubah menjadi gas nitrogen yang kemudian memisahkan diri dari air karena sifatnya yang tak larut dalam air.

3. Pengolahan secara kimiawi

Pengolahan air limbah secara kimiawi telah diperkenalkan beberapa dekade yang lalu, tetapi ditinggalkan karena besarnya biaya yang diperlukan. Tetapi dengan makin ketatnya baku mutu air limbah yang dibuang, pengolahan limbah secara kimiawi masih sering diperlukan. Umumnya, kecuali untuk disinfeksi, pengolahan limbah secara kimiawi adalah koagulasi yang menggunakan garam aluminium atau besi feri atau *polielektrolit sintetik*. Bahan kimia ini dapat menyebabkan koloid organik berflokulasi kemudian mengendap dan sepertiganya adalah digunakan untuk mengendapkan ikatan fosfor. Klorin dapat digunakan untuk mengubah nitrogen amonia menjadi gas nitrogen yang terpisah dari air karena sifat tak larutnya.

1. Tahapan pengolahan air limbah

Tahapan pengolahan air limbah dapat dirinci dalam (1) pengolahan pendahuluan; (2) pengolahan primer; (3) pengolahan sekunder dan (4)

pengolahan tersier (Lihat Gambar VI. 3) Dalam gambar tersebut pengolahan pendahuluan termasuk bak dimana air limbah masuk (*effluent*), saringan penghalang (*bar screen*), dan bak pengendap (*grit removal*); Sedang pengolahan primer adalah berbentuk bak aerasi (bak pengolah I), aerasi ini dibantu dengan pemberian lumpur aktif, penjernihan kedua adalah pengolahan sekunder, dengan flokulasi dilanjutkan dengan penyaringan dengan filter; air yang sudah jernih dibubuhi disinfektan' atau dilakukan disinfeksi cara lain pada

1. Pengolahan pendahuluan (*preliminary treatment*)

Kombinasi unit operasi biasanya terselenggara untuk berbagai tingkat pengolahan. Pengolahan pendahuluan (*preliminary treatment*) melibatkan kegiatan melewatkan air limbah (efluen) ke dalam saringan penghalang (*screen*) untuk menghilangkan berbagai benda yang besar seperti ranting, potongan kain, dan pasir, kerikil serta benda yang cepat mengendap lainnya. Dalam bak pengendap benda-benda tersebut dapat terpisahkan.

2. Pengolahan primer (*primary treatment*)

Dalam pengolahan primer air limbah dipompakan ke dalam bejana besar, yang disebut bak pengolah I (*primary clarifiers*) yang berperan juga sebagai bak pengendap primer (*primary sedimentation tanks*). Bejana ini demikian besar sehingga lumpur dapat mengendap dan benda terapung seperti lemak dan minyak dapat timbul di permukaan, kemudian dipisahkan atau diambil. Lumpur yang mengendap diolah tersendiri dalam perangkat pengeringan padatan, setelah dikeringkan dibuang ke tempat pembuangan padatan.

Air yang telah dipisahkan dari lumpur dan benda terapung sebagaimana disebut di atas masih mengandung bahan yang tidak dapat mengendap dalam pengolahan ini kemudian dialirkan kedalam bak pengolah II.

3. Pengolahan sekunder (*secondary treatment*)

Pengolahan sekunder (*secondary treatment*) berlangsung pada bak pengolah II yang dirancang untuk menguraikan bahan organik seperti yang terkandung dalam *ekskreta*, limbah dapur, sabun dan detergen. Umumnya pengolahan air limbah komunal pada tahap ini menggunakan proses aerob

(*aerobic biological processes*). Dalam metode ini melibatkan bakteri dan protozoa yang ditumbuhkan untuk menguraikan kontaminan organik seperti lemak, gula, molekul karbon organik rantai pendek dan sebagainya.

Pengolahan secara mikrobiologis ini bisa dilakukan dengan metode *trickling filter* atau *rotating biological contactors* dimana air limbah melewati permukaan media dan biomasa tumbuh pada permukaan media tersebut. Metode lainnya adalah menggunakan lumpur aktif (*activated sludge*). Lumpur yang diperoleh dari bak pengolahan II (secara aerob) banyak mengandung mikrob aerob.

Lumpur ini kemudian dicampur dengan sebagian air limbah yang berasal dari efluen kemudian diaerasi. Lumpur yang telah mendapatkan aerasi ini kemudian dicampurkan pada air limbah pada bak pengolah I. Inilah yang disebut metode pengolahan dengan lumpur aktif .

Secara garis besar pengolahan dengan lumpur aktif mencakup beberapa mekanisme dan proses yang menggunakan oksigen terlarut untuk meningkatkan pembentukan flok secara biologis (*biological floe*) untuk mengubah bahan organik seperti amonia menjadi nitrit dan nitrat dan gas nitrogen.

