



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI LIMBAH CAIR
SERTA EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) PASAR TRADISIONAL**

**STUDI KASUS: PASAR TRADISIONAL GLODOK,
JAKARTA BARAT**

SKRIPSI

**EPIFANI SATITI
0606078014**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
2011**

24/FT.TL.01/SKRIP/12/2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI LIMBAH CAIR
SERTA EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) PASAR TRADISIONAL**

**STUDI KASUS : PASAR TRADISIONAL GLODOK,
JAKARTA BARAT**

SKRIPSI


**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Strata Satu**

**EPIFANI SATITI
0606078014**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.



Nama : Epifani Satiti
NPM : 0606078014
Tanda Tangan : *Epifani*
Tanggal : 10 Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Epifani Satiti
NPM : 0606078014
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi :

Identifikasi dan Karakterisasi Limbah Cair serta Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Studi Kasus: Pasar Tradisional Glodok

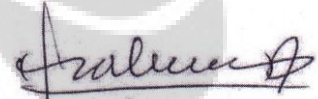
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

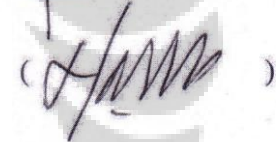
Pembimbing : Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA

()

Penguji : Ir. G. S. B. Andari Kristanto MEng., PhD

()

Penguji : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE., MEng.

()

Ditetapkan di : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 10 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini ditulis dalam untuk memenuhi kewajiban dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini. Maaf ya Pak kalau saya sering bandel dan menyusahkan Bapak. Terima kasih banyak Pak! No one believe but you do ;D
- (2) Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE., MEng. dan Ir. Gabriel S. B. Andari Kristanto MEng., PhD, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran-saran sehingga penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik. Terima kasih Pak, Bu untuk semua masukan dan kenangan yang terjadi saat sidang ;-)
- (3) Ir. Irma Gusniani D., MSc., selaku dosen pembimbing akademis yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama 4 tahun dalam perkuliahan. Terima kasih Ibu!;
- (4) Pak Rusdy (untuk bantuannya dalam mengarahkan saya ke pihak yang benar), Pak Mahfudin (untuk bantuan perizinan dan pemilihan lokasi), dan seluruh jajaran pengelola PD.Pasar Jaya Pusat serta seluruh jajaran pengelola Pasar Glodok terutama untuk Pak Henki Manurung selaku manajer area Barat, Pak Haryono selaku Kepala Pasar Glodok, Pak Agus dan Mas Ari selaku pembimbing lapangan. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini;
- (5) Para pedagang dan para cleaning service di Pasar Glodok, baik di los ikan, los ayam, los daging, los sayur maupun los babi. Terimakasih untuk segala

keterbukaan dan keramahannya selama pengambilan data berlangsung. Tanpa kalian semua, saya tidak mungkin jadi ST.

- (6) Orang tua (Totok Anwarsito & Purini Saptari) dan kakak penulis (Aditya Ajie Dharma) yang telah memberikan dukungan materil dan moral selama kegiatan akademis dan penulisan skripsi berlangsung;
- (7) My dearest boyfriend, Yesmar Banu Kusmagi, atas segala bantuan, dukungan, dan terutama pengertian yang diberikan selama masa-masa pengerjaan skripsi (yang berat ini). Makasih sayang dah banyak mengalah ;-*
- (8) Teman-teman Teknik Lingkungan 2006 tercinta yang bersama-sama dengan penulis selama 4 tahun telah menempuh setiap kegiatan akademis dan non akademis, terutama untuk Anton & Denny, untuk pengorbanannya berkutat dengan para sampel (bau) itu, semua omelan, dan semua kekonyolan yang menyertai selama proses pengerjaan skripsi berlangsung. U rock guys! Andra, Ika, Edith untuk banyak sms tidak pentingnya. It means a lot to me to know that u guys always there for me ^_^
- (9) Mbak Licka dan Diah yang telah bersedia mengorbankan waktu dan tenaga untuk membimbing dan menemani penulis melakukan kegiatan di laboratorium. Makasih dan maaf jika selama ini ada kata-kata maupun tindakan yang kurang berkenan ;D
- (10) Seluruh pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa memberkati segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Depok, 3 Januari 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Epifani Satiti

NPM : 0606077996

Program Studi : Teknik Lingkungan

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Identifikasi dan Karakterisasi Limbah Cair serta Evaluasi Instalasi
Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional
Studi Kasus: Pasar Tradisional Glodok, Jakarta Barat**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 10 Januari 2010

Yang menyatakan



(Epifani Satiti)

ABSTRAK

Nama : Epifani Satiti
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Identifikasi dan Karakterisasi Limbah Cair Serta Evaluasi Instalasi
Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional
(Studi Kasus : Pasar Tradisional Glodok, Jakarta Barat)

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi & karakterisasi limbah cair pasar tradisional serta mengevaluasi kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pasar tradisional terkait. Studi kasus dilakukan di Pasar Tradisional Glodok pada bulan November-Desember 2010.

Identifikasi dan karakterisasi limbah cair dilakukan pada los basah, yang mencakup los ikan, los ayam, dan los daging. Sumber limbah cair los ikan di antaranya pencucian dan penyiraman ikan, pembersihan kulit udang dan cumi, sisa es batu yang mencair dari kegiatan penyimpanan ikan, serta pencucian tangan yang dilakukan oleh para pedagang; los ayam berasal dari kegiatan pemotongan ayam; dan los daging dari kegiatan pencucian dinding perut sapi (untuk dijadikan daging babat).

Hasil penelitian bagian identifikasi menunjukkan limbah cair yang dihasilkan dapat diidentifikasi dengan menggunakan satuan debit berdasarkan volume penjualan. Sementara itu, hasil karakterisasi masing-masing los adalah sebagai berikut. **Los ikan** : pH = 6.153, TSS = 786.667 mg/L, Total N = 123.330, Ammonia = 101.333, Total P = 24.981, BOD = 1109.388, COD = 2037.248, Minyak lemak = 1004.5 ; **Los ayam** : pH = 5.893, TSS = 666.667 mg/L, Total N = 75.557 mg/L, Ammonia = 54 mg/L, Total P = 16.247 mg/L, BOD = 598.963 mg/L, COD = 1392.304 mg/L, Minyak lemak = 518 mg/L; **Los daging** : pH = 10.553 mg/L, TSS = 460 mg/L, Total N = 32.720 mg/L, Ammonia = 12 mg/L, Total P = 9.43 mg/L, BOD = 100.031 mg/L, COD = 1536.240 mg/L, Minyak lemak = 668 mg/L.

Hasil evaluasi IPAL menunjukkan perencanaan IPAL yang dibuat dengan menggunakan dasar beban biologis perkantoran dan hotel menyebabkan kinerja IPAL kurang optimal. Hal ini terlihat dari kualitas effluent berdasarkan nilai TSS dan minyak lemak yang tidak memenuhi standar baku mutu Kepmenlh 112 tahun 2003. Kinerja IPAL yang kurang optimal juga terlihat dari tingginya nilai ammonia di effluen akibat proses IPAL hanya mampu melakukan penghilangan BOD tanpa disertai proses nitrifikasi.

Kata kunci: limbah cair pasar tradisional; identifikasi; karakterisasi; evaluasi IPAL

ABSTRACT

Name : Epifani Satiti
Study Program: Environmental Engineering
Title : Identification and Characterization of Traditional Market Wastewater and Evaluation of Its Sewage Treatment Plant
(Case Study : Glodok Traditional Market, West Jakarta)

The purposes of this research are to identify & characterize the wastewater, discharged from a traditional market and also to evaluate its Sewage Treatment Plant performance. Case study is done in Glodok Traditional Market from November until December 2010.

Wastewater identification and characterization took place in wet lot, which consist of fish lot, chicken lot, and meat lot. The source of fish lot wastewater are fish washing and rinsing, shrimp shell and squid cleaning, melting ice cube from fish storage, and hand washing from the seller itself; in chicken lot, wastewater is discharge from chicken slaughter; while in meat lot, the wastewater is released from washing cow stomach wall activities (in the making of tripe).

Result of the research in identification showed that the discharge of waste water can be identified using flow rate based on selling volume. Meanwhile, the result of characterization are: **Fish lot** : pH = 6.153, TSS = 786.667 mg/L, Total N = 123.330, Ammonia = 101.333, Total P = 24.981, BOD = 1109.388, COD = 2037.248, Oil and grease = 1004.5 ; **Chicken lot** : pH = 5.893, TSS = 666.667 mg/L, Total N = 75.557 mg/L, Ammonia = 54 mg/L, Total P = 16.247 mg/L, BOD = 598.963 mg/L, COD = 1392.304 mg/L, oil and grease = 518 mg/L; **Meat lot** : pH = 10.553 mg/L, TSS = 460 mg/L, Total N = 32.720 mg/L, Ammonia = 12 mg/L, Total P = 9.43 mg/L, BOD = 100.031 mg/L, COD = 1536.240 mg/L, oil and grease = 668 mg/L.

Result of STP evaluation showed that STP plan which is made based on office and hotel biological loading causing the performance of STP is not optimum. It can be displayed from the value of TSS and oil & grease of the effluent, whose not meet by the quality standard of Kepmenlh 112 tahun 2003. The low performance of STP also can be seen from high amount of ammonia in effluent because the process itself only can remove BOD without followed by nitrification.

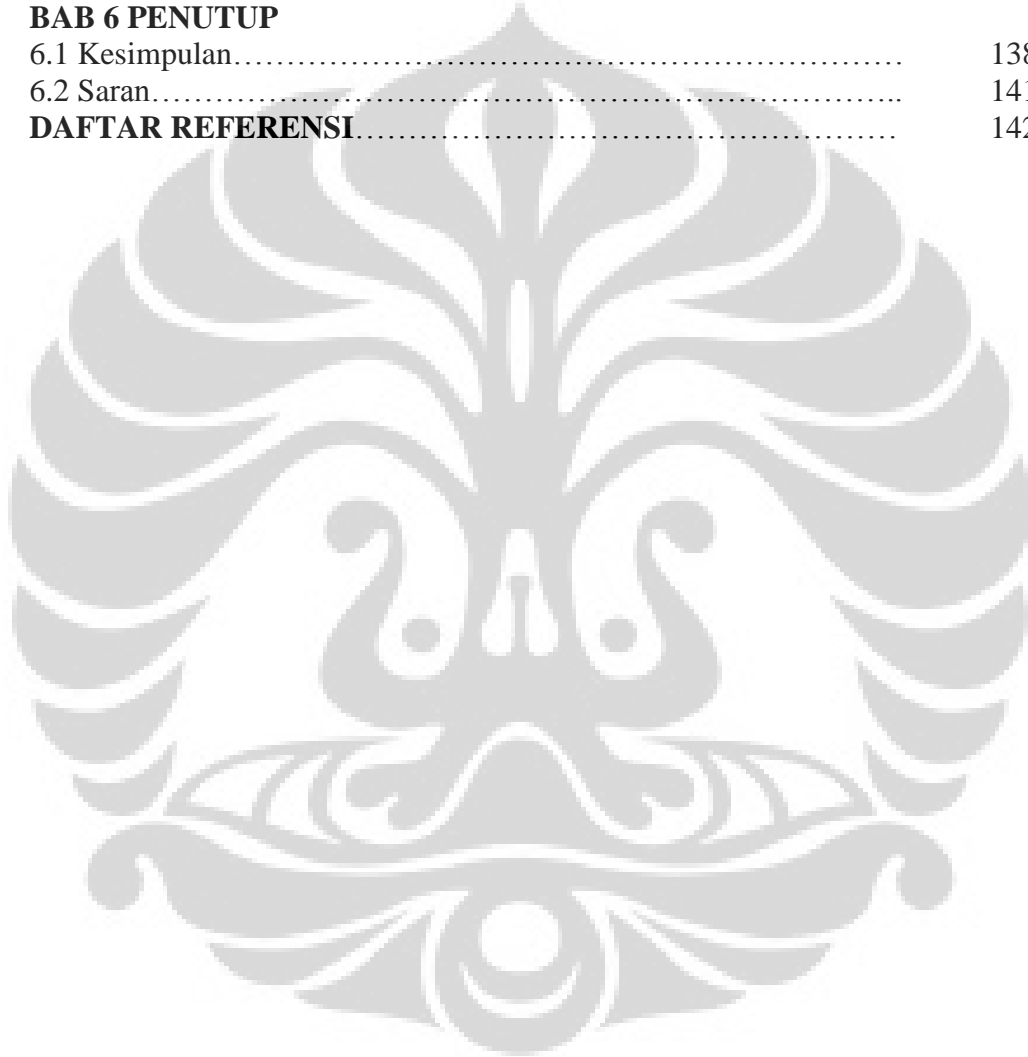
Keyword: traditional market wastewater; identification; characterization; evaluation of Sewage Treatment Plant

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB 2 STUDI LITERATUR	
2.1. Pasar Tradisional.....	5
2.1.1. Definisi Pasar Tradisional.....	5
2.1.2. Klasifikasi Pasar Tradisional.....	6
2.1.2.1. Pasar Tradisional Berdasarkan Pihak Pengelola.....	6
2.1.2.2. Pasar Tradisional Berdasarkan Waktu.....	7
2.1.2.3. Pasar Tradisional Berdasarkan Komoditas Barang Dagangan	7
2.2. Air Limbah Secara Umum.....	8
2.2.1. Signifikansi Pengelolaan.....	8
2.2.2. Definisi Istilah.....	9
2.3. Karakteristik Air Limbah.....	10
2.3.1. Karakteristik Fisik.....	10
2.3.1.1. Padatan.....	10
2.3.2. Karakteristik Kimia Anorganik.....	13
2.3.2.1. pH.....	13
2.3.2.2. Nitrogen.....	13
2.3.2.3. Phosphorus.....	16
2.3.3. Karakteristik Kimia Organik.....	18
2.3.3.1. Biochemical Oxygen Demand (BOD).....	18
2.3.3.2. Chemical Oxygen Demand (COD).....	19
2.3.3.3. Minyak dan Lemak.....	20
2.4. Air Limbah Pasar Tradisional.....	21
2.4.1. Sumber Air Limbah Pasar Tradisional.....	21
2.4.2. Karakteristik Air Limbah Pasar Tradisional.....	22
2.4.2.1. Karakteristik Air Limbah Domestik.....	22
2.4.2.2. Karakteristik Air Limbah Los Basah.....	23
2.4.3. Standar Baku Mutu Air Limbah Pasar Tradisional.....	26
2.5. Teknologi Pengolahan Air Limbah.....	27
2.5.1. Terminologi dalam Pengolahan Air Limbah.....	27
2.5.2. Pengolahan Primer (<i>Primary Treatment</i>).....	29

2.5.2.1. Screening.....	30
2.5.2.2. Sedimentasi Primer.....	31
2.5.3. Pengolahan Sekunder (<i>Secondary Treatment</i>).....	33
2.5.3.1. Pengolahan Biologis.....	33
2.5.3.2. Lumpur Aktif (<i>Activated Sludge</i>).....	35
2.5.3.3. Sedimentasi sekunder.....	38
2.5.3.4. Perhitungan Beban Operasional.....	39
2.5.3.5. Disinfeksi.....	43
2.5.4. Pengolahan Lanjut (<i>Advanced Treatment</i>).....	46
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Kerangka Penelitian.....	47
3.2 Terminologi Penelitian.....	48
3.3 Lokasi & Output Penelitian.....	48
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	48
3.3.2 Output penelitian.....	50
3.4 Metode Penelitian.....	51
3.4.1 Teknik Penelitian.....	51
3.4.2 Prosedur Penelitian.....	51
3.5 Pengumpulan data.....	53
3.5.1 Data Primer.....	53
3.5.1.1 Pengukuran.....	53
3.5.1.2 Wawancara.....	58
3.5.2 Data Sekunder.....	58
3.6 Teknik Analisis data.....	58
BAB 4 PROFIL LOKASI PENELITIAN	
4.1 Gambaran Umum Pasar Tradisional Glodok.....	59
4.2 Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok.....	60
4.2.1 Sumber Limbah Cair.....	60
4.2.1.1 Limbah Cair Secara Umum.....	60
4.2.1.2 Limbah Cair Los Basah.....	61
4.2.2 IPAL Pasar Tradisional Glodok.....	68
4.2.2.1 Pendahuluan.....	69
4.2.2.2 Kriteria Desain.....	70
4.2.2.3 Unit Pengolahan & Peralatan Teknis.....	71
4.2.2.4 Permasalahan.....	76
BAB 5 HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN	
5.1 Pendahuluan.....	77
5.2 Analisis Debit Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok.....	77
5.3 Identifikasi Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok.....	79
5.3.1 Debit berdasarkan Luas Los.....	79
5.3.2 Debit berdasarkan volume penjualan.....	80
5.4 Karakterisasi Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok.....	81
5.4.1 Analisis Limbah Cair Los Ikan.....	81
5.4.2 Analisis Limbah Cair Los Ayam.....	84
5.4.3 Analisis Limbah Cair Los Daging.....	88
5.4.4 Analisis Perbandingan Parameter di Tiap Los.....	91
5.5 Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Glodok.....	104

5.5.1 Analisis Karakteristik Influen	104
5.5.2 Analisis Proses Pengolahan Limbah Cair.....	109
5.5.2.1 Proses pada Unit Aerasi.....	110
5.5.2.2 Proses pada Unit Sedimentasi.....	122
5.5.3 Analisis Kualitas Effluen.....	127
5.5.3.1 Analisis Kualitas Effluen berdasarkan Standar Baku Mutu & Kriteria Desain.....	127
5.5.3.2 Analisis Kualitas Effluen berdasarkan Efisiensi Proses Pengolahan.....	129
5.5.4 Hasil Evaluasi dan Rekomendasi Solusi.....	132
BAB 6 PENUTUP	
6.1 Kesimpulan.....	138
6.2 Saran.....	141
DAFTAR REFERENSI	142



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rentang ukuran kontaminan organik pada air limbah.....	12
Gambar 2.2 Siklus Nitrogen.....	15
Gambar 2.3 Perubahan bentuk dari nitrogen pada air yang terpolusi dalam kondisi aerobik.....	16
Gambar 2.4 Siklus Phosphorus.....	17
Gambar 2.5 Kuantitas screening sebagai fungsi dari ukuran screen.....	30
Gambar 2.6. Diagram Alir Tipikal Proses Biologis pada Pengolahan Air limbah.....	34
Gambar 2.7 Pertumbuhan biomassa dan Jumlah Makanan.....	36
Gambar 2.8 Diagram Alir Lumpur Aktif tipe <i>Extended aeration</i>	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	47
Gambar 3.2 Skema Titik Pengambilan Sampel.....	56
Gambar 4.1 Lokasi Pasar Tradisional Glodok.....	59
Gambar 4.2 Diagram Sumber dan Metode Pengelolaan Limbah Cair di Pasar Tradisional Glodok.....	61
Gambar 4.3 Penjualan Ikan Laut.....	63
Gambar 4.4 Penjualan Ikan Tawar.....	63
Gambar 4.5 Pembersihan cumi.....	63
Gambar 4.6 Cumi siap dipasarkan.....	63
Gambar 4.7 Perendaman udang dalam air es.....	63
Gambar 4.8 Kandang Tempat Penyimpanan Ayam.....	65
Gambar 4.9 Pemotongan Ayam.....	65
Gambar 4.10 Ayam dimasukkan dalam tong.....	65
Gambar 4.11 Perebusan.....	65
Gambar 4.12 Penghilangan Bulu.....	65
Gambar 4.13 Pembersihan Isi Perut.....	66
Gambar 4.14 Karkas ayam siap dipasarkan.....	66
Gambar 4.15 Karkas Bebek Siap Dipasarkan.....	66
Gambar 4.16 Penjualan Daging di Los Daging.....	67
Gambar 4.17 Babat yang belum dicuci.....	68
Gambar 4.18 Perendaman Babat dengan kapur & penghilangan bagian kehitaman	68
Gambar 4.19 Pembersihan Urat.....	68
Gambar 4.20 Daging babat siap dipasarkan.....	68
Gambar 4.21 Posisi IPAL tertutup di bawah tempat parkir sepeda dan sepeda motor.....	69
Gambar 4.22 Skema IPAL Pasar Tradisional Glodok.....	71
Gambar 4.23 <i>coarse bar screen</i>	72
Gambar 5.1 Karakterisasi pH Tiap Los & Influen.....	93
Gambar 5.1 Karakterisasi TSS Tiap Los & Influen.....	94
Gambar 5.3 Karakterisasi Total Nitrogen tiap Los dan Influen.....	97
Gambar 5.4 Karakterisasi Ammonia tiap Los & Influen.....	98
Gambar 5.5 Karakterisasi Nitrogen Organik tiap Los & Influen.....	99
Gambar 5.6 Karakterisasi Phosphate tiap Los & Influen.....	100

Gambar 5.7 Karakterisasi BOD tiap Los & Influen..... 100
Gambar 5.8 Karakterisasi COD tiap Los & Inluen..... 102
Gambar 5.9 Karakterisasi Minyak Lemak tiap Los & Influen..... 103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Definisi padatan yang ditemukan di air limbah.....	11
Tabel 2.2 Senyawa N dengan Berbagai Tingkat Oksidasi.....	14
Tabel 2.3 Hubungan Penampilan Minyak dengan Ketebalan Film yang Terbentuk serta Jumlah Kuantitas yang Tersebar.....	21
Tabel 2.4 Sumber Air limbah Pasar Tradisional Umum.....	22
Tabel 2.5 Karakteristik tipikal air limbah domestic.....	23
Tabel 2.6 Karakteristik Air Limbah Pematangan Ayam.....	25
Tabel 2.7 Karakteristik Limbah Cair Tempat Pengolahan Ikan.....	25
Tabel 2.8 Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat bagian sanitasi sub bagian drainase.....	26
Tabel 2.9 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	27
Tabel 2.10 Unit Operasi dan Proses untuk menghilangkan Konstituen pada Air limbah.....	28
Tabel 2.11 Kriteria Desain Tangki Sedimentasi Primer.....	32
Tabel 2.12 Kriteria Desain Lumpur Aktif tipe <i>Extended aeration</i>	37
Tabel 2.13 Kriteria Desain Sedimentasi Sekunder.....	39
Tabel 2.14. Karakteristik Disinfektan yang Ideal.....	44
Tabel 2.15 Perbandingan Ideal dan Aktual Disinfektan yang Umum Digunakan.....	45
Tabel 3.1 Terminologi Penelitian.....	48
Tabel 3.2 Output Penelitian.....	50
Tabel 3.3 Prosedur Penelitian.....	52
Tabel 3.4 Metode Pengukuran Tiap Parameter.....	55
Tabel 3.5 Titik Sampling dan Parameter limbah cair yang diukur.....	57
Tabel 5.1 Perhitungan Debit Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok.....	78
Tabel 5.2 Debit berdasarkan Luas Los.....	80
Tabel 5.3 Data Debit berdasarkan Volume Penjualan.....	81
Tabel 5.4 Karakteristik Limbah Cair Los Ikan.....	82
Tabel 5.5 Tahapan Kegiatan Pematangan Ayam beserta Hasil Sampingannya.....	85
Tabel 5.6 Karakteristik Limbah Cair Los Ayam.....	86
Tabel 5.7 Karakteristik Limbah Cair Los Daging.....	90
Tabel 5.8 Perbandingan Karakteristik Influen dengan Studi Literatur dan Kriteria Desain.....	106
Tabel 5.9 Nilai TSS, BOD, dan COD pada Bak Aerasi.....	111
Tabel 5.10 Nilai TSS, BOD, dan COD di Bak Sedimentasi.....	123
Tabel 5.11 Kualitas Effluen dibandingkan dengan standar baku mutu.....	128
Tabel 5.12 Efisiensi kinerja IPAL Pasar Tradisional Glodok.....	130
Tabel 6.1 Debit berdasarkan Volume Penjualan.....	138
Tabel 6.2 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Ikan.....	139
Tabel 6.3 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Ayam.....	139
Tabel 6.4 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Daging.....	140

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I Layout IPAL Tampak Atas
- LAMPIRAN II Cara Pengukuran Nitrat, Nitrit, Ammonia, Fosfat, BOD, COD, Nitrogen Organik
- LAMPIRAN III Dokumentasi Pasar Tradisional Glodok



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jauh sebelum uang ditemukan sebagai alat pembayaran, manusia telah mengenal istilah barter yaitu perdagangan dengan saling bertukar barang (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2001). Seiring dengan berkembangnya waktu, cara mendapatkan barang kemudian tidak lagi dengan barter melainkan dengan menggunakan uang sebagai alat pembayaran. Penggunaan uang ini kemudian mendorong kegiatan perdagangan berkembang dengan pesat yang ditunjukkan dengan semakin beragamnya komoditas yang diperjualbelikan. Saat ini, salah satu tempat berlangsungnya kegiatan perdagangan adalah di pasar.

Peraturan Presiden nomor 112 tahun 2007 mendefinisikan Pasar sebagai area tempat jual beli barang dengan jumlah penjual lebih dari satu baik yang disebut sebagai pusat perbelanjaan, pasar tradisional, pertokoan, mall, plaza, pusat perdagangan maupun sebutan lainnya. Di Indonesia, jumlah pasar tradisional sekitar 13.650 dengan 12.6 juta pedagang beraktivitas di dalamnya (*Kompas*, 2 Maret 2005). Data WHO menyebutkan lebih dari 85% masyarakat Indonesia mendapat suplay kebutuhan pangan dari pasar tradisional (Laporan Interim Penyusunan Petunjuk Teknis Prasarana dan Sarana Penyehatan Lingkungan Permukiman untuk Pasar Sehat, 2008). Pada Pertemuan Nasional Kota Sehat (2006) diperkirakan paling tidak 60% kebutuhan pangan bagi penduduk di daerah perkotaan disediakan oleh pasar tradisional. Ini menunjukkan, dari sekian jenis pasar, pasar tradisional muncul sebagai pasar yang memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat.

Sebagaimana kegiatan pada umumnya, kegiatan perdagangan di pasar tradisional juga menghasilkan limbah. Secara umum, limbah yang dihasilkan dari suatu pasar tradisional dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Di banyak pasar tradisional, limbah padat umumnya telah dikelola, misalkan dengan mengangkut sampah yang dihasilkan secara rutin (Pasar Tradisional BSD) atau

membuat suatu unit pengomposan (Pasar Tradisional Glodok). Kondisi ini berbanding terbalik dengan pengelolaan limbah cair yang seringkali diabaikan. Limbah cair seringkali langsung dibuang begitu saja ke saluran kota/badan air tanpa sebelumnya melalui proses pengolahan atau dibiarkan menjadi genangan di banyak titik di pasar tradisional. Selain dapat menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit, genangan air ini juga dapat mempengaruhi estetika dari suatu pasar tradisional. Kondisi ini menyebabkan pasar tradisional identik dengan tempat jual beli sandang pangan dengan kondisi yang selalu semrawut, kumuh, kotor, jorok, rawan atau predikat lainnya yang berkonotasi negatif (Pidato Ketua Panitia HUT ke-30 PD Pasar Jaya dalam www.pasarjaya.com). Padahal, kesan buruk ini dapat dihapus dengan membuat suatu sistem pengolahan limbah cair.

Pengelolaan limbah cair yang baik seharusnya berupa suatu sistem terpadu yang mengatur mulai dari input, proses sampai output. Sistem pengolahan limbah cair yang umum digunakan adalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Khusus untuk pasar tradisional, Keputusan Menteri Kesehatan nomor 519 tahun 2008 menyebutkan bahwa limbah cair dari setiap kios di pasar harus disalurkan terlebih dahulu menuju IPAL sebelum dibuang ke saluran umum. Meskipun demikian, saat ini belum ada suatu peraturan yang khusus mengatur mengenai baku mutu air limbah dari kegiatan pasar tradisional. Literatur mengenai debit limbah cair dan karakteristik limbah cair pasar tradisional, yang dapat dijadikan acuan dalam mendesain, jumlahnya juga minim. Hal ini menyebabkan kebanyakan IPAL yang dibangun di pasar tradisional didesain berdasarkan referensi beban biologis bangunan perkantoran, pertokoan, dan hotel (wawancara penulis dengan pihak PD.Pasar Jaya). Dengan situasi semacam ini, tentu menarik untuk mengevaluasi IPAL pasar tradisional yang dibuat berdasarkan beban biologis perkantoran, pertokoan, dan hotel dalam hal kinerja saat menghadapi beban biologis aktual.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, perumusan masalah pada harus dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apa parameter yang dapat digunakan untuk mengkuantifikasi jumlah limbah cair yang dihasilkan dari suatu pasar tradisional?
2. Bagaimana karakteristik fisik dan kimia dari limbah cair pasar tradisional?
3. Bagaimana kinerja IPAL Pasar Tradisional?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi parameter untuk mengkuantifikasi jumlah limbah cair yang dihasilkan dari suatu pasar tradisional
2. Mengidentifikasi karakteristik fisik dan kimia dari limbah cair pasar tradisional
3. Mengevaluasi kinerja IPAL Pasar Tradisional

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk Peneliti

Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Sarjana Srata Satu Departemen Teknik Sipil, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia. Selain itu penelitian ini juga bermanfaat dalam memperluas wawasan terutama mengenai masalah pengolahan limbah cair pasar tradisional

2. Untuk Dunia Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi kemajuan dunia pendidikan dan memperkaya literatur mengenai pengolahan limbah cair pasar tradisional khususnya dalam hal parameter untuk mengkuantifikasi limbah cair dan karakteristik limbah cair pasar tradisional

3. Untuk pengelola Pasar Tradisional Glodok

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ide dan gagasan bagi terwujudnya pengolahan limbah cair yang lebih baik lagi di Pasar Tradisional Glodok

1.5 Batasan Masalah

Batasan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Penelitian dilakukan di salah satu Pasar Tradisional binaan PD.Pasar Jaya yang memiliki IPAL *on site*
- Penelitian dilakukan pada IPAL pasar tradisional yang telah beroperasi cukup lama (> 5 tahun)
- Penelitian dilakukan di pasar tradisional yang memiliki los basah (dengan komoditas dagangan bervariasi) dan tempat pemotongan ayam
- Penelitian dilakukan pada hari biasa dan tidak mewakili kondisi hari libur (penanggalan merah)

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Pasar Tradisional

Pasar tradisional merupakan salah satu jenis pasar sebagaimana tercantum dalam definisi pasar menurut Peraturan Presiden nomor 112 tahun 2007 tentang Penataan dan Pembinaan Pasar Tradisional, Pusat Perbelanjaan dan Toko Modern, yaitu “area tempat jual beli barang dengan jumlah penjual lebih dari satu baik yang disebut sebagai pusat perbelanjaan, pasar tradisional, pertokoan, mall, plasa, pusat perdagangan maupun sebutan lainnya.”

Berikut akan dijelaskan mengenai definisi dan klasifikasi pasar tradisional.

2.1.1. Definisi Pasar Tradisional

Meskipun Peraturan Presiden nomor 112 tahun 2007 secara jelas menyebutkan pasar terdiri atas beberapa jenis, terkadang pembagian jenis pasar ini mengerucut pada dua kategori besar, yaitu pasar tradisional dan pasar modern. Untuk semakin memperjelas pengertian mengenai pasar tradisional maka akan dijelaskan juga secara sekilas perbedaan mendasar antara pasar tradisional dan pasar modern.

Pasar Tradisional merupakan pasar yang dibangun dan dikelola oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah, Swasta, Badan Usaha Milik Negara dan Badan Usaha Milik Daerah termasuk kerjasama dengan swasta dengan tempat usaha berupa toko, kios, los dan tenda yang dimiliki/dikelola oleh pedagang kecil, menengah, swadaya masyarakat atau koperasi dengan usaha skala kecil, modal kecil dan dengan proses jual beli barang dagangan melalui tawar-menawar (Peraturan Kementrian Perdagangan nomor 53 tahun 2008). Di pasar tradisional, komoditas yang diperdagangkan umumnya adalah barang konsumsi masyarakat sehari-hari dengan tempat usaha yang dapat berupa toko, kios, los, maupun tenda. Pasar tradisional biasanya dikelola oleh pedagang kecil, menengah, dan koperasi dengan modal yang relatif kecil. Proses penjualan dan pembelian dilakukan dengan tawar-menawar.

Sementara itu, Pasar Modern adalah pasar yang dibangun oleh pihak pemerintah, swasta, dan koperasi yang dikelola secara modern. Komoditas yang diperdagangkan di pasar jenis ini selain barang kebutuhan sehari-hari juga barang lain yang sifatnya tahan lama. Jika pada pasar tradisional informasi mengenai nilai barang (harga) berasal dari penjual, maka pada pasar modern fungsi tersebut digantikan oleh label harga (*barcode*) yang biasanya diletakkan oleh penjual di setiap barang. Harga yang tertera tersebut adalah harga yang harus dibayar oleh pembeli, sebab di pasar modern, tidak terjadi proses tawar menawar harga. Contoh pasar modern di antaranya adalah plaza, supermarket, *hipermart*, dan *shopping centre*.

2.1.2. Klasifikasi Pasar Tradisional

Klasifikasi pasar tradisional berikut akan membahas mengenai pembagian pasar tradisional berdasarkan : pihak pengelola, waktu, dan komoditas barang dagangan.

2.1.2.1. Pasar Tradisional Berdasarkan Pihak Pengelola

Berdasarkan pihak pengelolanya, pasar tradisional dapat dibagi menjadi kategori berikut.

a. Pasar Tradisional yang dikelola Pemerintah Daerah

Pasar Tradisional jenis ini umumnya dikelola oleh perusahaan milik pemerintah daerah terkait. Contoh pemerintah daerah yang memiliki badan usaha terkait pengaturan pasar tradisional di antaranya adalah PD Pasar Jaya milik Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta dan PD Pasar Surya milik Pemerintah Daerah Kota Surabaya

b. Pasar Tradisional yang dikelola Swasta

Pasar Tradisional jenis ini dikelola oleh pihak lain yang tidak terkait dengan pemerintah. Contoh pasar tradisional yang dikelola oleh swasta ini adalah Pasar Tradisional BSD yang dikelola oleh BSD City Properti

2.1.2.2. Pasar Tradisional Berdasarkan Waktu

Menurut waktu, pasar tradisional dapat dikelompokkan ke dalam bentuk berikut.

a. Pasar Tradisional Harian

Pasar tradisional harian adalah pasar tradisional yang proses jual belinya berlangsung setiap hari.

Contoh pasar tradisional harian adalah pasar tradisional yang dikelola oleh PD Pasar Jaya.

b. Pasar Tradisional Mingguan

Pasar tradisional mingguan adalah pasar tradisional yang proses jual belinya dilakukan setiap seminggu sekali.

Contoh pasar tradisional mingguan adalah Onan Baru Pangururan yang terletak di Kabupaten Samosir, Sumatera Utara; Pasar Tradisional di Sungai Garinggiang, Pariaman, Sumatera Barat; dan Pasar Bolu di Kecamatan Rantepao, Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

2.1.2.3. Pasar Tradisional Berdasarkan Komoditas Barang Dagangan

Pembagian pasar tradisional berdasarkan komoditas barang dagangan, membagi pasar tradisional menjadi kategori berikut.

a. Pasar Tradisional Umum

Pasar Tradisional Umum adalah pasar tradisional yang komoditas barang dagangannya beragam. Komoditas barang dagangan yang dijual di antaranya adalah barang kebutuhan sehari-hari seperti sayur mayur, buah, bahan pangan mentah. Selain itu di beberapa tempat, pasar tradisional juga menjual barang tahan lama seperti pakaian, elektronik, maupun barang khas daerah tersebut.

Contoh pasar tradisional umum ini di antaranya adalah Pasar Beringharjo di Yogyakarta, Pasar Klewer di Solo, dan Pasar Johar di Semarang.

b. Pasar Tradisional Khusus

Pasar Tradisional Khusus adalah pasar tradisional yang komoditas barang dagangannya spesifik. Komoditas barang dagangan tersebut di antaranya dapat berupa sayur mayur, bunga, hewan.

Contoh pasar tradisional khusus ini di antaranya adalah Pasar Induk, Kramat Jati, Jakarta yang khusus menjual sayur mayur dan buah; Pasar Rawabelong dan Pasar Barito, keduanya berlokasi di Jakarta, dengan komoditas barang dagangan adalah bunga; Pasar Pandanrejo, Purworejo, Jawa Tengah yang khusus menjual kambing jenis peranakan Ettawa.

2.2. Air Limbah Secara Umum

Pada bagian air limbah ini, akan dibahas mengenai signifikansi pengelolaan & definisi istilah.

2.2.1. Signifikansi Pengelolaan

Menurut Kamala.A (1988), air limbah penting untuk dikelola antara lain karena alasan berikut, yaitu :

- Air limbah dapat menyebabkan kondisi sanitasi yang buruk di lokasi tempat air limbah tersebut dihasilkan. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan lalat, bakteri, nyamuk, dan lain sebagainya yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan
- Air limbah umumnya dibuang ke badan air terdekat atau ke tanah. Ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air dan menyebabkan bahaya serta ketidaknyamanan bagi masyarakat yang tinggal di dekat badan air tersebut
- Air limbah yang dihasilkan oleh industri umumnya sangat kompleks dan bertendensi mengandung bahan toksik yang dapat membahayakan makhluk hidup serta kehidupan akuatik
- Air limbah dapat mengalami perkolasi dan mengkontaminasi air permukaan

2.2.2. Definisi Istilah

Berikut adalah beberapa istilah seputar air limbah yang berhubungan erat dengan penelitian yang dilakukan.

- a. Air limbah, merupakan sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair (PP no.82 tahun 2001);
- b. Air limbah domestik, merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restoran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Kepmen LH no.112 tahun 2003);
- c. Air limbah industri, merupakan air limbah yang berasal dari kegiatan industri;
- d. Infiltrasi, merupakan air masuk ke dalam sistem pengumpulan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Air ini dapat berasal dari kebocoran sambungan, retakan, maupun rembesan.
- e. *Stormwater*, merupakan limpasan yang berasal dari jalan, halaman, dan sumber lain yang dihasilkan saat hujan dan masuk ke dalam sistem pengumpulan
- f. Air limbah *municipal*, merupakan istilah yang digunakan untuk gabungan air limbah, baik yang berasal dari air limbah domestik, industri, infiltrasi, inflow, dan sumber lain yang masuk ke dalam sistem pengumpulan;

Dalam Metcalf & Eddy (2004) disebutkan bahwa poin b, c, d, dan e, merupakan komponen air limbah yang secara umum dihasilkan oleh suatu komunitas sebelum masuk ke sistem pengumpulan.

Salah satu signifikansi pengelolaan air limbah, sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya adalah dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air. Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah nomor 82 tahun 2001).

Peraturan yang mengatur mengenai pengendalian pencemaran air dan terkait langsung dengan penelitian ini, antara lain :

- Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Lingkungan Hidup
- Undang-undang Nomor 07 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air
- KepMen LH Nomor 111 Tahun 2003 Tentang Pedoman Mengenai Syarat dan Tata Cara Perizinan Serta Pedoman kajian Pembuangan Air Limbah Ke Air Atau Sumber Air.
- KepMen LH Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Kegiatan Domestik

2.3. Karakteristik Air limbah

Karakteristik air limbah yang akan dibahas berikut, secara garis besar dibagi menjadi tiga kategori besar, yaitu : karakteristik fisik, karakteristik kimia anorganik, dan karakteristik kimia organik.

2.3.1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik merupakan karakteristik dari air limbah yang dapat dirasakan oleh indra manusia, seperti indra penglihatan, indra penciuman, indra perasa, maupun indra pembau. Karakteristik fisik air limbah yang akan dibahas berikut adalah padatan dan temperatur.

2.3.1.1. Padatan

Berikut akan diuraikan mengenai padatan secara umum dan prinsip pengukuran padatan.

a. Padatan secara Umum

Secara umum, padatan di air limbah terdiri dari padatan tersuspensi (*suspended solids*) dan padatan terlarut (*dissolved solids*). Baik padatan tersuspensi maupun padatan terlarut umumnya dibagi lagi menjadi, yang bersifat mudah menguap (*volatile*) dan yang bersifat tetap (*fixed*). Klasifikasi berbagai macam padatan tersebut, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.1. Dari sekian jenis padatan, padatan yang akan

dibahas secara lebih detail pada penelitian ini adalah padatan tersuspensi.

Tabel 2.1 Definisi Padatan yang Ditemukan di Air Limbah

Tes ^a	Deskripsi
<i>Total Solids</i> (TS)	Residu yang tersisa setelah sampel air limbah telah diuapkan dan dikeringkan pada temperatur khusus (103-105 °C)
<i>Total Volatile Solids</i> (TVS)	Padatan yang dapat divolatilisasi dan terbakar habis saat TS dibakar (500±50 ⁰ C)
<i>Total Suspended Solids</i> (TSS)	Bagian dari TS yang tertahan difilter dengan ukuran pori yang spesifik, diukur setelah dikeringkan pada temperatur yang ditentukan (105 ⁰ C). Filter yang umum digunakan untuk pengukuran TSS adalah Whatman <i>glass fiber filter</i> , dimana memiliki ukuran pori sekitar 1.58 µm
<i>Volatile Suspended Solids</i> (VSS)	Padatan yang dapat divolitilisasi dan terbakar habis saat TSS dibakar (500±50 ⁰ C)
<i>Fixed Suspended Solids</i> (FSS)	Residu yang tersisa setelah TSS dibakar (500±50 ⁰ C)
<i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) = (TS-TSS)	Padatan yang melewati filter, dan kemudian diuapkan dan dikeringkan pada temperatur khusus. Harus diperhatikan pada apa yang diukur sebagai TDS adalah terdiri dari koloid dan padatan terlarut. Koloid umumnya pada rentang dari 0.001 hingga 0.1 mm
<i>Total Volatile Dissolved Solids</i> (VDS)	Padatan yang dapat divolitilisasi dan terbakar habis saat TDS dibakar (500±50 ⁰ C)
<i>Fixed Dissolved Solids</i> (FDS)	Residu yang tersisa setelah TDS dibakar (500±50 ⁰ C)
<i>Settleable Solids</i>	Padatan tersuspensi, diekspresikan sebagai milliliter per liter yang dapat mengendap dalam periode waktu tertentu

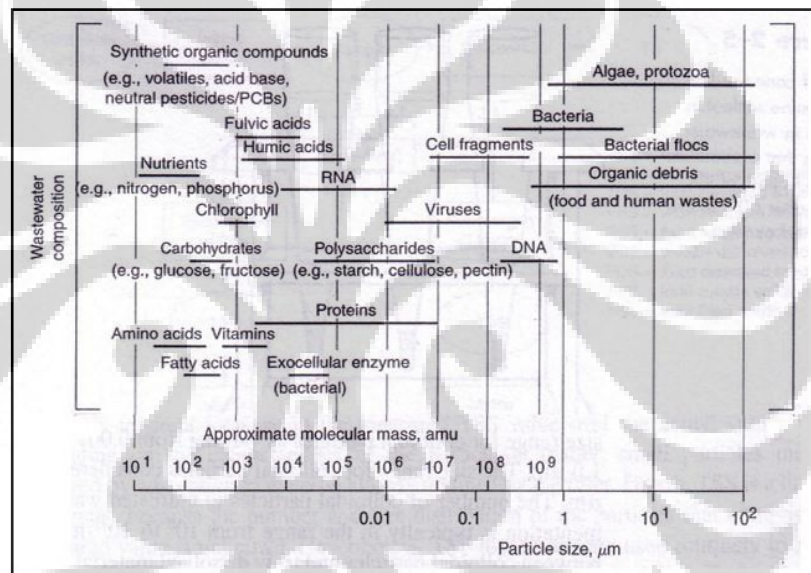
^aSelain settleable solids, semua dalam satuan mg/L

Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

Padatan tersuspensi di air dapat terdiri dari partikel organik maupun inorganik. Di air permukaan (*surface water*) padatan inorganik dapat berupa tanah liat (*clay*) dan konstituen tanah lain sementara material yang tergolong organik di antaranya jaringan tanaman dan padatan biologis seperti sel alga dan bakteri (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1987)

Material ini merupakan kontaminan alami yang berasal dari erosi air saat mengalir pada suatu permukaan.