Sedangkan pengolahan ikatan organik yang berbentuk koloid yang belum terurai secara aerob dapat dilanjutkan dengan proses flokulasi, yang menggunakan garam aluminium, besi feri atau polielektrolit sintetik. Pengolahan sekunder termasuk pemisahan lumpur hasil flokulasi dengan airnya.

4. Pengolahan tersier (*tertiary treatment*)

Tujuan pengolahan tersier adalah untuk menghasilkan kualitas keluaran sesuai dengan standar yang ditentukan sebelum dilepas ke lingkungan (laut, sungai, danau, tanah dsb.) Pengolahan ini termasuk pemberian disinfektan, penggunaan karbon aktif, penyaringan pasir, pengubahan ion (*ion exchange*), ultrafiltrasi, dan pen-gendapan secara kimiawi (*chemical precipitation*) untuk memperoleh pembersihan polutan pada tingkat yang lebih baik. Bila disinfeksi dilakukan, biasanya disebut pengolahan akhir, atau disebut juga

effluent polishing. Saringan pasir akan memisahkan bahan tersuspensi yang tersisa, filtrasi dengan karbon aktif akan menghilangkan bau dan racun.

Dalam kuantitas yang besar pengolahan tahap akhir ini dapat dilakukan dengan *lagooning*, untuk mendapatkan kualitas air limbah yang lebih baik dengan memanfaatkan aktivitas mikroba aerob pada sebuah kolam besar. Pengolahan tersier termasuk penanganan lumpur yang dihasilkan. Lumpur hasil pengolahan terakhir ini kadang-kadang masih perlu diolah lagi secara aerob atau anaerob atau bahkan dibakar (*incineration*) sebelum dibuang ke *sanitary landfill*, atau digunakan untuk reklamasi.

m. Dampak Pembuangan Air Limbah Terhadap Lingkungan

Air mendukung ekosistem yang sangat kompleks dan di dalamnya terjadi perubahan yang berbelit baik secara fisik, kimia maupun biologik. Perubahan spesifik sering disebabkan oleh pembuangan air limbah yang masuk ke dalam badan air dan menghasilkan perubahan yang signifikan. Semisal polutan organik mengakibatkan tertekannya kadar oksigen yang berpengaruh terhadap kehidupan ikan, nitrogen dan fosfor merangsang pertumbuhan alga, logam berat dan ikatan organik yang persisten (*refractory organics*) dapat berakumulasi dalam rantai makanan dsb. Dampak pembuangan air limbah terhadap perubahan ekosistem ditandai dengan adanya perubahan baik struktur maupun fungsi berbagai komponen kehidupan dalam ekosistem itu sendiri. Perubahan ekosistem ini lebih lanjut akan berpengaruh terhadap fungsi ekosistem itu sendiri dalam perannya sebagai *natural purifier*.

1. Sungai (*streams*)

Berkurangnya kadar oksigen yang disebabkan oleh masuknya bahan organik dalam air diantaranya disebabkan oleh karena diterimanya air limbah ke dalam sungai. Sungai memiliki kemampuan untuk reaerasi dengan sendirinya karena kontak dengan udara, tetapi kebutuhan oksigen untuk keperluan biologis seringkali melebihi kapasitas reaerasi sehingga menimbulkan tertekannya kadar oksigen. Bila sungai menerima air limbah yang mengandung bahan organik secara terus menerus, maka akan terjadi penurunan kadar oksigen dalam air. Kadar oksigen terlarut (DO) dalam air

merupakan hasil aerasi alamiah dan karena kegiatan deoksigenasi mikroorganisme. DO mulai menunjukkan perbaikan pada saat terjadi reoksigenasi melebihi deoksigenasi. Apabila beban BOD melebihi kapasitas asimilasi dalam sungai, maka terjadi benar-benar kekurangan oksigen dan berbagai ikan akan mencapai keadaan yang kritis.