Selain yang berasal dari kontaminan alami, jenis padatan tersuspensi lain juga dihasilkan dari pemakaian air. Air limbah domestik umumnya mengandung sejumlah besar kuantitas padatan tersuspensi yang sebagian besar bersifat organik. Sementara itu, padatan tersuspensi yang dihasilkan dari penggunaan air oleh industri, jenisnya lebih beragam, tersusun mulai dari organik sampai inorganik. Rentang ukuran kontaminan organik yang ditemukan di air limbah dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Sumber : Metcalf & Eddy, (2004)

Gambar 2.1 Rentang Ukuran Kontaminan Organik pada Air Limbah

b. Prinsip Pengukuran Padatan

Pada penelitian ini, parameter padatan yang akan diukur hanya *Total Suspended Solid* (TSS). Metode yang digunakan adalah metode gravimetri. Prosedur pengukuran TSS selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

2.3.2. Karakteristik Kimia Anorganik

Karakteristik kimia dari air limbah umumnya diklasifikasikan menjadi anorganik dan organik. Konstituen kimia anorganik yang akan dibahas berikut adalah pH, nitrogen, dan fosforus.

2.3.2.1. pH

Pembahasan mengenai pH akan mencakup : pH secara umum dan prinsip pengukuran pH

a. pH secara Umum

pH merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengukur intensitas kondisi asam basa dari suatu cairan. Ini merupakan suatu cara mengekspresikan konsentrasi ion hidrogen atau lebih tepatnya aktivitas dari ion hidrogen.

pH merupakan parameter penting dalam hampir seluruh aspek teknik lingkungan. Pada pengolahan air limbah yang menggunakan proses pengolahan biologis, pH harus dikontrol pada rentang angka tertentu agar sesuai dengan pH yang mendukung kehidupan dari organisme yang terlibat. Limbah cair yang memiliki pH rendah atau terlalu tinggi nilai harus disesuaikan pada pH yang mendukung kehidupan organisme. Untuk tujuan tersebut, terkadang digunakan bahan kimia untuk membantu. Contoh bahan kimia yang digunakan untuk menaikkan pH adalah CaO atau kapur yang dapat menaikkan pH sampai kisaran 12.6 (Qasim, 1985). CaO sendiri umum digunakan dalam proses *water softening*.

pH juga memiliki pengaruh dalam bentuk suatu senyawa. Reynolds dan Richards (1996) menyebutkan bahwa pada pH lebih besar dari 10.8 ammonia berada dalam bentuk gas.

b. Prinsip Pengukuran pH

pH pada sampel limbah akan diukur dengan menggunakan pH-meter sebagai alat pengukur.

2.3.2.2. Nitrogen

Pembahasan mengenai nitrogen akan mencakup : nitrogen secara umum dan prinsip pengukuran nitrogen

a. Nitrogen secara Umum

Nitrogen merupakan unsur penting dalam sumberdaya air, keseimbangan senyawa di atmosfer, dan dalam proses hidup seluruh tanaman serta hewan. Secara kimia, nitrogen merupakan unsur yang rumit karena memiliki beberapa tingkat oksidasi dan fakta bahwa perubahan tingkat oksidasi tersebut dapat disebabkan oleh organisme hidup. Perubahan tingkat oksidasi yang dapat disebabkan oleh bakteri tersebut dapat positif maupun negatif, tergantung kondisi lingkungan (aerobik atau anerobik).

Nitrogen memiliki 7 tingkat oksidasi, seperti tampak pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Senyawa N dengan Berbagai Tingkat Oksidasi

Tingkat Oksidasi	-III	0	I	II	III	IV	V
Senyawa N	NH ₃	N ₂	N ₂ O	NO	N ₂ O ₃	NO ₂	N ₂ O ₅

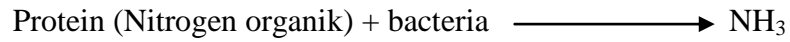
Tiga senyawa nitrogen bereaksi dengan air untuk menghasilkan senyawa inorganik terionisasi yang dapat mencapai konsentrasi tinggi.



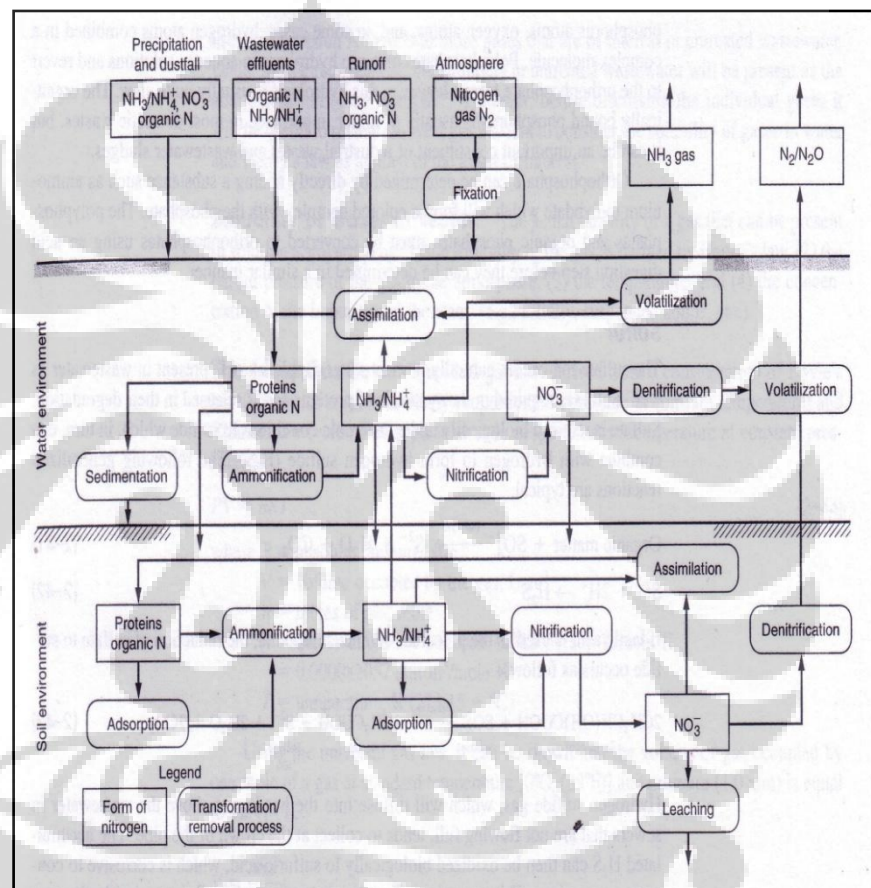
Senyawa yang terbentuk, yaitu ammonium, nitrit, dan nitrat merupakan senyawa yang bersifat dapat larut dalam air (*soluble*). Sementara itu, senyawa lain, yaitu N₂, N₂O, NO, dan NO₂ merupakan gas yang memiliki solubilitas terbatas di dalam air.

Sawyer (2003) menyebutkan bahwa protein merupakan nitrogen yang berada dalam bentuk organik (nitrogen organik). Sumber yang sama juga menyebutkan bahwa feses dari hewan mengandung sejumlah bahan protein yang tidak terasimilasi (nitrogen organik). Feses dan

bahan protein yang berada dalam tubuh mati hewan dikonversi dalam ukuran besar menjadi ammonia dengan bantuan bakteri heterotrofik, baik pada kondisi aerobik maupun anaerobik sesuai dengan reaksi berikut.



Siklus nitrogen di alam selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.

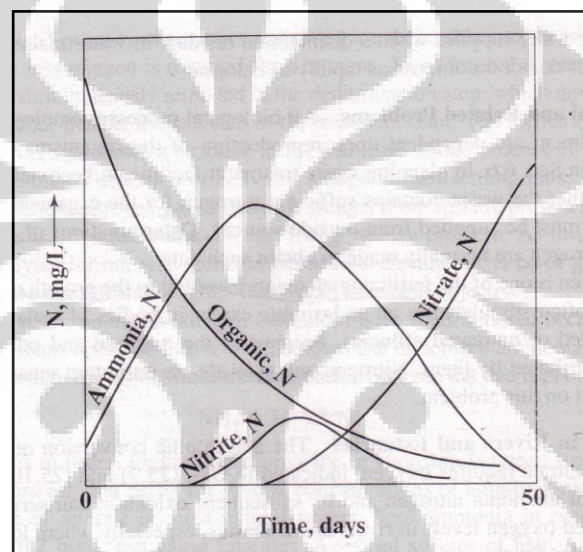


Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

Gambar 2.2 Siklus Nitrogen

Salah satu peranan nitrogen yang signifikan di alam adalah dalam mengindikasikan kualitas kehidupan akuatik. Ahli kimia yang bekerja bersama air terpolusi yang masih baru (*fresh*) menemukan bahwa sebagian besar nitrogen hadir dalam bentuk nitrogen organik (protein) dan ammonia. Seiring dengan berjalannya waktu, nitrogen organik ini secara bertahap dikonversi menjadi ammonia nitrogen, dan jika kondisi aerobik

berlangsung, terjadi oksidasi dari ammonia menjadi nitrit dan nitrat. Kejadian tersebut digambarkan pada gambar 2.3 berikut dan lebih jauh interpretasi kualitas sanitasi air umumnya dibuat berdasarkan pemahaman ini. Sebagai contoh, air yang mengandung banyak organik dan ammonia nitrogen biasanya merupakan air yang belum lama terpolusi dan dengan demikian memiliki potensi bahaya. Sementara itu, air yang sebagian besar nitrogennya berupa nitrat biasanya telah lama terpolusi dan demikian menghasilkan bahaya kesehatan yang lebih kecil. Air dengan sejumlah besar nitrit merupakan air dengan karakteristik tanda tanya.



Sumber : Sawyer (2003)

Gambar 2.3 Perubahan Bentuk dari Nitrogen pada Air yang Terpolusi dalam Kondisi Aerobik

b. Prinsip Pengukuran Nitrogen

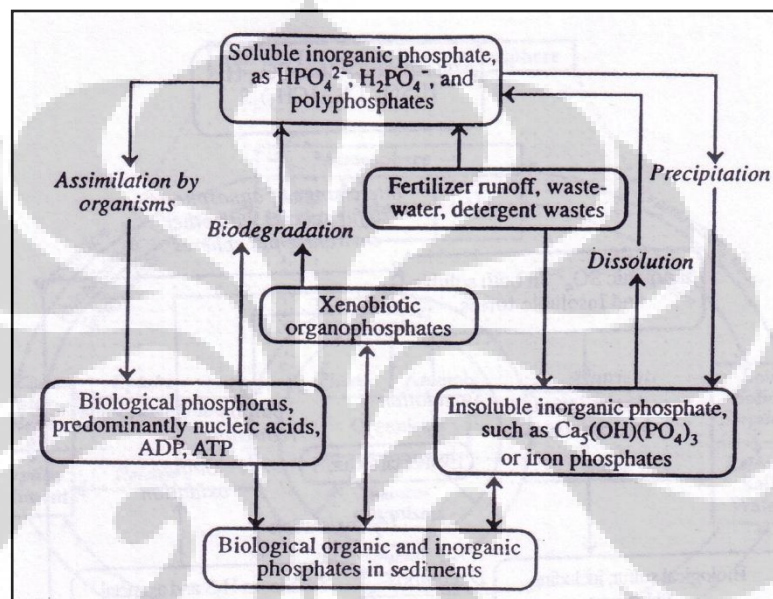
Pada penelitian ini, parameter terkait nitrogen yang akan diukur adalah total nitrogen, nitrat, nitrit, dan ammonium. Metode Kjeldahl digunakan untuk pengukuran total nitrogen, sementara untuk pengukuran nitrat, nitrit, dan ammonium digunakan metode spektrofotometri. Prosedur pengukuran total nitrogen, nitrat, nitrit, dan ammonium, secara berurut dapat dilihat pada lampiran.

2.3.2.3. Fosforus

Pembahasan mengenai fosforus akan mencakup : fosforus secara umum dan prinsip pengukuran fosforus.

a. Fosforus secara Umum

Siklus fosforus merupakan siklus yang krusial sebab fosforus biasanya merupakan nutrien yang jumlahnya terbatas di alam. Siklus fosforus selengkapnya dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Sumber : Manahan (2005)

Gambar 2.4 Siklus Fosforus

Limbah cair domestik umumnya kaya akan kandungan fosforus. Dengan semakin meningkatnya penggunaan deterjen sintetik, kandungan fosforus inorganik umumnya berkisar antara 2-3 mg/L, sementara organik berkisar antara 0.5-1 mg/L (Sawyer, 2003). Sebagian besar fosforus inorganik berasal dari kontribusi kotoran manusia sebagai hasil dari pemecahan protein dan asam nukleat serta eliminasi dari fosfat bebas di urin.

Organisme yang terlibat dalam proses biologis dari pengolahan air limbah seluruhnya membutuhkan fosforus untuk reproduksi dan sintesis material sel yang baru. Limbah cair domestik terkadang mengandung fosforus dalam jumlah yang lebih besar dari yang dibutuhkan

untuk menstabilkan bahan organik dengan jumlah yang terbatas. Hal ini ditunjukkan oleh keberadaan sejumlah fosforus pada effluen air limbah yang diolah secara biologis. Banyak industri, meskipun demikian tidak mengandung fosforus dalam kuantitas yang cukup untuk pertumbuhan optimum dari mikroorganisme. Defisiensi ini biasanya diatasi dengan menambahkan sejumlah fosfat organik.

b. Prinsip Pengukuran Fosforus

Pada penelitian ini, pengukuran fosforus pada air limbah dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Prosedur pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

2.3.3. Karakteristik Kimia Organik

Karakteristik kimia organik yang akan dibahas berikut adalah BOD, COD, & minyak lemak.

2.3.3.1. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

a. BOD secara Umum

Salah satu parameter paling umum yang digunakan untuk mengukur polusi organik, baik dari air limbah maupun air permukaan adalah BOD. BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri saat menstabilkan materi organik yang dapat terdekomposisi di bawah kondisi aerobik (Sawyer, 2003). Terdekomposisi dalam istilah ini diinterpretasikan sebagai bahan organik yang dapat berperan sebagai makanan bagi bacteria, dan dari oksidasi yang terjadi, dihasilkan energi. Menurut Peavy, Rowe, & Tchobanoglous (1985), materi yang mudah terbiodegradasi, pada bentuk terlarut umumnya berupa karbohidrat, lemak, protein, alcohol, asam, aldehyd, dan ester.

Tes BOD secara luas digunakan untuk mengukur kekuatan polusional (*pollutional strength*) dari limbah domestik dan industri dalam hal jumlah oksigen yang akan dibutuhkan oleh limbah tersebut jika dibuang ke badan air tempat kondisi aerobik berlangsung. Tes ini merupakan salah satu tes paling penting dalam melakukan pengontrolan

polusi pada suatu badan air. Hasil dari tes ini dapat digunakan untuk menetapkan regulasi dan sebagai studi dalam mendesain dan mengevaluasi kapasitas purifikasi dari badan air penerima.

Secara esensial, tes BOD merupakan prosedur bioassay yang melibatkan pengukuran jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh mikroorganisme hidup (umumnya bakteri) saat menguraikan bahan organik yang terdapat di limbah, di bawah kondisi yang kurang lebih sama seperti yang terjadi di alam. Untuk menjadikan tes ini kuantitatif, sampel yang akan diperiksa harus dilindungi dari adanya udara untuk mencegah terjadinya reaerasi saat oksigen terlarut tersebut mulai dikonsumsi. Sebagai tambahan, disebabkan oksigen memiliki solubilitas terbatas di air, sekitar 9 mg/L pada suhu 20⁰C, limbah yang kira-kira memiliki konsentrasi tinggi (*strength*) harus diencerkan sampai level tertentu untuk memastikan sejumlah oksigen terlarut dapat tetap ada selama tes berlangsung. Karena ini merupakan suatu prosedur bioassay, kondisi lingkungan harus diatur sedemikian rupa, termasuk tidak boleh adanya substansi toksik dan harus adanya semua *nutrien* yang dibutuhkan oleh bacteria seperti nitrogen dan fosforus.

b. Prinsip Pengukuran BOD

Pemeriksaan BOD didasarkan atas reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air, dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air, dan amoniak. Reaksi biologis pada tes BOD dilakukan pada temperatur inkubasi 20⁰C dan dilakukan selama 5 hari. Prosedur pengukuran BOD selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

2.3.3.2. Chemical Oxygen Demand (COD)

a. COD secara Umum

Tes COD merupakan tes yang secara umum digunakan untuk mengukur kekuatan organik dari limbah domestik dan industri. Selama penentuan COD, bahan organik dikonversi menjadi karbon dioksida dan air tanpa

memperhitungkan kemampuan asimilasi substansi secara biologis. Hasilnya, nilai COD umumnya lebih besar dibandingkan dengan nilai BOD dan akan lebih besar lagi saat terdapat sejumlah bahan organik yang resistan secara biologis. Material organik yang tergolong resisten terhadap degradasi secara biologi di antaranya adalah asam tanin, lignin, selulosa, dan fenol (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985).

Salah satu kekurangan utama dari COD tes adalah ketidakmampuannya dalam membedakan antara bahan organik yang mampu teroksidasi secara biologi dan bahan organik yang bersifat inert secara biologi. Sebagai tambahan, tes ini tidak menyediakan petunjuk mengenai pada laju berapa material yang aktif secara biologis akan stabil di bawah kondisi yang terjadi di alam.

Keuntungan utama dari tes COD adalah waktu yang dibutuhkan singkat. Tes ini dapat dilakukan selama kurang lebih 3 jam, jauh lebih cepat dibandingkan dengan tes BOD yang menghabiskan waktu 5 hari. Untuk alasan ini, pada banyak instansi, tes ini sering dijadikan pengganti tes BOD.

b. Prinsip Pengukuran COD

Pengukuran nilai COD air limbah yang dilakukan di penelitian ini, menggunakan metode refluks. Prinsip pengukurannya zat organik dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu refluks selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS). Prosedur pengukuran COD selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

2.3.3.3. Minyak Lemak

Pembahasan mengenai minyak lemak akan mencakup : minyak lemak secara umum dan prinsip pengukuran minyak lemak

a. Minyak lemak secara Umum

Minyak lemak merupakan parameter air limbah yang wajib diperhatikan karena bersifat memiliki solubilitas rendah di air dan memiliki tendensi untuk memisah pada fase *aquous* (Sawyer,2003). Keuntungan dari adanya karakteristik ini adalah pemisahan minyak lemak dapat menggunakan peralatan flotasi. Meskipun demikian, karakteristik ini juga sekaligus menimbulkan kerumitan dalam hal transportasi air limbah saat melewati jaringan perpipaan, destruksi saat di unit pengolahan biologis, dan pembuangan ke badan air.

Jika lemak (*grease*) tidak dihilangkan sebelum limbah cair olahan dibuang, lemak tersebut dapat menginterferensi, kehidupan biologis pada air permukaan dan menciptakan lapisan film yang kurang enak dipandang (*unsightly films*). Ketebalan minyak (*oil*) yang dibutuhkan untuk membentuk suatu lapisan film pada permukaan dari suatu badan air adalah sekitar 0.0003048 mm, seperti tampak pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Hubungan Penampilan Minyak dengan Ketebalan Film yang Terbentuk serta Jumlah Kuantitas yang Tersebar

Tampilan (<i>Appearance</i>)	Ketebalan lapisan	Kuantitas penyebaran (<i>Quantity spread</i>)
	(mm)	(L/ha)
Hampir tidak terlihat (<i>Barely visible</i>)	0.0000381	0.365
Kemilau keperakan (<i>Silvery sheen</i>)	0.0000762	0.731
Jejak pertama dari warna (<i>First trace of color</i>)	0.0001524	1.461
Kelompok warna terang (<i>Bright bands of color</i>)	0.0003048	2.922
Warna mulai pudar (<i>Color begins to dull</i>)	0.0010160	9.731
Warna menjadi lebih gelap (<i>Colors are much darker</i>)	0.0020320	19.463

Sumber: Metcalf & Eddy (2004)

b. Prinsip Pengukuran Minyak & Lemak

Pengukuran minyak lemak pada sampel limbah cair penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri.

2.4. Air Limbah Pasar Tradisional

Pembahasan mengenai air limbah pasar tradisional akan mencakup : sumber air limbah pasar tradisional, karakteristik air limbah pasar tradisional, dan baku mutu air limbah pasar tradisional.

2.4.1. Sumber Air Limbah Pasar Tradisional

Sumber air limbah yang dihasilkan dari suatu pasar tradisional adalah beragam, tergantung dari komoditas barang yang diperdagangkan di pasar tradisional tersebut. Jenis Pasar Tradisional Umum biasanya menghasilkan air limbah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Air Limbah Pasar Tradisional Umum

AIR LIMBAH PASAR TRADISIONAL UMUM		
	Lokasi Penghasil	Jenis & Kegiatan
D O M E S T I K	Kamar mandi	- urin - air cucian tangan
	Kantin/ <i>foodcourt</i>	- air bekas masak - cucian piring, gelas, dan peralatan masak
L O S B A S A H	Tempat penjualan : <ul style="list-style-type: none"> • Sayur • Ikan <ul style="list-style-type: none"> Ikan laut Ikan tawar • Ayam <ul style="list-style-type: none"> Hanya berupa karkas Memotong di tempat • Daging (sapi, babi) 	dihasilkan di antaranya dari tempat penjualan: kelapa, tahu, sawi asin <ul style="list-style-type: none"> - proses penyiraman - proses pembersihan sisik & isi perut - proses penyimpanan (ikan disimpan dalam suatu wadah dan baru diambil ketika ada pembeli) - proses pembersihan sisik & isi perut - proses pengawetan (menggunakan es batu) - ceceran darah Dart (1985) - faeces & urin - darah - lemak - air bekas pencuci karkas tidak menggunakan air karena dapat merusak kualitas daging

Sumber : selain sumber yang disebutkan, pengamatan & wawancara pribadi

2.4.2. Karakteristik Air Limbah Pasar Tradisional

Berikut akan dibahas sekilas mengenai karakteristik air limbah domestik dan air limbah los basah.

2.4.2.1. Karakteristik Air Limbah Domestik

Karakteristik tipikal dari air limbah domestik yang belum diolah dapat dilihat ada tabel 2.5

Tabel 2.5 Karakteristik Tipikal Air Limbah Domestik

Kontaminan	Unit	Konsentrasi		
		<i>Low Strength</i>	<i>Medium Strength</i>	<i>High Strength</i>
Total Padatan (TS))	mg/L	390	720	1230
Total Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	270	500	860
Tetap (<i>Fixed</i>)	mg/L	160	300	520
Mudah Menguap (<i>Volatile</i>)	mg/L	110	200	340
Total Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	120	210	400
Tetap (<i>Fixed</i>)	mg/L	25	50	85
Mudah Menguap (<i>Volatile</i>)	mg/L	95	160	315
Padatan yang Mengendap (<i>Settleable solids</i>)	mg/L	5	10	20
Biochemical oxygen demand, 5-d, 20C (BOD, 200)	mg/L	110	190	350
Total karbon Organik (TOC)	mg/L	80	140	260
Chemical oxygen demand (COD)	mg/L	250	430	800
Nitrogen (total sebagai N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Ammonia bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Fosforus (total sebagai P)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
Inorganik	mg/L	3	5	8
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak Lemak (<i>Oil and Grease</i>)	mg/L	50	90	100
Senyawa Organik Mudah Menguap (VOCs)	µg/L	< 100	100-400	>400
<i>Total Coliform</i>	No./100 mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
<i>Fecal Coliform</i>	No./100 mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸
<i>Cryptosporidium oocysts</i>	No./100 mL	10 ⁻¹ -10 ⁰	10 ⁻¹ -10 ¹	10 ⁻¹ -10 ²
<i>Giardia lamblia cysts</i>	No./100 mL	10 ⁻¹ -10 ¹	10 ⁻¹ -10 ²	10 ⁻¹ -10 ³

Sumber: Metcalf & Eddy (2004)

2.4.2.2. Karakteristik Air Limbah Los Basah

Karakteristik air limbah yang berasal dari los basah sangat ditentukan oleh aktivitas yang dilakukan dan komoditas yang diperdagangkan. Komoditas yang diperdagangkan tersebut umumnya berupa bahan pangan mentah, seperti sayur, ikan, daging sapi, dan ayam. Berdasarkan pengamatan penulis pada beberapa pasar tradisional di Jakarta dan Depok, air limbah pada los sayur di antaranya dihasilkan dari tempat penjualan kelapa dan tahu. Sementara di tempat penjualan selain sayur, air limbah dengan jumlah signifikan dihasilkan di los ayam dengan catatan di los tersebut juga terdapat tempat pemotongan ayam. Selain los ayam yang memiliki tempat pemotongan, sejumlah air limbah juga dihasilkan dari los ikan. Pada los yang hanya menjual karkas seperti los daging sapi, pemakaian air yang digunakan selama melakukan penjualan relatif sedikit. Berikut akan dibahas mengenai air limbah pemotongan ayam dan air limbah los ikan.

a. Karakteristik Tempat Pemotongan Ayam

Dart (1985) mengatakan sumber utama penyebab pencemaran dari limbah rumah pemotongan hewan adalah limbah cair yang terdiri dari :

- Feses dan urin
- Darah
- Lemak
- Air bekas pencuci karkas

Sedangkan limbah padat kurang menyebabkan pencemaran, karena umumnya dapat digunakan dan dimanfaatkan kembali. Limbah padat antara lain tulang, rambut, kuku, dan bagian padat yang disaring dari limbah cair

Caixeta (2002) menyebutkan bahwa pemotongan unggas (*poultry slaughterhouses*) menghasilkan limbah cair yang mengandung sejumlah besar bahan organik yang sifatnya mampu terbiodegradasi (*biodegradable*), material tersuspensi dan koloid yang berasal dari lemak, protein, dan selulosa. Karakteristik air limbah pemotongan ayam selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Karakteristik Air Limbah Pemotongan Ayam

Parameter	Satuan	Konsentrasi
Fisik		
TSS	mg/L	403.33
Kimia Anorganik		
pH	-	6.88
Ammonia	mg/L	58.98
Nitrit	mg/L	0.54
Nitrat	mg/L	28.93
Kimia Organik		
BOD	mg/L	320.28
COD	mg/L	580

Sumber : Widya.N, Budiarsa W, & Mahendra (2008)

b. Karakteristik Los Ikan

Karakteristik los ikan yang akan digunakan sebagai acuan akan menggunakan pendekatan limbah cair yang dihasilkan dari tempat pengolahan ikan (*fish processing plant*). Karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari proses penggaraman, pengasapan, pengalengan, dan operasi pengolahan limbah dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Karakteristik Limbah Cair Tempat Pengolahan Ikan

Parameter	Satuan	Konsentrasi
Fisik		
TSS	mg/L	200-2000
Kimia Anorganik		
pH	-	6.6-8.4
Kimia Organik		
BOD	mg/L	1600-2000
COD	mg/L	500-5000

Sumber : Pesennon (1971)

2.4.3. Standar Baku Mutu Air Limbah Pasar Tradisional

Sebenarnya tidak ada peraturan khusus yang membahas mengenai baku mutu air limbah kegiatan pasar tradisional. Meskipun demikian, baku mutu air limbah ini sedikit disinggung pada Kepmenkes no.519 tahun 2008 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat.

Pedoman ini mengatur penyelenggaraan pasar tradisional dalam hal-hal berikut, yaitu : (1) Lokasi, (2) Bangunan, (3) Sanitasi, (4) Perilaku Hidup Bersih dan Sehat, (5) Keamanan, (6) Fasilitas Lain. Setiap hal umumnya terbagi lagi menjadi sub bagian yang lebih spesifik. Hal-hal yang terkait pengolahan air limbah berada di bagian Sanitasi, tepatnya di sub bagian drainase.

Hal-hal yang diatur oleh Kepmenkes no.519 tahun 2008 bagian sanitasi sub bagian drainase selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.8

Tabel 2.8 Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat Bagian Sanitasi Sub Bagian Drainase

Poin	Isi
a.	Selokan/drainase sekitar pasar tertutup dengan kisi yg terbuat dari logam sehingga mudah dibersihkan
b.	Limbah cair yg berasal dari setiap kios disalurkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL), sebelum akhirnya dibuang ke saluran pembuangan umum
c.	Kualitas limbah outlet harus memenuhi baku mutu sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003 tentang kualitas air limbah
d.	Saluran drainase memiliki kemiringan sesuai dengan ketentuan yg berlaku sehingga mencegah genangan air
e.	Tidak ada bangunan los/kios diatas saluran drainase
f.	Dilakukan pengujian koalitas air limbah cair secara berkala setiap 6 bulan sekali

Sumber : Kepmenkes no.519 tahun 2008

Pada poin c, disebutkan bahwa baku mutu air limbah pasar tradisional mengikuti Kepmenkes no.112 tahun 2003. Kepmenkes no.112 tahun 2003 merupakan peraturan mengenai baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan domestik. Baku mutu yang dimaksud tersebut selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak lemak	mg/L	10

Sumber : Kepmenlh no.112 tahun 2003

2.5. Teknologi Pengolahan Air limbah

Pembahasan mengenai teknologi pengolahan air limbah akan mencakup : terminologi dalam pengolahan air limbah, pengolahan biologis, pengolahan primer, dan pengolahan sekunder.

2.5.1. Terminologi dalam Pengolahan Air limbah

Terminologi yang digunakan dalam pengolahan air limbah seringkali asing bagi sebagian orang. Dalam melakukan penelitian ini, terkadang digunakan beberapa istilah teknis seperti, unit operasi; unit proses; dan lain-lain. Penjelasan mengenai istilah tersebut dapat dilihat di paragraf berikut.

Metode yang digunakan untuk mengolah air limbah sering disebutkan sebagai unit operasi atau unit proses. Secara umum, *unit operasi* melibatkan penghilangan kontaminan dengan menggunakan gaya fisika, sementara *unit proses* melibatkan reaksi kimia dan atau biologis.

Unit operasi dan unit proses yang umumnya digunakan dalam pengolahan air limbah dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10. Unit Operasi dan Proses untuk Menghilangkan Konstituen Pada Air limbah

Kontaminan	Unit Operasi atau Unit Proses	
Padatan Tersuspensi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Screening</i> • <i>Grit Removal</i> • <i>Sedimentasi</i> • <i>High-Rate Clarification</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flotasi</i> • <i>Pengendapan kimia</i> • <i>Depth Filtration</i> • <i>Surface filtration</i>
Organik yang biologis dapat terurai secara (<i>biodegradable</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lagoon variations</i> • <i>Sistem fisik kimia</i> • <i>Oksidasi kimia</i> • <i>Advanced oxidation</i> • <i>Filtrasi membran</i> • <i>Variasi pertumbuhan Aerobik Suspended</i> • <i>Variasi pertumbuhan Aerobik Attached</i> • <i>Variasi pertumbuhan Anaerobik Suspended</i> • <i>Variasi pertumbuhan Anaerobik Attached</i> 	
Nutrien Nitrogen Phosphorus Nitrogen & phosphorus	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Oksidasi kimia (breakpoint chlorination)</i> • <i>Variasi pertumbuhan nitrifikasi dan denitrifikasi</i> • <i>Fixed-film nitrification dan denitrification variations</i> • <i>Air Stripping</i> • <i>Pertukaran ion</i> • <i>Pengolahan kimia</i> • <i>Penghilangan Fosforus secara Biologis</i> • <i>Variasi Penghilangan Nutrien secara Biologis</i> 	
Pathogen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chlorine compounds</i> • <i>Chlorine dioxide</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ozone</i> • <i>Radiasi Ultraviolet (UV)</i>
Koloidal dan padatan terlarut	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Membranes</i> • <i>Pengolahan kimia</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carbon Adsorption</i> • <i>Pertukaran ion</i>
Volatile Organik Compounds (VOC)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Air stripping</i> • <i>Adsorpsi karbon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Advanced oxidation</i>
Bau	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chemical scrubbers</i> • <i>Carbon adsorption</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Biofilters</i> • <i>Compost filters</i>

Sumber : Metcalf dan Eddy (2004)

Istilah *reaktor* mengacu pada suatu struktur beserta seluruh perlengkapannya, yang dapat terdiri dari unit operasi atau unit proses. Meskipun unit operasi dan unit proses merupakan fenomena natural, kedua hal tersebut dapat diinisiasi, dimodifikasi, dan juga dikontrol dengan memperhitungkan faktor lingkungan di reaktor. Desain reaktor dengan demikian merupakan aspek penting dari pengolahan air limbah dan membutuhkan pemahaman menyeluruh mengenai unit operasi dan unit proses.

Sistem pengolahan air limbah merupakan kombinasi dari unit operasi dan unit proses yang didesain untuk mereduksi konstituen tertentu yang terdapat di air limbah sampai level tertentu yang dapat diterima. Kombinasi ini dapat beragam. Meskipun pada prakteknya seluruh sistem pengolahan air limbah memiliki keunikan tertentu, ada klasifikasi umum dari unit operasi dan unit proses yang telah ada sejak bertahun-tahun yang lalu.

Sistem pengolahan air limbah *municipal* seringkali dibagi menjadi beberapa subsistem, yaitu pengolahan primer, pengolahan sekunder, dan pengolahan lanjutan.

2.5.2. Pengolahan Primer (*Primary Treatment*)

Tujuan dari pengolahan primer adalah untuk menghilangkan material padatan dari air limbah yang masuk ke sistem pengolahan. Material padatan yang berukuran besar dapat dihilangkan dengan menggunakan unit *screen* atau direduksi ukurannya dengan menggunakan peralatan pemotong. Padatan yang sifatnya inorganik dihilangkan di unit grit dan padatan organik tersuspensi dihilangkan dengan menggunakan sedimentasi. Tipikal subsistem pengolahan primer seharusnya mampu menghilangkan sebagian padatan tersuspensi dari air limbah yang masuk ke sistem pengolahan. Jumlah BOD yang diasosiasikan dengan padatan yang terhitung ini kurang lebih sebesar 30% dari BOD influen. (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985)

2.5.2.1. Screening

Screening umumnya merupakan unit operasi pertama yang digunakan di instalasi pengolahan air limbah. Tujuan utama dari *screen* adalah untuk memindahkan objek yang berukuran besar seperti ranting, dahan, kayu, plastik, dan benda sejenis. Objek semacam ini, jika tidak dihilangkan dapat merusak perpompaan dan peralatan penghilang lumpur; menyumbat *valves*, *nozzle*, saluran, dan perpipaan, yang dengan demikian dapat menyebabkan masalah serius dalam hal pengoperasian dan pemeliharaan. *Fine screen* terkadang digunakan untuk menghilangkan padatan tersuspensi.

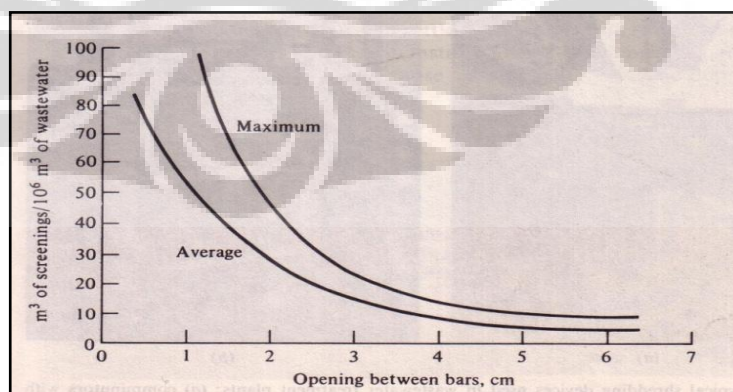
Secara umum, peralatan *screening* dibagi menjadi *coarse screen* dan *fine screen*. Kedua jenis *screen* ini dapat dibersihkan baik secara manual maupun secara mekanik dan mampu menghilangkan 20-35% padatan tersuspensi dan BOD₅ (Qasim, 1985).

a. Coarse Screen

Coarse screen secara umum merupakan unit pengolahan pertama dan bersifat protektif. Secara umum, *coarse screen* dapat berupa *bar racks* (*bar screen*), *coarse woven-wire screen*, dan *comminutor*.

- **Bar Screen**

Kuantitas dari jumlah padatan yang dipindahkan oleh *screening* bergantung dari ukuran bukaan *screen* itu sendiri. Kuantitas hasil *screening* dari tipikal air limbah *municipal* sebagai fungsi dari ukuran *screen* diilustrasikan oleh gambar 2.5 berikut.



Sumber : Peavy, Rowe & Tchobanoglous (1987)

Gambar 2.5 Kuantitas *Screening* sebagai Fungsi dari Ukuran *Screen*

- **Comminutor**

Pada unit operasi *screening* terkadang terjadi proses pencacahan yang dilanjutkan dengan pengembalian air limbah ke alirannya. Untuk tujuan ini, umumnya digunakan alat pencacah yang disebut *comminutor*. *Comminutor* biasanya diletakkan sejalan dengan jalur aliran dan mengintersepsi padatan kasar serta mencacahnya menjadi berukuran kurang lebih 8 mm (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1987).

Ada berbagai macam jenis *comminutor* di pasaran. *Comminutor* standar umumnya terdiri dari *screen* dan gigi pemotong (*cutting teeth*).

- b. **Fine Screen**

Fine Screen terdiri dari *screen* statis (*fixed screen*) dan *screen* bergerak (*movable screen*). *Screen* statis secara permanen diatur secara vertikal maupun horizontal dan harus dibersihkan misal dengan menggunakan sikat, sementara *screen* bergerak sendiri dibersihkan secara kontinu selama beroperasi.

2.5.2.2. Sedimentasi Primer

Sedimentasi primer adalah unit operasi yang didesain untuk mengkonsentrasikan dan menghilangkan padatan organik tersuspensi dari air limbah. Sedimentasi primer berlangsung dalam kondisi bak yang relatif tenang dan dalam kondisi normal, unit operasi ini mampu menghilangkan 50-70% padatan tersuspensi dan 25-40 % BOD₅ (Metcalf & Eddy, 1985).

Secara umum, tipe sedimentasi primer terdiri atas 3 jenis, yaitu (1) *horizontal flow*, (2) *solids contact*, dan (3) *inclined surface*. Pada penjernih (*clarifier*) jenis aliran horizontal, gradien kecepatan secara dominan berada di arah horizontal, yang secara fisik dapat berupa persegi panjang (*rectangular*), persegi empat (*square*), maupun sirkular (*circular*).

Menurut Qasim (1985), keuntungan penggunaan penjernih persegi panjang (*rectangular clarifier*) dibandingkan penjernih sirkular (*circular clarifier*) di

antaranya adalah : (1) membutuhkan area yang lebih sedikit ketika beberapa unit dioperasikan, (2) Memberikan keuntungan ekonomi dengan menggunakan *common walls* untuk beberapa unit, (3) Lebih mudah dalam mengontrol bau, (4) Menyediakan waktu perjalanan yang lebih panjang untuk terjadinya pengendapan, (5) Menyediakan lebih sedikit sirkuit pendek, (6) Menghasilkan kehilangan yang lebih sedikit di bagian inlet dan outlet, (7) Membutuhkan konsumsi tenaga yang lebih sedikit untuk pengumpulan dan penghilangan lumpur. Meskipun demikian, keuntungan tersebut juga diikuti kerugian di antaranya : (1) adanya kemungkinan area mati (*dead spaces*), (2) sensitif terhadap peningkatan debit secara tiba-tiba (*flow surge*), (3) Biaya perawatan tinggi terutama untuk penghilangan lumpur.