Oksigen terlarut memainkan peranan utama dalam ekosistem air. Ada kompetisi antara kehidupan yang menggunakan oksigen untuk mengurai polutan organik dan bentuk kehidupan lebih tinggi yang memerlukan oksigen dan kelompok ikan selalu dipihak yang kalah. DO dalam sungai berfungsi dalam mengubah populasi mikrobial tetapi dalam kenyataannya dikendalikan (dipengaruhi) oleh tersedianya makanan yang berupa polutan organik. Pencemaran organik yang berat menyebabkan tertekannya kadar oksigen terlarut sehingga menyebabkan berbagai ikan mati karena kekurangan oksigen. Dalam keadaan kadar oksigen tertekan, tahap yang paling kritis biasanya terjadi pada tahap bentuk telur atau larva. Matinya berbagai jenis ikan dan timbulnya bau berhubungan dengan tingkat oksigen yang rendah (nol). Pencemaran organik pada tingkat yang rendah dapat mempengaruhi kadar oksigen tetapi masih cukup untuk memenuhi kebutuhan kehidupan hidup ikan dan perkembangannya, sementara seiring dengan kondisi demikian terbentuknya fosfat dan nitrat dari hasil penguraian bahan organik cukup menumbuhkan mikrofitas sebagai makanan ikan dan sejenisnya. Kecukupan dan keseimbangan antara populasi mikrofitas dan populasi makhluk hidup yang mengonsumsinya memberi keuntungan akan membaiknya kondisi ekosistem akuatik, sehingga fungsi badan air sebagai *natural purifier* tetap berjalan sementara pembuangan limbah organik masih tetap berlangsung sepanjang ekosistem badan air mampu menolernya. Dalam hal terakhir kualitas air limbah yang dilepas harus betul-betul mengikuti persyaratan kualitas air limbah yang ditetapkan menurut peraturan perundang-undangan.

2. Danau

Danau seringkali terkena dampak karena kadar nitrogen dan fosfor yang tinggi yang dibuang, dan berpengaruh terhadap stimulasi pertumbuhan alga.

Lamanya waktu penahanan (*detention time*) - waktu selama suatu zat tidak berubah kondisi yang tidak bergerak (air tenang), dan banyaknya sinar matahari yang menembus air karena rendahnya bahan yang menyebabkan kekeruhan, memberikan keadaan yang kondusif terhadap pertumbuhan alga. Terjadilah *algal blooms*, suatu ledakan populasi alga di danau tersebut. Kualitas estetika dan rekreasi dari danau menjadi menurun pada saat airnya berubah menjadi tidak estetik semacam "*pea soup*". Ledakan populasi alga ini menyebabkan tertekannya kadar oksigen terlarut (DO) sehingga berpengaruh terhadap kematian pada ikan di dalamnya. Alga memang memproduksi oksigen pada siang hari, sementara mereka juga mengonsumsinya pada saat malam hari. Bangkai alga juga menyebabkan tertekannya oksigen di dasar danau. Beberapa masalah bau dan rasa sering dihubungkan dengan ledakan populasi alga. Kasus hewan ternak mati pernah terjadi karena minum air danau yang mengandung toksin yang dihasilkan oleh ledakan populasi alga tertentu (Purdom, 1980).

3. Muara (*estuary*)

Muara terbentuk bila air tawar mengalir ke dalam air asin dan membentuk badan air yang payau. Air payau ini sangat vital dalam daur hidup bagi banyak binatang laut, karena pada muara berlangsung perkembangan binatang laut yang masih muda. Rawa dan sungai yang mengairi muara membawa nutrisi yang menyuburkan mikrofitanya dan menguntungkan bagi kehidupan binatang yang lebih tinggi seperti kepiting dan ikan. Herbisida, pestisida dan logam berat yang terbawa aliran air memberikan efek toksik bagi organisme yang hidup sebagai mata rantai kehidupan pada tingkat paling rendah. Apabila pestisida sampai mencapai rantai makanan atas, maka akan mampu memengaruhi kehidupan pada tingkat tinggi, bahkan penurunan populasi atau kepunahan. Louisiana dikenal sebagai *kota pelikan*, karena lebih dari 50.000 ekor pelikan coklat hidup di sana. Pelikan berperan sebagai salah satu mata rantai dari rantai makanan atas yang mendapat makanan dari ikan di laut, muara dan lautan. Kandungan pestisida DDT yang terdapat

dalam jaringan tubuh pelikan sebagai rantai makanan atas (*top food chain*) menyebabkan cangkang atau kulit telur yang diproduksi menjadi lunak dan pecah sebelum menetas. Akibat kejadian tersebut pada tahun 1973 tak ditemukan seekorpun pelikan di kota itu.

4. Lautan

Di lautan terbuka nutrisi sangat rendah dan sangat terbatas produktivitasnya pada rantai makanan bawah. Nitrogen merupakan nutrisi terbatas di lautan sedangkan fosfor ada dalam keadaan yang lebih.

Herbisida, pestisida dan logam berat umumnya mempunyai efek yang merugikan seperti yang terjadi pada muara. *Dumping* dari lumpur domestik ke dalam laut menyebabkan timbulnya masalah logam berat, terjadinya kerusakan kehidupan pada dasar laut, dan timbulnya keadaan yang tidak estetik bila didekat pantai menjadi alur transportasi lokal.