Kriteria desain untuk sedimentasi primer dengan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.11. Kriteria Desain Tangki Sedimentasi Primer

Parameter	Nilai	
	Rentang	Tipikal
Waktu Tinggal, jam	1.5 – 2.5	2.0
Laju <i>Overflow</i> , m ³ /m ² .hari		
Debit Rata-Rata	32 – 48	
Debit Puncak	80 – 120	100
Beban <i>Weir</i> , m ³ /m.hari	125 – 500	250
Dimensi bak, m		
Kedalaman	3 – 5	3.6
Panjang	15 – 90	25 – 40
Lebar	3 – 24	6 – 10
<i>Sludge Scrapper speed</i> , m/menit	0.6 – 1.2	1.0

Sumber : Peavy, Rowe, & Tchobanoglous (1987)

2.5.3. Pengolahan Sekunder (*Secondary Treatment*)

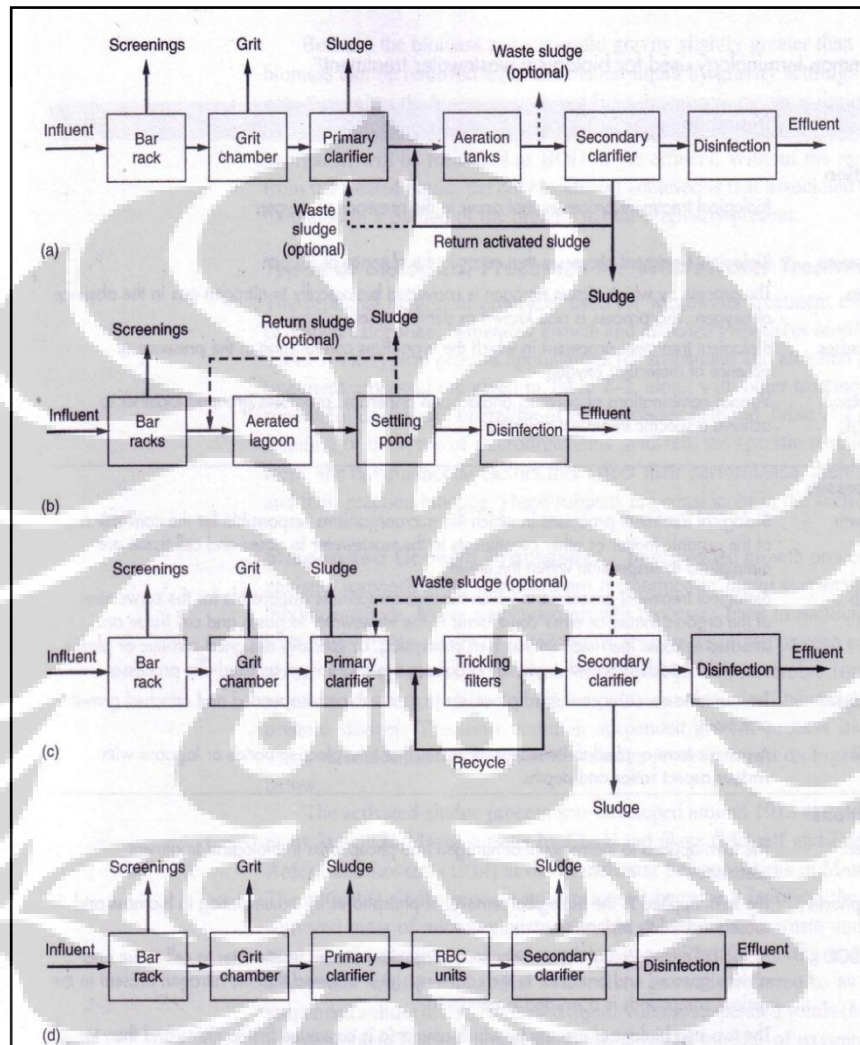
Effluen yang berasal dari pengolahan primer masih mengandung 40 sampai 50 persen jumlah padatan tersuspensi dan secara virtual seluruh padatan terlarut dan padatan inorganik.(Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1987). Untuk memenuhi standar baku mutu, fraksi organik ini, baik padatan tersuspensi maupun padatan terlarut harus direduksi. Penghilangan organik ini mengacu pada pengolahan sekunder, yang dapat terdiri dari proses kimia-fisika maupun proses biologis. Kombinasi dari operasi kimia-fisika seperti koagulasi, microscreening, filtrasi, oksidasi kimia, adsorpsi karbon, dan proses lain dapat digunakan untuk menghilangkan padatan dan mereduksi BOD sampai pada batas yang dapat diterima. Meskipun demikian proses ini merupakan opsi yang berbiaya tinggi baik secara kapital maupun operasional sehingga jarang digunakan. Pada prakteknya, proses biologis merupakan proses yang umum digunakan sebagai pengolahan sekunder bagi air limbah *municipal*.

2.5.3.1. Pengolahan Biologis

Pada pengolahan secara biologis, mikroorganisme menggunakan organik yang berasal dari air limbah sebagai sumber makanan dan mengkonversinya menjadi sel biologis atau biomassa. Karena air limbah mengandung berbagai jenis organik, maka dibutuhkan sejumlah organisme atau *mixed culture* untuk pengolahan yang lengkap. Setiap organisme pada *mixed culture* tersebut kemudian mencari sumber makanan yang paling cocok bagi metabolismenya.

Beberapa tipe reaktor dapat digunakan sebagai pengolahan biologis. Reaktor ini dapat berupa kultur melekat (*attached culture*) maupun kultur tersuspensi (*suspended culture*). Pada kultur melekat, sejumlah massa dari organisme dilekatkan pada permukaan yang sifatnya inert dengan air limbah kemudian dialirkan menuju ke permukaan tersebut. Sementara itu, pada kultur tersuspensi, mikroorganisme tersuspensi di air limbah baik dalam bentuk sel tunggal, maupun sekelompok sel yang disebut flok. Pengolahan biologis yang jenisnya termasuk dalam kultur melekat di antaranya adalah *trickling filter* dan *rotating biological contactor*. Pengolahan biologis yang termasuk ke dalam

jenis kultur tersuspensi di antaranya adalah *aerated lagoon* dan lumpur aktif dengan berbagai macam variasinya. Diagram alir tipikal (secara ringkas) untuk keempat reaktor tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6. Pembahasan selanjutnya mengenai reaktor akan difokuskan hanya pada lumpur aktif.



Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

Gambar 2.6. Diagram Alir Tipikal Proses Biologis pada Pengolahan Air limbah : (a) Proses Lumpur Aktif , (b) *Aerated Lagoon*, (c) *Trickling filters*, (d) *Rotating biological contactors*

2.5.3.2. Lumpur Aktif (*Activated Sludge*)

Pada bagian lumpur aktif ini, pembahasan akan meliputi lumpur aktif secara umum dan lumpur aktif tipe *extended aeration*.

a. Lumpur Aktif secara umum

Pembahasan mengenai lumpur aktif secara umum akan mencakup : penjelasan proses lumpur aktif, pertumbuhan bakterial, dan sistem aerasi.

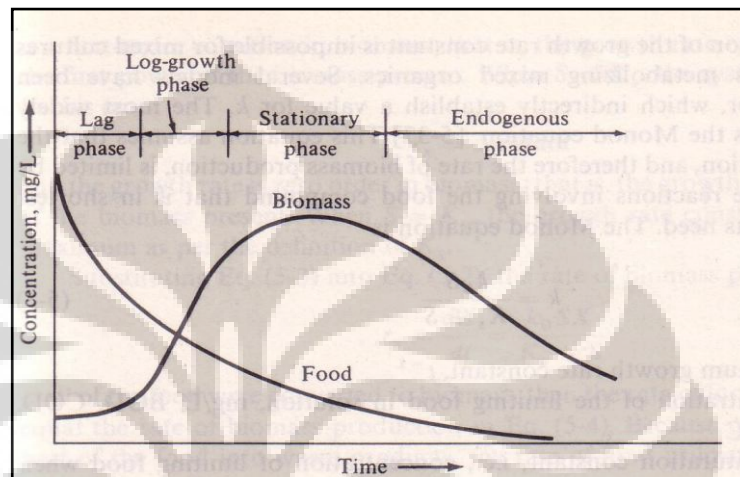
- Penjelasan proses lumpur aktif

Pada proses lumpur aktif, mikroorganisme dicampur secara menyeluruh dengan organik agar dapat berkembang biak dan dengan demikian menstabilkan organik yang ada. Seiring dengan berkembang dan bercampurnya mikroorganisme akibat adanya agitasi oleh udara, individual mikroorganisme kemudian berkumpul (flokulat) untuk membentuk suatu flok microbial yang disebut lumpur aktif. Campuran dari lumpur aktif dan air limbah pada bak aerasi disebut "*mixed liquor*". *Mixed liquor* ini mengalir dari bak aerasi menuju sedimentasi sekunder di mana lumpur aktif diendapkan. Sebagian dari lumpur aktif yang mengendap ini dikembalikan ke bak aerasi untuk menjaga rasio jumlah makanan berbanding jumlah mikroorganisme. Oleh karena lumpur aktif yang diproduksi lebih banyak dari lumpur aktif yang digunakan untuk proses, sebagian kemudian dibuang dari bak aerasi atau jalur pengembalian lumpur aktif menuju tempat penanganan lumpur (*sludge handling system*) untuk diolah dan kemudian dibuang. Udara dimasukkan ke dalam bak aerasi melalui *diffuser* atau pengaduk mekanik.

Ada banyak modifikasi dari proses lumpur aktif. Modifikasi ini memiliki perbedaan dalam hal pencampuran (*mixing*) dan pola aliran (*flow pattern*) di bak aerasi, serta dalam hal cara mikroorganisme dicampurkan dengan air limbah yang masuk.

- Pertumbuhan bakterial

Proses lumpur aktif erat kaitannya dengan mikroorganismenya yang digunakan untuk menstabilkan organik yang ada pada air limbah. Hubungan antara pertumbuhan sel dengan jumlah makanan, dalam hal ini adalah zat organik yang ada di air limbah diilustrasikan oleh gambar 2.7.



Sumber : Peavy, Rowe, & Tchobanoglous (1987)

Gambar 2.7 Pertumbuhan Biomassa dan Jumlah Makanan

- Sistem Aerasi

Secara umum, ada dua sistem aerasi utama yang digunakan pada proses lumpur aktif, yaitu (1) aerasi secara difusi (*diffused aeration*), dan (2) aerasi secara mekanik (*mechanical aeration*)

Pada aerasi secara difusi, udara disuplay melalui *diffuser* yang berpori atau menggunakan *nozzle* udara yang terletak di bagian bawah tangki. Variasi komponen yang digunakan dalam sistem aerasi secara difusi termasuk di antaranya adalah : (1) *diffuser air nozzles*, (2) perpipaan, dan (3) *blower* atau kompresor. Faktor yang mempengaruhi transfer oksigen di antaranya adalah ukuran gelembung, laju udara *diffuser*, penempatan *diffuser*, dan kecepatan medium di sekitarnya (Qasim, 1985).

b. Lumpur Aktif tipe *Extended aeration*

Lumpur aktif tipe *extended aeration* memiliki ciri khas waktu tinggal (*detention time*) yang relatif lama dan rasio makanan berbanding mikroorganisme (*Food to microorganism ratio*) rendah untuk menjaga kultur berada di fase *endogenous* (Peavy, Rowe, Tchobanoglous, 1985)

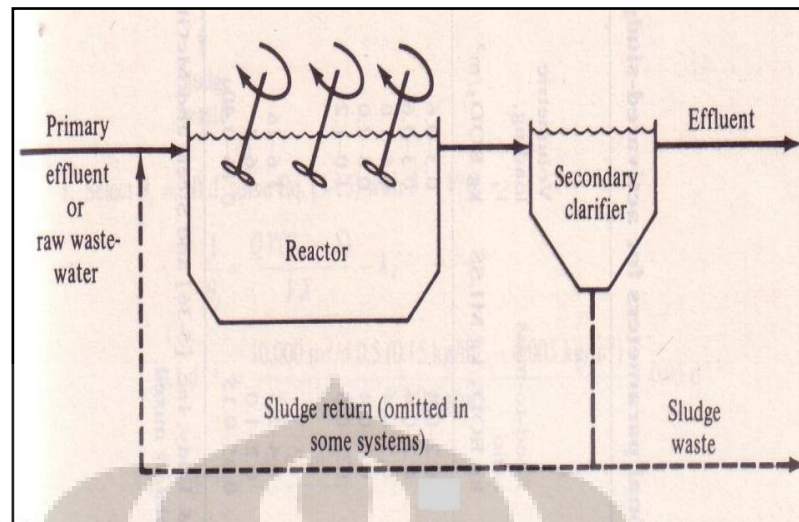
Kriteria desain untuk lumpur aktif tipe *extended aeration* selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.12. sementara diagram alir prosesnya dapat dilihat pada gambar 2.8.

Tabel 2.12 Kriteria Desain Lumpur Aktif tipe *Extended aeration*

Parameter	Kode	Satuan	Kriteria Desain	Sumber
Tipe Reaktor		-	Plug-Flow	1
Waktu Retensi Lumpur (<i>Sludge Retention Time</i>)	θ_c	(hari)	20 – 40	2
Rasio Makanan banding Mikroorganisme (<i>Food to Microorganism Ratio</i>)	F/M Ratio	kg BOD/ kg MLVSS.hari	0.04 - 0.10	2
Beban Volumetrik		(kg BOD/m ³ hari)	0.1- 0.3	2
Kebutuhan Udara	$\frac{Q_{udara}}{Q_{air}}$		18-36	1
<i>Mixed Liquor Suspended Solids</i>		(mg/L)	2000-5000	2
Periode Aerasi	Θ	jam	20-30	
Rasio Sirkulasi Lumpur	$\frac{Q_{lumpur}}{Q_{limbah}}$	-	0.5-2	1
<i>Endogenous Decay Rate Constant</i>	K _d	/hari	0.03-0.07	1
<i>Yield Coefficient</i>	Y	$\frac{kg\ biomassa}{kg\ BOD_5}$	0.2-0.5	1
Kandungan Padatan dalam Lumpur	X	mg/L	4000-12000	2

Keterangan :

1. Qasim (1985)
2. Metcalf & Eddy (2004)



Sumber : Peavy, Rowe, & Tchobanoglous (1987)

Gambar 2.8 Diagram Alir Lumpur Aktif tipe *Extended aeration*

2.5.3.3. Sedimentasi Sekunder

Biomassa yang dihasilkan dari pengolahan sekunder merepresentasikan sejumlah beban organik yang harus dihilangkan agar dapat memenuhi standar effluen yang telah ditetapkan. Pada sistem lumpur aktif, padatan yang dihasilkan dari pengolahan sekunder tersebut dihilangkan dengan menggunakan unit operasi sedimentasi sekunder.

Menurut Peavy, Rowe & Tchobanoglous (1987), sedimentasi sekunder untuk lumpur aktif harus dapat mencapai tujuan berikut, yaitu : (1) effluen yang dihasilkan harus mampu memenuhi standar yang telah ditetapkan, (2) unit operasi ini harus mampu mengkonsentrasikan padatan biologis untuk meminimalisasi jumlah padatan yang harus ditangani. Oleh karena kedua hal ini memiliki peranan penting dalam kesuksesan pengolahan, maka sedimentasi sekunder harus didesain sebagai bagian integral dari sistem lumpur aktif.

Kriteria desain untuk sedimentasi sekunder dari lumpur aktif tipe *extended aeration* selanjutnya dapat dilihat pada tabel 2.13 berikut.

Tabel 2.13 Kriteria Desain Sedimentasi Sekunder

Laju Overflow (m ³ /m ² .hari)		Beban (kg/m ² .hari)		Kedalaman (m)
Rata-Rata	Puncak	Rata-Rata	Puncak	
8-16	24-32	1.0-5.0	7.0	3.5-6

Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

2.5.3.4. Perhitungan Beban Operasional

1. Laju Beban BOD (*BOD loading rate*)

Laju Beban BOD adalah jumlah BOD yang diaplikasikan atau masuk ke dalam volume bak aerasi per hari (kg/m³.hari). Laju beban tersebut dapat bervariasi mulai dari 0.3 hingga lebih dari 3.0. Secara umum semakin besar laju beban BOD menyebabkan tingginya kebutuhan laju oksigen transfer per unit volume dari sistem aerasi (Metcalf dan Eddy, 2003).

$$\text{Laju Beban BOD} = \frac{QS_0}{V}$$

Keterangan :

- Q = debit influen air limbah (m³/hari)
- S₀ = influen konsentrasi BOD (g/m³)
- V = volume bak aerasi (m³)

2. SRT (*Solids Retention Time*)

Nilai SRT mewakili rata-rata periode waktu saat lumpur berada di dalam sistem. SRT merupakan parameter paling penting untuk desain lumpur aktif dikarenakan SRT mempengaruhi performa dari proses pengolahan, volume bak aerasi, produksi lumpur, dan kebutuhan oksigen. Nilai SRT ditentukan dengan membagi massa dari padatan di dalam bak aerasi dengan padatan yang dihilangkan setiap hari melalui effluen dan dengan membuang (*Wasting*) untuk proses kontrol. Proses lumpur aktif yang menghasilkan flokulasi baik dan *clarifier* di desain dengan benar, effluen dari VSS biasanya kurang dari 15 mg/l. Saat effluen VSS rendah, padatan yang berlebihan harus dikeluarkan dari sistem dengan membuang.

Membuang dilakukan dengan cara menghilangkan biomassa atau lumpur dari jalur aliran *recycle* di bawah bak *clarifier* (Metcalf dan Eddy, 2003).

3. *Food to Microorganism ratio* (F/M ratio)

Food to Microorganism ratio (F/M ratio) adalah parameter proses yang umum digunakan untuk mengkarakterisasi proses desain dan kondisi operasi. Nilai tipikal untuk BOD F/M ratio dilaporkan dalam literatur bervariasi dari 0.04 g substrat / g biomassa.hari untuk proses *extended aeration* hingga 1.0 g/g.hari untuk proses *high rate*. BOD F/M ratio biasanya dievaluasi untuk sistem yang didesain berdasarkan SRT untuk menghasilkan titik referensi terhadap desain lumpur aktif sebelumnya dan performa operasi (Metcalf dan Eddy, 2003).

$$F/M = \frac{QS_0}{XV}$$

Ket:

Q = debit influen air limbah (m³/hari)

S₀ = influen konsentrasi BOD atau bsCOD (g/m³)

X = Mixed liquor konsentrasi biomassa di dalam bak aerasi (g/m³)

V = Volume bak aerasi (m³)

4. *Mixed Liquor Suspended Solids* (MLSS)

Padatan biomassa di dalam bioreaktor umumnya diukur menggunakan *total suspended solids* (TSS) dan *volatile suspended solids* (VSS). Campuran dari padatan yang dihasilkan dari kombinasi sirkulasi lumpur dengan influen air limbah di dalam bioreaktor adalah *mixed liquor suspended solids* (MLSS) dan *mixed liquor suspended solids* (MLVSS) (Metcalf dan Eddy, 2003).

5. Plug Flow

Reaktor *plug flow* dengan daur ulang lumpur sering kali digunakan dalam proses lumpur aktif. Reaktor ini dapat diasumsikan seperti *complete mixing* yang tegak lurus terhadap aliran dengan pengadukan minimal

yang searah dengan aliran. Reaksi kinetik untuk produksi biomasa serupa dengan yang digunakan pada proses *batch* namun dengan konsentrasi biomasa yang tinggi dan konsentrasi makanan yang rendah karena adanya pengembalian lumpur (Peavy, Rowe, dan Tchobanoglous, 1985). Nilai rata-rata MLSS dan konsumsi makanan dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\theta_c Y (S_0 - S)}{\theta (1 + k_d \theta_c)}$$

$$r_s = - \frac{k_0}{Y} \frac{S \bar{X}}{K_s + S}$$

dengan \bar{X} merupakan rata-rata konsentrasi biomasa di dalam reaktor (miligram per liter). Persamaan ini dapat diaplikasikan bila $\theta_c/\theta \geq 5$. Dengan mengintegrasikan persamaan (ke-2) dengan waktu tinggal dalam reaktor dengan mensubstitusikan kondisi yang sesuai dan faktor daur ulang dihasilkan persamaan berikut:

$$\frac{1}{\theta} = \frac{k_0 (S_0 - S)}{(S_0 - S) + (1 - \alpha)(K_s \ln S_i/S)} - k_d$$

dengan

α = faktor daur ulang, Q/Q_r

S_i = konsentrasi substrat setelah pengadukan dengan lumpur daur ulang, mg/L

$$S_i = \frac{S_0 + \alpha S}{1 + \alpha}$$

6. Kebutuhan oksigen

Oksigen dibutuhkan untuk biodegradasi dari *carbonaceous material* yang ditentukan dari kesetimbangan massa menggunakan konsentrasi bCOD dari air limbah yang diolah dan jumlah dari biomassa yang dibuang dari sistem setiap harinya. Jika semua bCOD teroksidasi menjadi CO_2 , H_2O , dan NH_3 , kebutuhan oksigen akan sama dengan konsentrasi bCOD. Tetapi, bakteri mengoksidasi sejumlah dari bCOD menjadi energi dan menggunakan sebagian dari bCOD untuk pertumbuhan sel. Oksigen juga dikonsumsi untuk *endogenous respiration*, dan jumlahnya akan tergantung dengan sistem SRT. Untuk nilai SRT yang diberikan,

kesetimbangan massa pada sistem dapat dilakukan dengan bCOD removal sama dengan oksigen yang digunakan ditambah biomassa VSS yang tersisadalam istilah oksigen ekivalen (Metcalf dan Eddy, 2003).

$$O_2 \text{ kg/hari} = \frac{Q(S_0 - S)}{BOD_5/BOD_L} - 1.42P_x$$

Ket:

Q = debit influen air limbah (m³/hari)

S₀ = influen konsentrasi sBOD₅ (g/m³)

S = effluen konsentrasi sBOD₅ (g/m³)

P_x = limbah lumpur aktif, VSS (kg/hari)

7. SOR

$$F_a = \left(1 - \frac{\text{altitude.m}}{9450}\right)$$

$$SOR \text{ kg/hari} = \frac{N}{[(C'_{sw}\beta F_a - C)/C_{sw}](1.024)^{T-20} \alpha}$$

Ket:

N = oksigen teori yang dibutuhkan, (kg/hari)

C_{sw} = kelarutan oksigen di dalam tap water pada standar 20 °C = 9.15 mg/l

C'_{sw} = kelarutan oksigen di dalam tap water pada temperatur lapangan (mg/l)

C = minimum oksigen terlarut yang dijaga di dalam bak aerasi (mg/l)

B = faktor salinitas tegangan permukaan, biasanya 0.9 di air limbah

α = faktor koreksi transfer oksigen untuk air limbah biasanya 0.8-0.9

F_a = faktor koreksi kelarutan oksigen untuk elevasi

T = temperatur rata-rata untuk air limbah dalam bak dalam kondisi lapangan (°C)

8. Yield coefficient

Di dalam proses pengolahan biologi, pertumbuhan sel muncul secara bersamaan dengan oksidasi komponen organik ataupun inorganik. Ratio dari jumlah biomassa yang dihasilkan terhadap jumlah substrat yang

dikonsumsi (g biomassa / g substrat) diartikan sebagai *biomass yield*, dan secara tipikal diartikan relatif terhadap electron donor yang digunakan.

$$Y = \frac{g \text{ biomassa yang dihasilkan}}{g \text{ substrat digunakan (i.e., dikonsumsi)}}$$

Di dalam pengolahan aerobik atau anaerobik dari pengolahan limbah domestik dan limbah industri mengandung sejumlah besar komponen organik, *yield* diukur berdasarkan parameter terukur yang dapat merefleksikan konsumsi komponen organik secara keseluruhan, seperti COD atau BOD. Sehingga, nilai *yield* menjadi g biomassa / g BOD dihilangkan atau g biomassa / g COD.dihilangkan (Metcalf dan Eddy, 2003).