n. Penggunaan Ulang Air Limbah

Penggunaan ulang air limbah dilandasi oleh adanya suatu pengertian bahwa kita memiliki budget air yang fix di planet ini. Sementara kuantitas kebutuhan air dengan kualitas tertentu yang seharusnya tersedia tidak mencukupi. Pertanyaan lanjut yang berkaitan dengan hal ini adalah (1) seberapa cepat penggunaan ulang dan (2) pengolahan macam apa yang dilakukan sebelum penggunaan ulang. Bila air limbah domestik yang belum diolah dialirkan ke dalam sungai dan digunakan untuk penggunaan yang memerlukan kualitas air yang rendah seperti navigasi, hal ini tidak memerlukan perhatian yang serius. Tetapi apabila air limbah domestik yang belum diolah dipompakan secara langsung ke dalam reservoir penyediaan air di kota bawah, maka akan muncul keheran-heranan. Jadi perhatian pada kualitas sangat diperlukan untuk penggunaan ulang berikutnya dan pengendalian pengolahan merupakan persyaratan dalam penggunaan ulang air limbah. Normalnya air limbah digunakan ulang untuk maksud yang memerlukan kualitas lebih rendah, misalnya air limbah domestik yang telah diolah digunakan untuk keperluan irigasi, air pendingin, untuk injeksi dalam

mencegah intrusi air asin. Penggunaan langsung air limbah domestik yang hanya diolah pada pengolahan sekunder telah dilarang sama sekali.

Beberapa prinsip yang penting dalam merancang penggunaan ulang air limbah domestik adalah berapa kebutuhan domestik yang harus dikonsumsi. Pengolahan konvensional yang efisien adalah penting. Infiltrasi ke dalam tanah berpasir menuju ke dalam air tanah adalah yang sangat diinginkan, karena kualitas air mengalami perkolasi atau pembersihan secara bakteriologi, dan berbagai bahan organik teroksidasi. Praktis dan estetik adalah hal penting untuk memperoleh pengakuan publik, dan periode waktu sebelum digunakan ulang sedapatnya diusahakan selama mungkin.

o. Baku Mutu Air Limbah

Air limbah yang dibuang ke lingkungan (badan air) harus memenuhi persyaratan baku mutu air limbah yang ditentukan. Beberapa contoh baku mutu limbah cair yang dihasilkan oleh suatu usaha dan/atau kegiatan adalah:

1. Baku mutu limbah cair dari Rumah Sakit (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.: 58 tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit)
2. Baku mutu air limbah domestik (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 tahun 2003)
3. Baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan Pertambangan Batu Bara (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003)
4. Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 tahun 2007)
5. Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan buah-buahan dan/atau sayuran (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 tahun 2007)
6. Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan daging (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 14 tahun 2008)

7. Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pembangkit listrik tenaga termal (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 tahun 2009)

BAB 3. METODE PENELITIAN

f. Jenis penelitian dan tipe penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian maka lebih tepat dikatakan sebagai penelitian kuantitatif, karena disini dilakukan penggalan data tentang penyebaran usaha laundry serta tingkat pencemaran limbah usaha laundry terhadap pencemaran air.

g. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil lokasi di Kelurahan Pindrikan Kidul sebagai tempat studi dalam penelitian ini dengan pertimbangan Kelurahan Pindrikan merupakan salah satu Kelurahan di Kota Semarang, yang didalamnya terdapat salah satu perguruan tinggi dengan jumlah mahasiswa yang cukup banyak, dan perkembangan usaha laundry ini juga meningkat.

h. Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah usaha laundry yang masih aktif yang berada di lingkungan kelurahan Pindrikan, dengan penentuan sampel sebanyak 60 responden dilakukan dengan didasarkan pada pemilihan proporsi populasi agar mewakili keseluruhan populasi yang akan disimpulkan oleh peneliti. Sehingga, yang dipertimbangkan adalah keterwakilan dari sampel tersebut, atau sejauh mana sampel menunjukkan populasi sesuai karakteristik yang ditentukan

i. Cara pengumpulan data

Pengumpulan data primer maupun sekunder di dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Dalam penelitian ini dilakukan penggalan data primer dengan cara penyebaran kuesioner sebagai cara untuk mengetahui tingkat omzet usaha dan banyaknya konsumen yang memanfaatkan jasa Laundry ini.

2. Observasi dan pengamatan dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi tempat usaha dalam pengolahan limbah laundry.
3. Studi dokumen. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh data yang berbentuk catatan, tulisan yang mungkin ada hubungannya tujuan penelitian.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Gambaran umum Lokasi Penelitian

Pada awalnya penelitian akan dilakukan hanya di kelurahan pindrikan atau disekitar kampus Udinus, namun karena terbatasnya responden maka responden disebarkan diluaskan ke beberapa lokasi, namun tetap memperhatikan tujuan dari penelitian yakni ingin mengetahui tingkat pencemaran usaha laundry terhadap pencemaran air.

b. Karakteristik responden

Kepemilikan tempat usaha laundry mayoritas dimiliki oleh para pengusaha sendiri dengan perbandingan responden yang dengan status tempat usaha milik sendiri sebanyak 49 responden (82%), dari data yang sudah didapatkan bisa diberikan gambaran seperti di bawah ini :

Tabel 1. Status Tempat Usaha Laundry

Status Tempat Usaha	Jumlah	Prosentase
1. Kontrak	11	18
2. Milik Sendiri	49	82
Total	60	100

Sumber : data primer yang diolah

Adapun lokasi untuk melakukan usaha banyak dilakukan didaerah pemukiman dengan besaran responden mencapai 47 responden atau sebesar 78%, sisanya dilakukan di daerah pertokoan atau ruko. Lebih jelas perbandingannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Lokasi Usaha Laundry

Lokasi Usaha	Jumlah	Prosentase
1. Pemukiman	47	78
2. Ruko	13	22
total	60	100

Sumber : data primer yang diolah

Semua usaha laundry, dari data yang didapatkan informasi usaha ini memberikan layanan cuci dan setrika ditempat, dalam pengertian tidak ada yang berupa agen atau penyalur.

Usaha yang dilakukan oleh para pengusaha laundry ini terbilang cukup lama dan dengan memberikan peluang kerja, hal ini bisa terlihat dalam tabel distribusi lama usaha yang sudah dilakukan di bawah ini :

Tabel 3. Lama Usaha Laundry

Lama usaha	Jumlah	prosentase
1. Kurang dari 1 tahun	15	25
2. 1 – 3 tahun	23	38
3. Lebih dari 3 tahun	22	37
Total	60	100

Sumber : data primer yang diolah

Tabel 4. Tenaga Kerja yang melayani

Tenaga Kerja	Jumlah	Prosentase
1. 1 – 3 Orang	47	78
2. 4 – 5 Orang	9	15
3. Lebih dari 5 orang	4	7
Total	60	100

Sumber : data primer yang diolah

c. Sarana dan kegiatan

Dalam melakukan usaha laundry pengusaha menggunakan peralatan mesin cuci yang bervariasi, baik dari jenis maupun kapasitas mesin cucinya. Ada yang dibedakan mesin cuci dengan pengeringnya, namun ada juga yang tergabung mesin cuci sekaligus pengering. Sedangkan untuk kapasitas mesin cuci mulai dari 5 kg hingga 14 kg.

Sumber air yang digunakan ada yang memanfaatkan air sumur, PDAM, air tanki ataupun kombinasi air sumur dan PDAM, dengan prosentase 40% pemakaian air sumur sebagai sumber air (24 responden) selebihnya menggunakan air PDAM 33% (20 reponden), air tanki 5% (3 reponden) dan kombinasi air sumur dengan air PDAM 22% (13 responden). Adapun untuk sekali mencuci hingga membilas dibutuhkan rata rata 150 liter air dengan

kemampuan mencuci rata rata 7 kg sekali cuci. Sehari satu mesin cuci dapat melakukan pencucian lebih dari 5 kali, yang artinya mampu mencuci lebih dari 30 kg cucian.

Hampir semua usaha laundry tidak mempunyai pengolahan limbah sendiri, semua limbah cucian dibuang ke selokan umum, hanya 2 responden yang membuang limbahnya pada penampungan limbah yang bentuknya maupun ukurannya belum diperiksa apakah sesuai dengan standar pengolahan limbah atau belum. Deterjen yang digunakan bervariasi ada yang berbentuk cair maupun bubuk dengan menghabiskan rata rata 1 liter deterjen setiap harinya.

Belum ada wadah organisasi yang menaungi usaha laundry, dan masih bersifat personalitas dalam usahanya, proses perijinan juga relatif mudah karena usaha ini masih dianggap usaha rumahan.

d. Dampak Usaha Laundry

1. Beberapa dampak positif yang diberikan *laundry*, meliputi :

- a) Bagi pelaku usaha, usaha *laundry* memberikan keuntungan dan menjadi salah satu pilihan berwirausaha
- b) Bagi konsumen, memberikan keringanan dan menghemat waktu maupun tenaga dalam pengerjaan cuci dan setrika pakaian.
- c) Lapangan pekerjaan, usaha ini dapat menampung pelamar kerja dengan jumlah yang sangat banyak.
- d) Bagi pemerintah Daerah, merupakan sumber Pendapatan Asli Daerah

b. Adapun dampak negatif yang ditimbulkan oleh usaha *laundry* adalah sebagai berikut :

- a) Bagi Lingkungan, pencemaran tanah, pencemaran air, aroma yang tidak sedap, kerusakan ekosistem lingkungan.
- b) Bagi kesehatan, menyebabkan diare dikarenakan virus, penyakit kulit seperti kudis dan kurap akibat iritasi.

e. Pembahasan

Usaha laundry merupakan salah satu usaha yang dilihat dari sisi ekonomi bisa dikatakan menjajikan, karena tingkat kesibukan ataupun aktifitas yang akhir akhir ini semakin meningkat dikalangan mahasiswa, dan juga dianggap lebih efisien.