9. Efisiensi pengolahan BOD

Efisiensi pengolahan BOD atau efisiensi removal BOD adalah tingkat penghilangan nilai BOD di dalam air limbah dari suatu sistem pengolahan.

2.5.3.5. Disinfeksi

Air limbah mengandung berbagai macam tipe organisme yang dapat masuk ke dalam tubuh manusia dan memiliki asosiasi dengan penyakit yang tersebar melalui air (*waterborne diseases*). Disinfeksi merupakan proses destruksi selektif penyebab penyakit yang disebabkan oleh organisme pada suatu suplay air minum atau effluen air limbah (Qasim, 1985).

Secara umum, metode disinfeksi terbagi menjadi tiga kategori, yaitu disinfeksi secara fisika, disinfeksi secara radiasi, dan disinfeksi secara kimia. Pembahasan selanjutnya hanya akan berbicara mengenai disinfeksi secara kimia.

Ada banyak tipe disinfektan kimia yang digunakan untuk aplikasi yang berbeda. Dari berbagai macam tipe ini, disinfeksi dengan klorin merupakan yang paling umum digunakan, termasuk untuk pengolahan air limbah.

Tabel 2.14. Karakteristik Disinfektan yang Ideal

Karakteristik	Properti/Respon
Ketersediaan	Harus tersedia dalam jumlah besar dan harga yang memadai
Kemampuan menghilangkan bau	Harus dapat menghilangkan bau saat desinfeksi
Homogenitas	Larutan harus seragam dalam komposisi
Interaksi dengan bahan asing	Harus tidak dapat diabsorpsi oleh zat organik selain sel bakteri
Tidak korosif dan tidak memberi noda	Tidak merubah bentuk logam atau menodai kain
Tidak toksik terhadap tingkat kehidupan yang lebih tinggi	Harus toksik terhadap mikroorganisme dan tidak toksik terhadap manusia dan hewan lainnya
Penetrasi	Harus memiliki kapasitas untuk penetrasi melewati permukaan
Keselamatan	Harus aman untuk dipindahkan, disimpan, ditangani dan digunakan
Kelarutan	Harus dapat larut di dalam air atau jaringan sel
Stabilitas	Harus memiliki tingkat kehilangan aksi <i>germicidal</i> rendah terhadap waktu saat digunakan
Toksitas terhadap mikroorganisme	Harus efektif pada tingkat pengenceran tinggi
Toksitas pada temperature ambient	Harus efektif pada temperatur ambient

Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

Tabel 2.15 Perbandingan Ideal dan Aktual Disinfektan yang Umum Digunakan

Karakteristik	<i>Chlorine</i>	<i>sodium Hypochlorite</i>	<i>calcium hypochlorite</i>	<i>chlorine dioxide</i>	<i>ozone</i>	<i>UV radiation</i>
Ketersediaan/biaya	Biaya rendah	Biaya cukup rendah	Biaya cukup rendah	Biaya cukup rendah	Biaya cukup tinggi	Biaya cukup tinggi
Kemampuan menghilangkan bau	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Na
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen	Na
Interaksi dengan bahan asing	Mengoksidasi bahan organik	Bahan pengoksidasi aktif	Bahan pengoksidasi aktif	Tinggi	Mengoksidasi bahan organik	Absorbansi dari radiasi UV
Tidak korosif dan tidak memberi noda	Sangat korosif	Korosif	Korosif	Sangat korosif	Sangat korosif	Na
Tidak toksik terhadap tingkat kehidupan yang lebih tinggi	Sangat toksik untuk kehidupan lebih tinggi	Toksik	Toksik	Toksik	Toksik	Toksik
Penetrasi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang
Keselamatan	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah
Kelarutan	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Na
Stabilitas	Stabil	Sedikit tidak stabil	Relatif stabil	Tidak stabil	Tidak stabil	Na
Toksisitas terhadap mikroorganisme	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Toksisitas pada temperatur ambien	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Sumber : Metcalf & Eddy (2004)

2.5.4. Pengolahan Lanjut (*Advanced Treatment*)

Salah satu bentuk pengolahan lanjut adalah penghilangan nutrien. Unsur yang termasuk nutrien di antaranya adalah nitrogen dan fosforus. Salah satu cara penghilangan nutrien adalah dengan nitrifikasi, yaitu proses mengkonversi ammonia menjadi nitrat dan kemudian menjadi gas nitrogen. Nitrifikasi dapat terjadi bersamaan dengan penghilangan BOD di pengolahan sekunder.

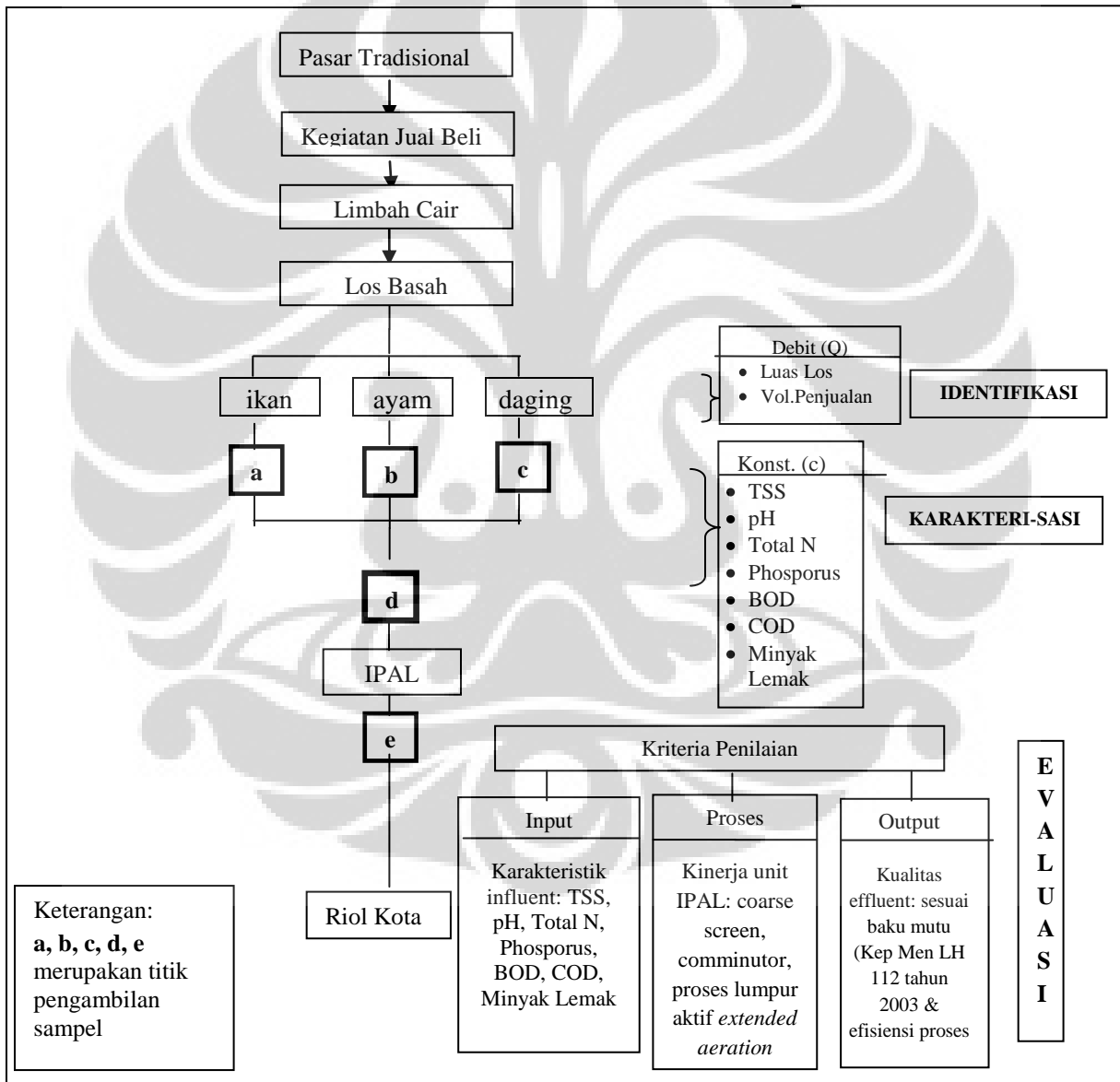
Ada beberapa faktor yang harus dipenuhi agar terjadi nitrifikasi, yaitu (Reynolds dan Richards, 1996):

- Desain *Mean cell residence time*, θ_c , harus dapat dicukupkan untuk nitrifikasi. Dalam beberapa kasus *mean cell residence time* desain lebih besar, untuk nitrifikasi daripada design, θ_c , yang dibutuhkan untuk penghilangan substrat, seperti penghilangan BOD (*BOD removal*).
- Desain waktu tinggal (*detention time*), θ , harus mencukupi agar nitrifikasi dapat terjadi. Dalam beberapa kasus, waktu tinggal untuk nitrifikasi lebih besar daripada waktu tinggal dari penghilangan substrat, seperti BOD removal.
- Kandungan oksigen terlarut yang beroperasi, DO, harus sama dengan atau lebih besar dari 2.0 mg/l. Di bawah level ini, laju nitrifikasi menjadi terhambat.
- Kebutuhan oksigen untuk bak harus mencukupi untuk nitrifikasi. Jika oksigen yang dibutuhkan tidak mencukupi, penghilangan substrat, seperti penghilangan BOD₅ akan terjadi, tetapi tingkat dari nitrifikasi akan terbatas.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian menjelaskan mengenai bagaimana urutan berpikir penelitian ini. Diagram alir penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.,



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Terminologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa terminologi yang sekaligus juga merupakan isu utama yang diangkat. Terminologi yang digunakan tersebut adalah identifikasi, karakterisasi, dan evaluasi. Penjelasan mengenai ketiga terminologi tersebut dalam kaitannya dengan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Terminologi Penelitian

Terminologi	Objek Penelitian	Penjelasan
IDENTIFIKASI	LIMBAH CAIR	Mengkuantifikasi limbah cair yang dihasilkan dari berbagai los yang berbeda
KARAKTERISASI	LIMBAH CAIR	Mengukur sifat fisik dan kimia dari limbah cair menggunakan parameter yang telah ditetapkan
EVALUASI	IPAL	Melakukan penilaian terhadap kinerja IPAL berdasarkan kriteria yang telah ditentukan

3.3 Lokasi & Output penelitian

Subbab ini akan membahas mengenai lokasi dan output penelitian. Lokasi penelitian menjelaskan mengenai alasan dipilihnya Pasar Tradisional Glodok sementara output penelitian memaparkan mengenai hasil penelitian yang akan diperoleh.

3.3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di salah satu pasar tradisional di Jakarta, yaitu di Pasar Tradisional Glodok yang dipilih dengan alasan sebagai berikut.

a. Memiliki IPAL on-site

Salah satu syarat penelitian ini dapat dilakukan adalah adanya pasar tradisional yang telah memiliki suatu sistem pengelolaan limbah cair. Untuk daerah Jakarta,

pengelolaan pasar tradisional dilakukan oleh suatu badan pemerintah daerah, yaitu PD Pasar Jaya. Berdasarkan keterangan yang diperoleh dari pihak PD.Pasar Jaya, diketahui bahwa sistem pengelolaan limbah cair di pasar tradisional yang berada di bawah pengelolaannya tidak sama di semua tempat. Secara umum, pengelolaan limbah cair di pasar tradisional terbagi atas kategori : tidak memiliki pengolahan, memiliki sistem pengolahan di tempat, dan pengolahannya diserahkan ke pihak lain (PD.PAL Jaya). Pasar Tradisional Glodok merupakan salah satu pasar tradisional termasuk dalam kategori memiliki pengolahan di tempat, dalam hal ini IPAL yang terletak di dalam kompleks pasar.

b. Usia IPAL yang relatif lama

Ada tiga isu utama yang diangkat pada penelitian ini, yaitu identifikasi & karakterisasi limbah cair serta evaluasi IPAL. Dalam melakukan evaluasi, diperlukan suatu sistem yang telah berjalan selama beberapa waktu, sehingga kinerja sistem tersebut dapat dibuat penilaian. IPAL Pasar Tradisional Glodok dibangun bersamaan dengan pembangunan infrastruktur pasar yang lain dan sampai tahun 2010, pengoperasiannya telah berjalan selama hampir 10 tahun. Dengan demikian, Pasar Tradisional Glodok memenuhi kriteria pasar tradisional yang memiliki IPAL dengan usia relatif cukup lama.

c. Keberagaman komoditas

Selain isu mengenai evaluasi IPAL, isu lain yang juga diangkat pada penelitian ini adalah mengenai identifikasi & karakteristik limbah cair. Untuk itu, diperlukan suatu pasar tradisional yang memiliki komoditas barang dagangan yang beragam. Barang dagangan di sini dalam arti adalah barang dagangan yang berpotensi menghasilkan limbah cair. Jika merujuk pada pasar tradisional, salah satu titik yang menghasilkan limbah cair adalah los basah. Di Pasar Tradisional Glodok, barang dagangan yang dijual di los basah dan berpotensi menghasilkan limbah cair cukup beragam. Selain menjual bahan pangan mentah seperti daging, ikan, babi, dan sayur, di Pasar Tradisional Glodok juga dilakukan kegiatan pemotongan ayam.

Kondisi ini menunjukkan bahwa Pasar Tradisional Glodok tepat untuk dijadikan lokasi penelitian.

3.3.2 Output Penelitian

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, ada tiga terminologi yang diangkat di penelitian ini. Terminologi tersebut, baik identifikasi, karakterisasi, maupun evaluasi, memiliki kegiatan spesifik sesuai dengan data yang nantinya akan dihasilkan. Penjabaran mengenai isu yang diangkat beserta data yang nantinya akan dihasilkan (output penelitian) dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.2 Output Penelitian

Terminologi (Kegiatan Umum)	Keterangan Kegiatan	Output Penelitian
IDENTIFIKASI (Kuantifikasi)	mengkuantifikasi limbah cair tiap los dilihat dari segi : debit, luas los, dan volume penjualan	- Debit per luas los - Debit per volume penjualan
KARAKTERISASI (Pengukuran)	mengukur kualitas limbah cair tiap los menggunakan parameter : pH, TSS, ammonia, total nitrogen, fosforus, BOD, COD, minyak lemak	Karakteristik limbah cair tiap los (parameter sesuai keterangan)
EVALUASI	menilai kinerja IPAL menggunakan kriteria : - karakteristik influen (input) - proses IPAL - kualitas effluent	-kesesuaian dengan literature - kinerja unit IPAL - kesesuaian dengan baku mutu & efisiensi proses

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian membahas mengenai bagaimana suatu penelitian dilakukan yang tergambar dalam teknik penelitian dan prosedur penelitian. Teknik Penelitian menjelaskan mengenai alat pengukur yang digunakan dalam penelitian sementara prosedur penelitian menggambarkan urutan pekerjaan yang dilakukan selama penelitian.

3.4.1 Teknik Penelitian

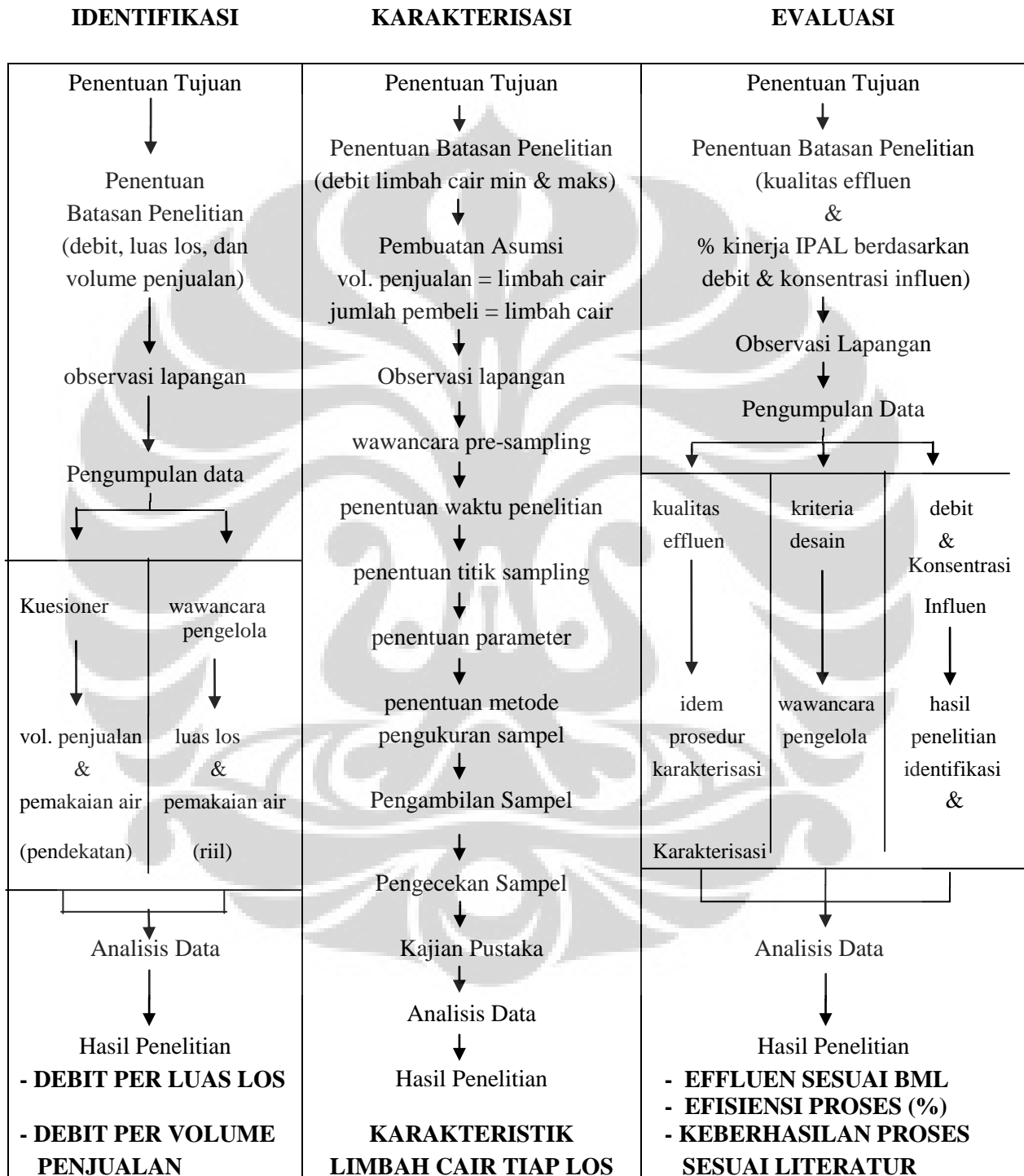
Seperti telah disebutkan sebelumnya, teknik penelitian membahas mengenai alat pengukur apa yang digunakan selama penelitian. Dalam penelitian ini, teknik penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Observasi/pengamatan, untuk melihat secara langsung kegiatan perdagangan yang berlangsung di los basah Pasar Tradisional Glodok
2. Wawancara, untuk mengetahui gambaran umum sistem pengelolaan limbah cair, termasuk IPAL dan data pendukung terkait limbah cair yang dihasilkan di Pasar Tradisional Glodok
3. Pengukuran, untuk mengetahui kualitas limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan di tiap los dan kualitas effluen IPAL
4. Kuesioner, untuk mengetahui volume penjualan dan volume pemakaian air tiap los. Kuesioner ini ditujukan kepada pedagang los basah Pasar Tradisional Glodok
5. Teknik kepustakaan, untuk membandingkan hasil penelitian dengan standar baku mutu yang berlaku

3.4.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian menjelaskan mengenai urutan pekerjaan yang dilakukan. Agar sistematis, urutan pekerjaan dibagi berdasarkan terminologi penelitian. Prosedur penelitian selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 3.3 Prosedur Penelitian



3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu cara sistematis yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh data. Secara umum, pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode pengamatan langsung/observasi, metode dengan menggunakan pertanyaan (wawancara & kuesioner), dan penelitian lapangan.

Data pada penelitian ini sendiri adalah sebagai berikut.

- a. Data Primer, merupakan data yang diperoleh peneliti dari lokasi penelitian. Pengambilan datanya dapat menggunakan metode : pengukuran, wawancara, dan observasi/pengamatan.
- b. Data sekunder, merupakan data yang berasal dari sumber lain, yang umumnya dipergunakan untuk menunjang data primer. Studi literatur dan data internal manajemen Pasar Tradisional Glodok termasuk dalam kategori ini.

3.5.1 Data Primer

Data primer terdiri dari pengukuran dan wawancara.