Namun dari sisi yang lain usaha ini juga memberikan dampak bagi lingkungan, terutama dari limbah cair yang dihasilkan. Dari pengumpulan

data, diketahui bahwa hampir semua limbah hasil pencucian dibuang ke selokan tanpa ada pengolahan terlebih dahulu, hal ini tentu saja akan menimbulkan dampak terhadap kualitas air yang ada.

Air mendukung ekosistem yang sangat kompleks dan di dalamnya terjadi perubahan yang berbelit baik secara fisik, kimia maupun biologik. Perubahan spesifik sering disebabkan oleh pembuangan air limbah yang masuk ke dalam badan air dan menghasilkan perubahan yang signifikan. Semisal polutan organik mengakibatkan tertekannya kadar oksigen yang berpengaruh terhadap kehidupan ikan, nitrogen dan fosfor merangsang pertumbuhan alga, logam berat dan ikatan organik yang persisten (*refractory organics*) dapat berakumulasi dalam rantai makanan dsb. Dampak pembuangan air limbah terhadap perubahan ekosistem ditandai dengan adanya perubahan baik struktur maupun fungsi berbagai komponen kehidupan dalam ekosistem itu sendiri. Perubahan ekosistem ini lebih lanjut akan berpengaruh terhadap fungsi ekosistem itu sendiri dalam perannya sebagai *natural purifier*.

Air limbah laundry mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD dan COD tinggi (Ahmad dan El-Dessouky, 2008). Bahan kimia yang menjadi masalah pencemaran pada badan air tersebut disebabkan pemakaian deterjen sebagai bahan pencuci. Deterjen digunakan karena memiliki daya cuci yang baik dan tidak terpengaruh kesadahan air, akan tetapi memiliki kandungan fosfat yang cukup tinggi karena fosfat merupakan bahan pembentuk utama dalam deterjen (Rosariawari, 2010). Peningkatan jumlah usaha laundry jelas akan diikuti oleh peningkatan konsentrasi fosfat pada badan air. Peningkatan konsentrasi tersebut juga dapat menimbulkan terjadinya proses eutrofikasi. Eutrofikasi yang merupakan pengayaan air dengan nutrisi/unsur hara yang berupa bahan anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuhan, mengakibatkan terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan (Effendi, 2003). Kondisi eutrofik dan kandungan COD tinggi ini akan mengakibatkan terganggunya ekosistem air, menurunnya kualitas air dan self purification perairan.

f. Pengolahan Limbah Laundry

Pengertian pencemaran lingkungan menurut Pasal 1 ayat 14 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan hidup adalah “Masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.”

Teknologi pengolahan limbah cair adalah salah satu alat untuk memisahkan, menghilangkan dan atau mengurangi unsur pencemar dalam limbah (Ginting, 2007). Sebagaimana halnya teknologi proses produksi yang terdiri dari berbagai macam jenis, demikian juga halnya dengan teknologi pengolahan limbah. Walaupun sama-sama limbah cair, karena bukan berasal dari limbah produksi dengan bahan baku yang sama maka teknologi pengolahannya jelas berbeda.

Limbah pada konsentrasi tertentu dengan melewati batas yang ditetapkan akan menimbulkan pencemaran dan dapat mempengaruhi kondisi lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menghilangkan atau menyisihkan kontaminan. Kontaminan dapat berupa senyawa organik yang dinyatakan oleh nilai BOD, COD, *nutrient*, senyawa toksik, mikroorganisme patogen, partikel *non-biodegradable*, padatan tersuspensi maupun terlarut (Metcalf dan Eddy, 2003)

Pengolahan air limbah secara biologi merupakan suatu cara pengolahan yang diarahkan untuk menurunkan substrat tertentu yang terkandung dalam air limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang menggunakan zat pencemar sebagai substrat (sumber energi dan carbon) untuk pertumbuhan dan sintesis sel. Transformasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air menjadi gas-gas seperti CO₂, CH₄, dan H₂S merupakan contoh yang jelas mengenai proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme tersebut (Winardi, 2001).

Menurut Droste dalam Sukawati (2008) umumnya bakteri merupakan mikro-organisme utama dalam proses pengolahan biologi. Karakteristik mikroorganismenya beragam dan kebutuhan lingkungan yang sederhana membuat mikroorganismenya dapat bertahan pada lingkungan air limbah. Perlu diperhatikan bahwa mikroorganismenya lain juga dapat ditemukan pada lingkungan pengolahan air limbah namun peranannya dalam oksidasi materi organik relatif kecil.

Karbon aktif sangat efektif dalam mereduksi bahan-bahan organik seperti, *polycyclic aromatic hydrocarbons*, *surfactants*, *cationic polymers*, *aromatic hydrocarbons*, *aldehydes* dan lainnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, teknologi ini sesuai untuk pengolahan air bersih. Reaktor *Biosand Filter* (BSF) dapat menurunkan *Escherichia coli* hingga 80% dan *COD* hingga 60%. BSF juga telah terbukti efektif dalam menghapus patogen, parasit, kekeruhan dan logam. Serta dapat menghapus hingga 90% dari virus, dan parasit dan 0,75% dari besi dan mangan (Kubare dan Haarhoff, 2010). Reaktor *activated carbon* dapat menurunkan kadar *phospat* hingga 50% (Wardhana, dkk, 2009). Karena itu, pada penelitian ini "Reaktor *Biosand Filter* dilanjutkan dengan Reaktor *Activated Carbon*" dapat sekiranya diaplikasikan untuk mengolah air limbah *laundry*, sehingga diharapkan dapat menurunkan kadar zat pencemar yang ada di dalamnya agar kerusakan lingkungan yang merugikan dapat dicegah. Dalam hal ini, telah terbukti bahwa air limbah *laundry* mempunyai kecenderungan untuk mencemari lingkungan yang cukup tinggi

Biosand filter (BSF) merupakan pengembangan dari *slow sand filter*, di mana BSF juga melalui proses yang sama dengan saringan pasir lambat, yaitu dengan cara melewati pasir dalam filter. Bahan pencemar ini akan bertumbukan dan menjerap ke dalam partikel-partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tinggi di lapisan pasir paling atas menuju *biofilm*. BSF didesain 5cm di bagian atas air yang dilapisi pasir

Menurut Sukawati (2008), lapisan biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (ineversible). Biasanya lapisan biofilm ini digunakan untuk menandakan zona aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam bed pada sir. Bagaimanapun, zona ini berbeda. Dalam kaitan dengan fungsi gandanya yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman biofilm bias dikatakan dapat berhubuugan kepada zona penetrasi dari partikel-partikel padatan di mana uknrannya yaitu antara 0,5 - 2 cm dari bed suatu BSF.

Seeding dan aklimatisasi dilakukan secara bersamaan karena pembenihan bakteri langsung dari dalam reaktor. Parameter untnk mengetahui adanya pertumbuhan bakteri dapat dihitung dengan rasio perbandingan antara substrat (food) terliadap mikroorganisme (M). Makauan mikroorganisme dapat berasal dari kaidungan liinbah, misalnya berupa BOD dan COD. Rasio perbandingan F/M harus menghasilkan angka 0,2 - 0,3 (Sugiharto, 2008).

g. Perizinan Usaha Laundry

Perizinan merupakan instrumen hukum lingkungan yang mempunyai fungsi preventif, yaitu mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Melalui izin, pemerintah dapat menetapkan syarat-syarat lingkungan tertentu yang harus dipenuhi oleh pemilik kegiatan.

Usaha laundry memiliki kewajiban yang telah ditetapkan. Adapun kewajibannya adalah sebagai berikut :

a. Berdasarkan Undang-undang No 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup

- 1) “Setiap orang diperbolehkan untuk membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan:
 - a. Memenuhi baku mutu lingkungan hidup; dan
 - b. Mendapat izin dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya. (Pasal 20 ayat 1)

- 2) “Setiap Usaha dan/atau kegiatan yang tidak wajib dilengkapi UKL-UPL sebagaimana dimaksud dalam Pasal 34 ayat (2) wajib membuat surat pernyataan kesanggupan pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup”. (Pasal 35 ayat 1).
 - 3) “Setiap orang yang melakukan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup wajib melakukan penanggulangan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup”. (Pasal 53 ayat 1)
 - 4) “Setiap orang yang melakukan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup wajib melakukan pemulihan fungsi lingkungan hidup.”(Pasal 54 ayat 1)
 - 5) “Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya.”(Pasal 59 ayat 1)
 - 6) “Setiap orang berkewajiban memelihara kelestarian fungsi lingkungan hidup serta mengendalikan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup.”(Pasal 67)
 - 7) “Setiap orang yang melakukan usaha/atau kegiatan berkewajiban :
 - a. Memberikan informasi yang terkait dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup secara benar, akurat, terbuka, dan tepat waktu;
 - b. Menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan hidup, dan;
 - c. Menaati ketentuan tentang baku mutu lingkungan hidup dan /atau kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
- b. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- 1) “Setiap usaha dan atau kegiatan yang akan memanfaatkan air limbah ke tanah untuk aplikasi pada tanah wajib mendapat izin tertulis dari Bupati/Walikota. (Pasal 35 ayat 1)
 - 2) “Setiap penanggung jawab usaha dan atau kegiatan yang membuang air limbah ke air atau sumber air wajib mencegah dan menanggulangi terjadinya pencemaran air. (Pasal 37)

Sehingga untuk selanjutnya Pemerintah Kota perlu melakukan penyuluhan dan penertiban terhadap pengelola usaha *laundry* yang membuang limbahnya langsung ke selokan air tanpa proses pengolahan. Pengelola usaha *laundry* agar mengutamakan pemakaian detergen yang ramah dengan lingkungan. . Para pengelola *laundry* hendaknya dapat mendirikan wadah paguyuban, agar nantinya dapat bekerja sama dengan pemerintah Kota Semarang dalam melakukan hal-hal yang berkaitan dengan penanganan terhadap pengelolaan limbah.