3.5.1.1 Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kualitas limbah cair yang dihasilkan dari setiap los basah serta limbah cair effluent IPAL. Pengukuran terdiri dari pengambilan sampel dan pengecekan sampel di laboratorium.

a. Pengambilan sampel

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengukuran adalah melakukan pengambilan sampel. Pengambilan sampel ini dilakukan di beberapa titik dan secara garis besar terbagi atas influen dan effluent. Pada titik yang menggambarkan influen, pengambilan sampel dilakukan di tiap los basah serta di titik sebelum masuk IPAL. Los basah yang dimaksud terdiri dari los sayur, los ikan, los daging, los babi, dan los ayam. Pada titik yang menggambarkan effluent, pengambilan sampel dilakukan di saluran sebelum masuk riol kota.

Waktu pengambilan sampel untuk titik influen dilakukan pada hari yang diperkirakan terjadi debit minimum dan maksimum dalam satu pekan. Hari yang dimaksud ditentukan berdasarkan wawancara yang sebelumnya dilakukan ke pedagang dan pengelola pasar. Asumsi yang digunakan adalah volume penjualan sebanding dengan limbah cair yang dihasilkan. Berdasarkan wawancara dan asumsi tersebut, maka ditetapkan hari yang merepresentasikan debit minimum adalah hari senin sementara untuk hari yang menggambarkan debit maksimum ditentukan hari sabtu. Pengambilan sampel akan dilakukan pada tanggal 22,24,dan 27 November 2010.

Metode pengambilan sampel dibedakan berdasarkan titik. Untuk titik effluen, pengambilan dilakukan dengan menggunakan metode grab sampling sementara untuk titik influen dilakukan dengan menggunakan metode komposit. Pada grab sampling, sampel langsung diambil di suatu waktu tertentu dengan asumsi proses yang terjadi di IPAL telah menyebabkan kualitas effluen yang dihasilkan *uniform* (sama di setiap waktu). Pada metode komposit, sampel dikumpulkan pada suatu wadah selama beberapa waktu tertentu. Sejumlah tertentu kemudian diambil untuk selanjutnya di lakukan pengecekan di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan pada saat los basah ramai oleh pembeli. Asumsi kedua yang digunakan adalah semakin banyak pembeli maka akan semakin banyak limbah cair yang dihasilkan. Asumsi ini didasarkan pada hasil pengamatan di lapangan bahwa kegiatan yang menghasilkan limbah cair, seperti penyiraman dagangan di los ikan dan kegiatan pembersihan dilakukan saat ada pembeli. Meskipun demikian, pengambilan sampel pada penelitian ini tidak dilakukan dari sejak dibukanya los sampai los ditutup. Hal ini disebabkan, jika dilakukan mulai dari jam buka sampai jam tutup los, ada waktu-waktu tertentu di mana debit limbah cair yang dihasilkan tidak signifikan (terlalu sedikit). Untuk mengatasi masalah ini,

maka diambil jalan tengah, yaitu waktu menjelang terjadinya puncak pembelian sampai waktu menjelang berakhirnya pembelian. Penentuan waktu ini didasarkan pada wawancara dan observasi di lapangan. Dari hasil wawancara dan pengamatan tersebut, waktu pengambilan sampel ditentukan pukul 06.00 – 09.00.

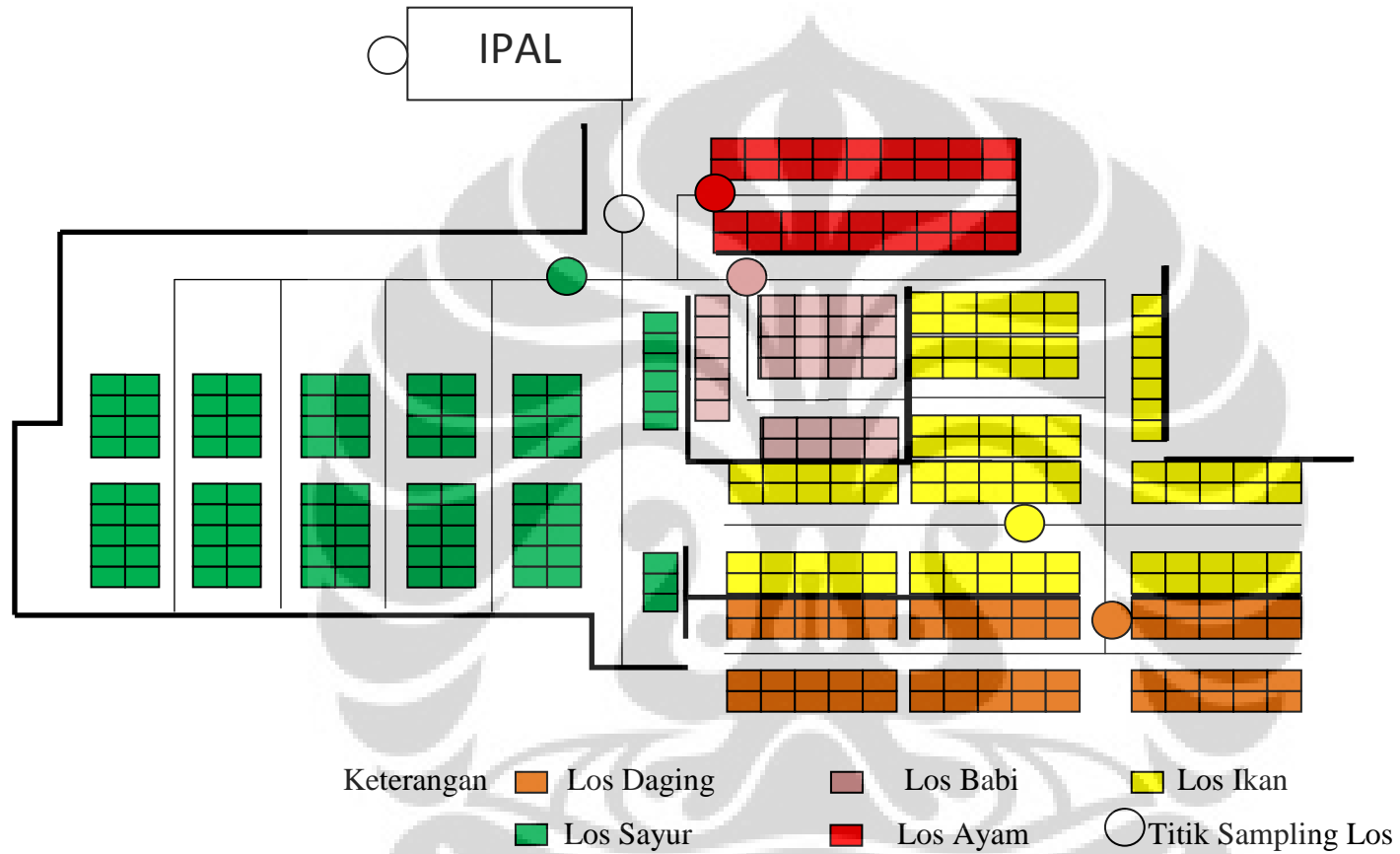
Dengan demikian, waktu pengambilan sampel limbah cair dilakukan pada tanggal 22,24, dan 27 November pada pukul 06.00 – 09.00. Titik pengambilan sampel dapat dilihat pada gambar 3.2

a. Pengecekan sampel

Setelah melakukan pengambilan sampel, langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan di laboratorium. Parameter yang akan dicek sebelumnya telah ditentukan terlebih dahulu. Parameter yang diukur ini berbeda untuk setiap titik sampling. Metode yang digunakan untuk mengukur setiap parameter mengacu pada *Standard method for the examination of water and wastewater* (2005). Metode yang digunakan untuk mengukur nilai setiap parameter selengkapnya dapat dilihat di Tabel 3.4, sementara keterangan mengenai titik sampling dan parameter limbah cair yang diukur dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Metode Pengukuran Tiap Parameter

No.	Parameter	Metode	Satuan
1.	pH	Potensiometri	-
2.	TSS	Gravimetri	gr
3.	Total Nitrogen	Titrimetri	mg/L
4.	Ammonia	Spektrofotometri	mg/L
5.	Nitrat	Spektrofotometri	mg/L
6.	Nitrit	Spektrofotometri	mg/L
7.	Fosfat	Spektrofotometri	mg/L
8.	BOD	Inkubasi 5 hari	mg/L
9.	COD	Reflux	mg/L
10.	Minyak & Lemak	Gravimetri	mg/L



Gambar 3.2 Skema Titik Pengambilan Sampel

Tabel 3.5 Titik Sampling dan Parameter limbah cair yang diukur

Parameter Titik Sampling	Fisik		Kimia Anorganik					Kimia Organik			
	pH	Suhu	TSS	Nitrogen			P	BOD	COD	Minyak & Lemak	
				Total Nitrogen	Ammonia (NH ₃ -N)	Nitrat (NO ₂)					Nitrit (NO ₃)
Los Ikan	√	√	√	√	√	—	—	√	√	√	√
Los Daging	√	√	√	√	√	—	—	√	√	√	√
Los Ayam	√	√	√	√	√	—	—	√	√	√	√
Influen IPAL	√	√	√	√	√	—	—	√	√	√	√
Effluen IPAL	√	√	√	—	√	√	√	√	√	√	—

Keterangan :

√ : diukur

— : tidak diukur

3.5.1.2 Wawancara

Wawancara akan dilakukan kepada semua pedagang untuk mengetahui angka pemakaian air dan volume penjualan

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder mencakup data internal Pasar Tradisional Glodok dan bahan-bahan lain yang terkait dengan kebutuhan analisa.

3.6 Teknik Analisis Data

a. Pengukuran

Hasil yang diperoleh dari data pengukuran dan pengecekan sampel akan dicek silang dengan peraturan terkait mengenai baku mutu. Selain itu data yang diperoleh juga akan dibandingkan dengan literatur (untuk bagian karakteristisasi & evaluasi)

b. Wawancara

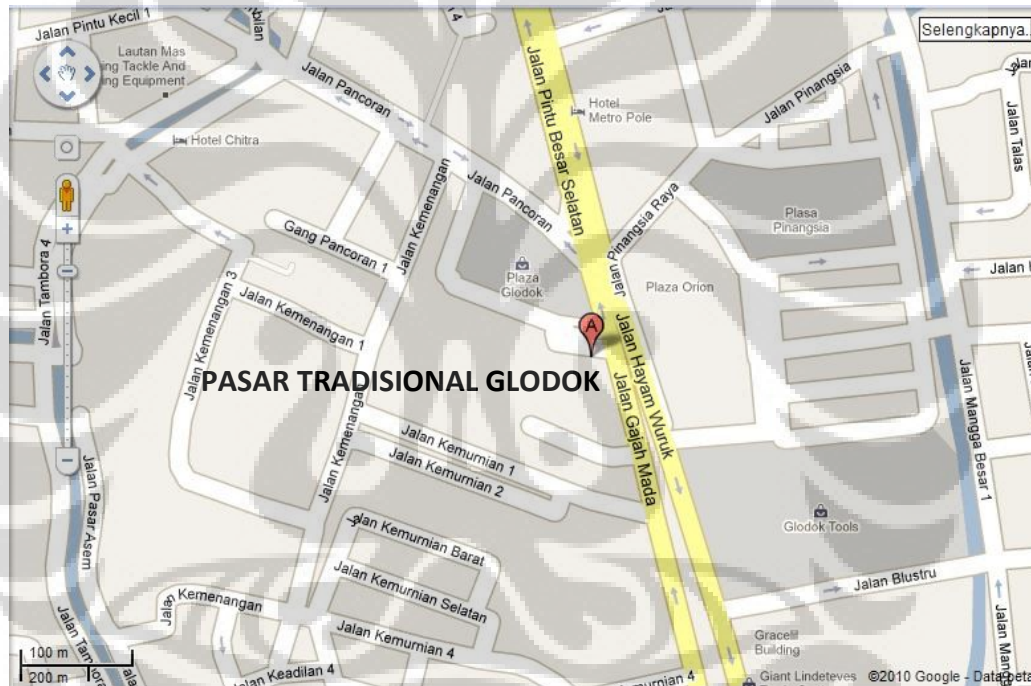
Data mentah yang diperoleh dari hasil wawancara kemudian akan dibuat dalam suatu rentang angka pemakaian air dan volume penjualan dari tiap los.

BAB 4

PROFIL LOKASI PENELITIAN

4.1 Gambaran Umum Pasar Tradisional Glodok

Pasar Tradisional Glodok merupakan salah satu pasar tradisional yang terletak di Jakarta. Pasar tradisional ini merupakan salah satu dari sekurang-kurangnya 150 pasar tradisional lain di seluruh Jakarta yang berada di bawah tanggung jawab PD Pasar Jaya.



Gambar 4.1 Lokasi Pasar Tradisional Glodok

Sebagaimana pasar tradisional lain, salah satu komoditas yang dijual di sini adalah bahan kebutuhan pangan. Bahan kebutuhan pangan ada yang berupa bahan mentah maupun bahan jadi. Bahan mentah yang dijual di antaranya adalah daging (ayam, sapi, kambing, babi), ikan, dan berbagai macam sayur mayur. Namun sebagaimana pasar tradisional lain yang bertransformasi, komoditas yang

dijual di pasar tradisional ini tidak hanya berupa bahan kebutuhan pangan melainkan juga mencakup makanan, pakaian jadi, dan elektronik.

Pasar Tradisional Glodok memiliki jam buka dari 8.00-19.00. Khusus untuk los basah, umumnya aktivitas perdagangan telah dimulai sejak pukul 05.00 dan selesai pada pukul 15.00.

Terkait dengan pengelolaan limbah, Pasar Tradisional Glodok telah melaksanakan pengomposan untuk mengurangi limbah padat yang dihasilkan. Kompos yang dihasilkan sebagian digunakan untuk pemupukan tanaman di dalam kompleks pasar sementara sebagian lagi dijual. Sementara itu, limbah cair yang dihasilkan sebagian dikelola dengan menggunakan septic tank sementara sebagian lagi dikelola dengan menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Detail selanjutnya mengenai pengelolaan limbah cair Pasar Tradisional Glodok dapat dilihat pada sub bab selanjutnya.

4.2 Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok

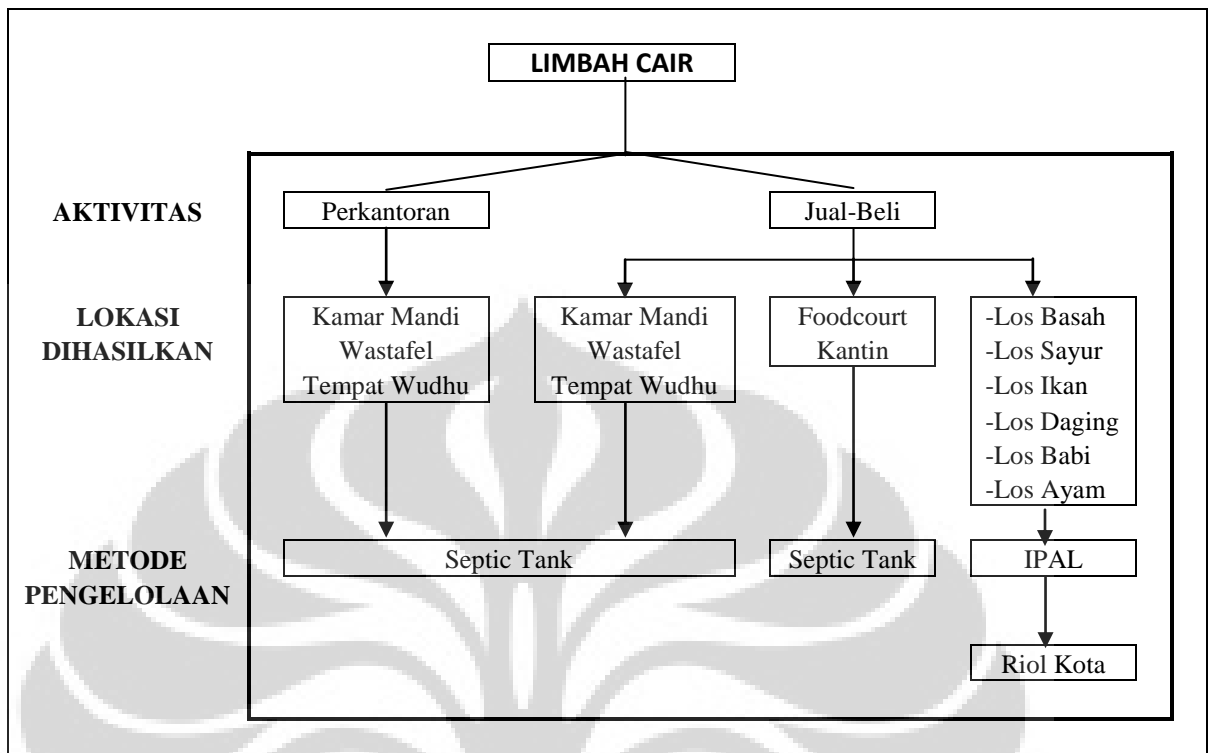
Pembahasan mengenai limbah cair pasar tradisional glodok akan mencakup : (1) Sumber Limbah Cair dan (2) IPAL Pasar Tradisional Glodok

4.2.1 Sumber Limbah cair

Sumber limbah cair yang akan dibahas akan dibagi menjadi : (1) Limbah cair secara umum, dan (2) Limbah cair los basah

4.2.1.1 Limbah Cair Secara Umum

Pada Pasar Tradisional Glodok, limbah cair setidaknya dihasilkan dari aktivitas perkantoran dan jual beli. Perkantoran yang berada di dalam kompleks pasar ini merupakan perkantoran dari pengelola pasar sendiri, yaitu PD. Pasar Jaya cabang Pasar Tradisional Glodok. Keterangan lebih lanjut mengenai sumber limbah cair serta pengelolaannya dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Sumber : hasil wawancara pribadi

Gambar 4.2 Diagram Sumber dan Metode Pengelolaan Limbah Cair di Pasar Tradisional Glodok

Penelitian ini sendiri akan difokuskan hanya pada limbah cair yang dihasilkan dari los basah yang metode pengelolaannya menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Uraian lebih lanjut mengenai IPAL Pasar Tradisional Glodok dapat dilihat pada sub bab berikut.

4.2.1.2 Limbah Cair Los Basah

Limbah cair yang dihasilkan di Pasar Tradisional Glodok berasal dari limbah cair los basah, yang terdiri dari los ikan, los ayam, los babi, dan los sayur. Meskipun demikian, penelitian ini hanya membahas mengenai los ikan, los ayam, dan los daging saja. Hal ini disebabkan pada los lain ditemukan situasi berikut. Pada los babi, limbah cair yang dihasilkan jumlahnya tidak signifikan. Hal ini disebabkan penggunaan air dapat

merusak kualitas daging. Situasi lain yang juga ditemui di lapangan adalah pada los sayur ditemui kesulitan dalam mengidentifikasi sumber dan jumlah limbah cair yang dihasilkan. Hal ini disebabkan limbah cair yang dihasilkan tidak relevan dengan kegiatan di los sayur sendiri, seperti penjualan bahan makanan lain yang tidak termasuk jenis sayur-sayuran. Faktor lain penyebab sulitnya mengidentifikasi limbah cair dari los sayur adalah tempat penghasil limbah cair yang signifikan (seperti hasil pemotongan kelapa), membuang limbah cairnya langsung di influen IPAL (tidak melewati saluran drainase). Oleh karena pertimbangan yang telah disebutkan tersebut, maka penelitian ini hanya memfokuskan pada limbah cair yang dihasilkan di los ikan, los ayam, dan los daging. Selain melakukan pengambilan sampel di ketiga titik tersebut, pengambilan sampel juga dilakukan di titik influen, yang merupakan titik temu dari seluruh los basah di Pasar Tradisional Glodok.

- **Los Ikan**

Los Ikan yang terdapat di Pasar Tradisional Glodok menjual baik ikan tawar maupun ikan laut. Ikan laut yang dijual di antaranya adalah kakap, tenggiri, kerapu, kembung, udang, cumi, dan kepiting. sementara itu di bagian ikan tawar, jenis ikan yang dijual di antaranya adalah gurame.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan penulis di lapangan, diketahui bahwa rata-rata para pedagang melakukan penjualan ikan baik secara partai besar maupun eceran. Penjualan partai besar umumnya dilakukan kepada langganan para pedagang yang umumnya adalah restoran atau rumah makan. Pengamatan yang dilakukan penulis mendapati bahwa pemakaian air di los ikan ini dihasilkan dari kegiatan seperti pencucian dan penyiraman ikan; pembersihan kulit udang dan cumi; sisa es batu yang mencair dari kegiatan penyimpanan ikan, serta pencucian tangan yang dilakukan oleh para pedagang di los ini.

Berikut adalah hasil dokumentasi kegiatan di los ikan



Gambar 4.3 Penjualan Ikan Laut



Gambar 4.4 Penjualan Ikan Tawar



Gambar 4.5 Pembersihan cumi



Gambar 4.6 Cumi siap dipasarkan



Gambar 4.7 Perendaman udang dalam air es

- **Los Ayam**

Los ayam di Pasar Tradisional Glodok merupakan salah satu los basah yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan. Limbah cair ini berasal di antaranya dari aktivitas pemotongan ayam, pencucian isi perut ayam, dan penggunaan es batu yang digunakan untuk menjadikan ayam yang dijual terlihat segar. Selain menjual ayam, di los ayam di Pasar Tradisional Glodok ini juga dijual bebek namun pemotongannya tidak dilakukan di tempat. Ayam yang dijual di los ayam ini, pemotongannya dilakukan di lokasi.

Urutan proses yang terjadi di los ayam ini mulai dari ayam hidup sampai daging ayam siap dipasarkan adalah sebagai berikut, yaitu :

- (1) Penyimpanan ayam, tempat penjualan karkas ayam yang melakukan pemotongan ayam di tempat umumnya memiliki kandang tempat menyimpan ayam hidup
- (2) Pemotongan ayam, biasanya dilakukan dengan memotong nadi di bagian leher ayam. Selanjutnya ayam tersebut dimasukkan ke dalam suatu tong selama kurang lebih 5 menit sampai tidak bergerak lagi
- (3) Perebusan, ayam yang tidak bergerak tersebut kemudian dimasukkan ke dalam air mendidih. Proses ini bertujuan untuk memudahkan pelepasan bulu ayam
- (4) Penghilangan bulu, di Pasar Tradisional Glodok proses penghilangan bulu dilakukan secara mekanik (menggunakan alat)
- (5) Pembersihan isi perut, ayam yang telah bersih kemudian isi perutnya dikeluarkan. Sebagian isi perut seperti empedu dan paru-paru dibuang sementara bagian seperti hati ampela dan usus dipisahkan untuk kemudian dijual secara terpisah
- (6) Karkas ayam, ayam yang isi perutnya telah bersih kemudian siap untuk dipasarkan

Berikut adalah hasil dokumentasi mengenai kegiatan di los ayam.



Gambar 4.8 Kandang Tempat Penyimpanan Ayam



Gambar 4.9 Pematangan Ayam



Gambar 4.10 Ayam dimasukkan dalam tong



Gambar 4.11 Perebusan



Gambar 4.12 Penghilangan Bulu



Gambar 4.13 Pembersihan Isi Perut



Gambar 4.14 Karkas Ayam Siap Dipasarkan



Gambar 4.15 Karkas Bebek Siap Dipasarkan

- **Los Daging**

Los daging merupakan salah satu jenis los basah yang berada di Pasar Tradisional Glodok. Jenis bahan mentah yang dijual di los daging adalah daging sapi dan babat. Sebagaimana pedagang di los basah lain, pedagang pada los daging umumnya menerima penjualan dalam partai besar maupun eceran. Penjualan dalam partai besar umumnya dilakukan kepada langganan para pedagang tersebut yang rata-rata adalah restoran maupun rumah makan.

Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan, diketahui bahwa terdapat perbedaan mendasar antara penjualan daging dan babat garis besar, yaitu dari segi pemakaian air. Sebagaimana yang diungkapkan para

pedagang kepada penulis. Penjualan daging tidak menggunakan air karena dapat merusak kualitas daging. Sementara itu, penjualan babat sendiri dalam pembersihannya membutuhkan banyak air.



Gambar 4.16 Penjualan Daging di Los Daging

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, kegiatan di los daging yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan adalah kegiatan penjualan daging babat. Rangkaian proses mulai dari pembersihan sampai daging babat siap dijual adalah sebagai berikut.

1. Perendaman bagian perut sapi (secara visual berwarna kehitaman) ke dalam campuran berisi air kapur. Tujuan dari proses ini adalah agar bagian berwarna kehitaman tersebut mudah dihilangkan
2. Penghilangan bagian perut sapi yang berwarna kehitaman. Penghilangan bagian ini dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan sikat
3. Pembersihan urat yang muncul dari bagian perut sapi. Bagian perut sapi yang telah bersih tersebut (secara visual berwarna putih) selanjutnya dihilangkan bagian uratnya. Penghilangan urat tersebut dilakukan secara manual.

Hasil dokumentasi proses pembersihan babat dapat dilihat di bawah ini.



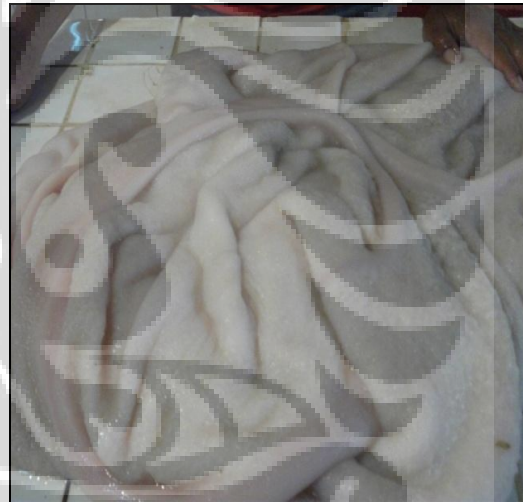
Gambar 4.17 Babat yang belum dicuci



Gambar 4.18 Perendaman Babat dengan kapur & penghilangan bagian kehitaman



Gambar 4.19 Pembersihan Urat



Gambar 4.20 Daging babat siap dipasarkan

4.2.2 IPAL Pasar Tradisional Glodok

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, IPAL di Pasar Tradisional Glodok hanya mengelola limbah cair yang berasal dari los basah. Los basah sendiri terdiri dari los sayur, los daging, los ayam, los babi, dan los ikan. Pembahasan detail mengenai IPAL Pasar Tradisional Glodok selengkapnya

dapat dilihat di sub bab 3.3. Bahasan akan mencakup : pendahuluan, kriteria desain, unit pengolahan, dan permasalahan.

4.2.2.1 Pendahuluan

IPAL Pasar Tradisional Glodok didirikan pada awal tahun 2000, bersamaan dengan pembangunan infrastruktur pasar yang lain seperti gedung pasar dan lahan parkir. Sistem yang digunakan adalah activated sludge dengan tipe extended aeration. IPAL ini berlokasi di dalam kompleks pasar dan berbatasan langsung dengan salah satu jalan masuk menuju pasar. IPAL Pasar Tradisional Glodok adalah IPAL tertutup dan terletak di bawah tanah.



Gambar 4.21 Posisi IPAL tertutup di bawah tempat parkir sepeda dan sepeda motor

Bagian atas IPAL dimanfaatkan sebagai lahan parkir yang antara lain digunakan untuk parkir sepeda dan sepeda motor. Pengecekan unit IPAL dilakukan oleh pengelola dengan memanfaatkan manhole yang terdapat di beberapa titik.

4.2.2.2 Kriteria Desain

Menurut hasil wawancara, IPAL Pasar Tradisional Glodok didesain untuk jangka waktu 20 tahun. Kriteria perencanaan serta beban hidrolis rencana adalah sebagai berikut.

a. Beban hidrolis rencana (inlet)

Berikut adalah beban hidrolis rencana Pasar Tradisional Glodok

Debit Air Limbah	: 100 m ³ / hari
Beban, BOD ₅	: 300 mg/liter
Total Solid	: 250 mg/liter
COD (maksimum)	: 500 mg/liter
Nitrit	: 3 mg/liter

b. Kualitas Air Buangan yang Diinginkan (outlet)

Berikut adalah data hasil outlet IPAL Pasar Tradisional Glodok yang dikehendaki.

BOD ₅	: 20 mg/liter
TSS	: 30 mg/liter
COD	: 75 mg/liter
Nitrit	: 1 mg/liter

c. Data Kriteria Perencanaan Lain

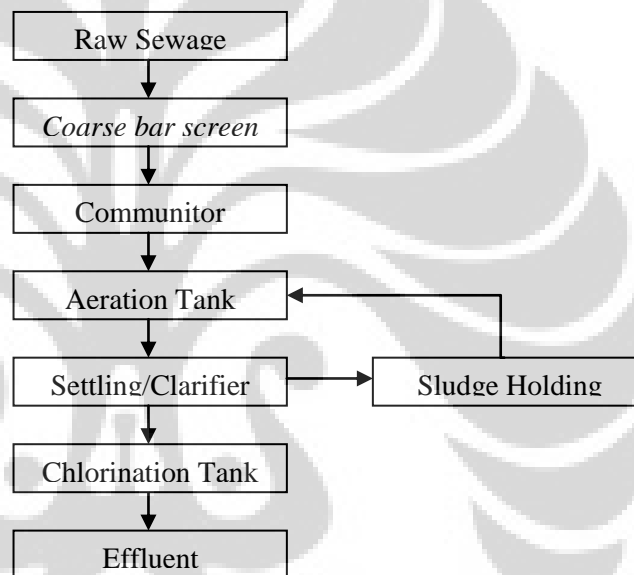
Ratio F/M	: 0,05-0,15 kg BOD ₅ /kg MLVSS.hari
Hydraulic Detention Time	: 18-36 jam
Residential Cell	: 20-30 hari
MLSS in reactor	: 3000-6000 mg/liter
Resirkulasi	: 100%
Y (Yield Coeficient)	: 0.1 – 0.8 kg cell/kg BOD ₅
Kd (Decay Ratio)	: 0.2 – 0.23 hari

4.2.2.3 Unit Pengolahan & Peralatan Teknis

Di dalam sub bab ini akan dibahas mengenai unit-unit pengolahan dan spesifikasi teknis dari peralatan yang digunakan oleh Pasar Tradisional Glodok untuk mengolah air limbah yang dihasilkan.

- Unit Pengolahan

Unit pengolahan yang digunakan oleh Pasar Tradisional Glodok terdiri dari *coarse bar screen*, comminutor, lumpur aktif extended aeration, dan klorinasi.



Gambar 4.22 Skema IPAL Pasar Tradisional Glodok

Skema pengolahan air limbah yang masuk dapat dilihat pada gambar 4.2. Influent yang pertama masuk ke bak kontrol, kemudian masuk ke *coarse bar screen* dimana screen yang digunakan semacam saringan kawat untuk menahan padatan yang terlalu besar, seperti bungkus plastik besar, bahkan ada belut terlepas yang tertahan di saringan.



Gambar 4.23 *coarse bar screen*

Kemudian air limbah yang melewati *coarse bar screen* akan masuk ke dalam communitor dimana communitor akan menghancurkan padatan menjadi ukuran sekitar 6-20 mm tanpa menghilangkan padatan tersebut dari air limbah (Metcalf dan Eddy, 2003). Dari communitor air limbah akan memasuki sistem lumpur aktif extended aeration, pertama air limbah akan masuk ke dalam bak aerasi. Oksigen kemudian disuplay ke dalam bak aerasi menggunakan diffuser yang selanjutnya akan digunakan oleh bakteri untuk menguraikan kandungan organik di dalam air limbah. Hasil penguraian tersebut akan menghasilkan lumpur yang selanjutnya akan diendapkan di bak sedimentasi. Lumpur yang telah mengendap akan diresirkulasi ke dalam bak aerasi untuk meningkatkan efisiensi dari bak aerasi. Air limbah yang telah mengalami proses sedimentasi, kemudian akan diklorinasi menggunakan sistem injeksi dari larutan sodium hipoklorit untuk menghilangkan bakteri di dalam air limbah. Meskipun demikian dalam kenyataannya, klorinasi dilakukan secara manual dengan mencampurkan kaporit dengan air untuk kemudian ditambahkan ke dalam bak sedimentasi. Effluen yang dihasilkan sebagian

digunakan untuk penyiraman tanaman dan sebagian lainnya dialirkan menuju riol kota.

- Peralatan Teknis

Berikut adalah data mengenai spesifikasi teknis peralatan yang digunakan pada IPAL Pasar Tradisional Glodok.

- a. Air Blower

Tipe & Model : Vertical side port, low Noise

Kapasitas : 3.5 m³/menit

Tekanan : 4.5 m Aq

Putaran : 1200 rpm

Motor : 5.5 kw, 380 v, 3 ph, 50 hz

Perlengkapan : Common base plate, silencer, filter intake, vibration isolator, pulley, N/R, dan gate valve

Jumlah : 2 (dua) set

- b. Air Diffuser

Tipe dan Model : Radial Disperse Fine Bubbles

Kapasitas : 0.14 m³/menit

Tekanan : 0.12 m Aq

Jumlah : 50 (lima puluh) buah

- c. Comminutor

Tipe dan Model : Wall Mounted

Kapasitas : 342 m³/hari

Putaran : 60 rpm

Perlengkapan : reduction gear motor 0.37 kw, 1450 rpm, 3 ph 380 v, 50 hz

Jumlah : 1 (satu) buah

- d. Bar Screen

Tipe dan Model : Jarak bukaan 20 mm dengan kemiringan 60⁰

Material : Hot dipped galvanized mild steel

- Perlengkapan : Dewatering Ramp dan transfer gate dengan V-notch over flow
- Jumlah : 1 (satu) set
- e. Flow Control Float
- Tipe dan Model : Pelampung dengan adjustable nozzle
- Material : Mild steel dengan epoxy coats
- Perlengkapan : Flex hose dengan support bracket
- Jumlah : 1 (satu) set
- f. Surface Skimmer
- Tipe dan Model : Venturi intake
- Kapasitas : 0.06 m³/menit pada tekanan 2 Aq
- Material : hot dipped galvanized mild steel
- Perlengkapan : vertical adjuster, flex hose, dan pompa airlift 0.34 m³/menit dan scum baffle
- Jumlah : 1 (satu) set
- g. Sludge Resirculation
- Tipe dan Model : Draw-pff table
- Kapasitas : maksimal 0.06 m³/menit pada tekanan 2.0 Aq
- Material : hot dipped galvanize pipa diameter 50 mm
- Perlengkapan : support bracket dan pompa airlift 0.56 m³/menit
- Jumlah : 2 (dua) set
- h. Chlorinator/Dosing Pump
- Tipe dan Model : Diaphgram
- Kapasitas : 4.7 liter/jam
- Tekanan : 100 psi
- Motor : 20 watt
- Perlengkapan : FPR solution Tank 200 liter
- Jumlah : 1 (satu) set
- i. Pompa Effluent
- Tipe dan Model : Submersible Vortex Impeller

- Kapasitas : 0.3 m³/menit
 Tekanan : 10 m Aq
 Motor : 1.5 kw, 3000 rpm, 380 v, 3 ph, 50 Hz
 Perlengkapan : manifold, N/R valve, gate valve, dan level switch
 Jumlah : 2 (dua) buah
- j. Ventilating Fan
- Tipe dan Model : Industrial, high pressure
 Kapasitas : 3000 cfm
 Motor : 180 watt, 1440 rpm
 Jumlah : 2 (dua) buah
- k. Control Switchboard
- Tipe dan Model : Wall Mounted, outdoor
 Sistem : Fully automatic operation lengkap dengan program timer
 Material : Enamel bake
 Jumlah : 1 (satu) unit
- l. Perpipaan Proses
- Pipa : Medium galvanis B.S 1387
 Fitting : top/setara
 Aksesoris : Kitz
- m. Penerangan
- Tipe : TL 20 watt
 Jumlah : 5 (lima) buah
- n. Paint
- Tipe : epoxy dan chlorinated rubber coats

4.2.2.4 Permasalahan

Berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL, diketahui bahwa setidaknya ada 2 (dua) permasalahan yang terkait dengan kinerja IPAL. Permasalahan tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

a. Banjir

Jika hujan turun sangat lebat dan terjadi genangan air merata di jalan yang posisinya sejajar dengan IPAL, dapat dipastikan lokasi IPAL juga akan terendam. Hal ini disebabkan perkerasan tempat parkir yang menjadi bagian atas IPAL terletak lebih rendah dari jalan yang tergenang, yaitu sekitar 4 cm.

Hal ini menyebabkan genangan tersebut membanjiri unit pengolahan dan menyebabkan IPAL menjadi kelebihan beban. Kelebihan beban ini menyebabkan bakteri yang digunakan sebagai lumpur aktif banyak yang mati. Secara umum, kondisi ini mengganggu kinerja IPAL secara keseluruhan karena menyebabkan proses biologis yang seharusnya terjadi tidak berlangsung. Pengelola IPAL mengungkapkan bahwa jika hal ini terjadi, proses biologis harus diulang dari awal, yaitu dari pembiakan bakteri pada sistem. Akibatnya, selama beberapa waktu tercium bau tidak sedap dari IPAL. Bau tidak sedap ini muncul dari proses biologis yang belum berjalan dengan sempurna. Berdasarkan uraian pengelola IPAL, waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan kondisi IPAL agar dapat bekerja seperti semula adalah selama kurang lebih 2 hari.

b. Peralatan yang berkarat

Selain permasalahan mengenai IPAL yang terendam, masalah lain terkait kinerja IPAL adalah berkaratnya peralatan teknis IPAL. Pengelola IPAL menyebutkan bahwa peralatan yang berkarat tersebut di antaranya adalah perpipaan. Pengelola IPAL menduga peralatan yang berkarat ini diebabkan pemilihan material yang kurang tepat saat pembangunan IPAL dilakukan.

BAB 5

HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berlokasi di Pasar Tradisional Glodok. Pembahasan tersebut akan terbagi menjadi beberapa subbab, yaitu pembahasan mengenai identifikasi limbah cair, karakterisasi limbah cair, serta evaluasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

5.2 Analisis Debit Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok

Debit merupakan salah satu hal penting yang harus diketahui dalam melakukan analisis terhadap kualitas limbah cair dari suatu kegiatan. Pada penelitian ini, pengukuran debit limbah cair secara garis besar terbagi atas (1) pengukuran debit limbah cair di los, yang terdiri dari los ikan, los ayam, dan los daging; (2) pengukuran debit limbah cair di influen yang menuju IPAL.

Cara pengukuran debit di los dilakukan dengan melakukan wawancara mengenai jumlah kebutuhan air harian tiap pedagang. Dengan asumsi seluruh air yang digunakan menjadi limbah cair, maka diperoleh data mengenai debit limbah cair yang dihasilkan tiap los. Pengukuran debit di influen dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu dengan menggunakan data jumlah pemakaian air dan yang kedua dengan melakukan perhitungan pengukuran debit secara langsung. Hasil pengukuran debit tersebut selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Perhitungan Debit Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok

Cara Perhitungan	Debit (m ³)		
	Los Ikan	Los Ayam	Los Daging
A. Debit di Los (Ikan, Ayam, Daging)			
Jumlah pemakaian air bersih (berdasarkan wawancara pedagang)	15	10	4
B. Debit di Influen (menuju IPAL)	Debit Rata-Rata Harian (m ³ /hari)		
1. Jumlah pemakaian air (meteran air)	50		
2. Pengukuran debit secara langsung	46		

Sumber : Hasil Pengolahan (2010)

Dari data pada tabel 5.1 terlihat bahwa los yang menggunakan air paling banyak serta sekaligus paling banyak menghasilkan limbah cair adalah los ikan (15 m³/hari), kemudian los ayam (10 m³/hari), dan terakhir los daging (4 m³/hari). Jika dibandingkan dengan data influen, terlihat ada ketidakseimbangan antara data debit di los dengan data influen. Ketidakseimbangan ini terlihat dari debit di los yang jumlahnya lebih kecil dari debit gabungan (debit influen). Hal ini menjadi indikasi ada limbah cair lain yang masuk ke influen selain limbah cair yang berasal dari los ikan, los ayam, dan los daging. Sumber lain tersebut di antaranya adalah limbah cair yang dihasilkan dari los basah lain yang tidak termasuk variabel penelitian, baik disebabkan alasan jumlah limbah cair yang tidak signifikan maupun kesulitan dalam melakukan sumber limbah cair yang kurang relevan dengan kegiatan yang dilakukan. Los basah lain yang dimaksud adalah los babi dan los sayur. Hasil observasi di lapangan juga menunjukkan bahwa influen IPAL tidak hanya menerima limbah cair yang dihasilkan dari los basah melainkan limbah cair yang dihasilkan dari sisa kegiatan pengepelan lantai, yang mencakup lantai 1 sampai lantai 7.

Data pengukuran debit di influen menunjukkan hasil yang berbeda antara cara yang pertama dengan cara yang kedua. Perhitungan dengan cara pertama menggunakan data jumlah pemakaian air bulanan yang dirata-rata. Hasil rata-rata tersebut adalah hasil yang tertulis di tabel 5.1. Perhitungan debit secara langsung

dilakukan di titik influen selama waktu buka pasar tradisional berlangsung, yaitu pukul 06.00-14.00. Perbedaan hasil bisa jadi disebabkan keterbatasan dalam melakukan perhitungan dengan cara kedua. Keterbatasan tersebut di antaranya adalah ada kemungkinan masih ada limbah cair yang dibuang selepas jam buka pasar berlangsung, tempat penampungan limbah komposit yang berukuran kecil (ember 5 L), serta tingginya tingkat kesulitan dalam melakukan pengambilan sampel disebabkan oleh lokasi pengambilan yang juga merupakan lahan parkir sehingga kegiatan pengambilan sampel sering terinterupsi keluar masuknya kendaraan. Oleh karena itu, dalam melakukan perhitungan desain, angka yang selanjutnya digunakan adalah angka hasil perhitungan dengan cara pertama, dengan pertimbangan perhitungan debit influen dengan cara pertama memiliki tingkat keakuratan yang lebih tinggi. Untuk mempermudah perhitungan, angka ini digunakan dengan menggunakan asumsi seluruh air yang digunakan terkonversi seluruhnya menjadi limbah cair. Perhitungan desain yang dilakukan selanjutnya akan menggunakan debit $50 \text{ m}^3/\text{hari}$.

5.3 Identifikasi Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok

Sebagaimana telah disebutkan di bagian metodologi, limbah cair yang dihasilkan dari tiap los akan diidentifikasi besarnya dengan menggunakan data volume penjualan serta luas los yang dibandingkan dengan debit air limbah yang dihasilkan.

5.3.1 Debit berdasarkan Luas Los

Pada identifikasi besaran limbah cair dengan menggunakan data luas los, debit limbah cair yang merupakan debit rata-rata pada tiga hari pengambilan data. Data tersebut selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Debit Berdasarkan Luas Los

Nama Los	Rata-Rata	
	Debit	Rentang Luas Los (m ²)
	(m ³ /hari)	
Los Ikan	15	2.4 -4.8
Los