BAB 6. RENCANA TAHAP SELANJUTNYA

1. Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah, memuat artikel ke jurnal ilmiah “*ecoscience*” yang diterbitkan oleh program studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dan juga akan diikutkan dalam prosedding, yang sesuai dengan keilmuan atau materi dalam penelitian ini.

BAB 7. SIMPULAN DAN SARAN

a. Simpulan

Usaha *laundry* merupakan usaha menguntungkan dari sisi ekonomi, karena bias dijadikan sebagai usaha rumahan dengan modal yang tidak terlalu besar, dan juga meringankan bagi penggunanya terutama bagi mahasiswa ataupun keluarga yang tidak mau ribet dengan kegiatan cuci mencuci dan seterika baju, jadi lebih menghemat waktu dan tenaga. Namun di sisi lain juga menimbulkan dampak terhadap lingkungan, terutama dalam pencemaran air. Menurunnya angka COD dan BOD yang tentu saja akan berpengaruh pada proses alamiah biologi di perairan.

b. Saran

Pemerintah Kota perlu melakukan penyuluhan dan penertiban terhadap pengelola usaha *laundry* yang membuang limbahnya langsung ke selokan air tanpa proses pengolahan. Pengelola usaha *laundry* agar mengutamakan pemakaian detergen yang ramah dengan lingkungan. . Para pengelola *laundry* hendaknya dapat mendirikan wadah paguyuban, agar nantinya dapat bekerja

sama dengan pemerintah Kota Semarang dalam melakukan hal-hal yang berkaitan dengan penanganan terhadap pengelolaan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, R., *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: penerbit Andi, 2004.
2. Alaerts, S., Santika Sri S., *Metode penelitian air*, Surabaya: Penerbit Usaha Nasional, 1987.
3. Cunningham, William P., Saigo, Barbara W., *Environmental Sciences: A Global Concern*. Sixth Edition., New York: Me Graw Hill Book Co, 2001
4. Darsono, V., *Pengantar Ilmu Lingkungan*, Jogjakarta: Penerbitan Universitas Atma Jaya, 1995.
5. Effendi, H. *Telaah Kualitas Air*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2003.
6. Lamb, James C., *Water Quality and Its Control*, New York-John Wiley & Sons, 1985.
7. Notoatmodjo, S., *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, 2003.
8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR
9. Slamet, Juli S. *Kesehatan Lingkungan*, Jogjakarta: Gajah Mada University Press, 2002.
10. Budiman. (2009) *Kajian Peranan Lingkungan sebagai Faktor Risiko Terjadi KLB Penyakit Flu Burung pada Manusia*, 1PB Bogor (Disertasi).
11. Harahap, Adnan H., Dr., et-al. (1997) *Islam dan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Yayasan Swarna Bhummy.
12. Heddy Suwasono, Ir., Drs. Sutiman B. Sumitro, Ir. Sarjono Soekartomo. (1986) *Pengantar Ekologi*. Jakarta: CV Rajawali.
13. Menteri Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1202/MENKES/SK/VIII/2003 tentang Indikator Indonesia Sehat 2010. Departemen Kesehatan RI.
14. Notoatmodjo, Soekodjo, Prof. Dr. (2003) *Ilmu Kesehatan Masyarakat, Prinsip-prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
15. Sumarwoto, Otto. (1990) *Analisis Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
16. Sukawati. A. 2008. *Penurunan Konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Diikuti Dengan Reaktor Activated Carbon*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
17. Winardi. 2001. *Studi Kinetika Penyisihan Organik Pada Sequencing Batch Reactor Aerob Dengan Parameter Rasio Waktu Pengisian Terhadap Waktu Reaksi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
18. Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI-Press.
19. Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.

20. Adrian Suted, 2010, *Hukum Perizinan dan Sektor Pelayanan Publik*, Sinar Grafika, Jakarta.
21. Husin Sukanda, 2009, *Penegakan Hukum Lingkungan Indonesia*, Sinar Grafika, Jakarta.
22. Kristanto, 2002, *Pencemaran Limbah Cair*, Yudistira, Jakarta.
23. Pratama, M. A. 2008. *Penurunan Kadar Detergen Pada Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Yang Diikuti Reaktor Activated Carbon*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.



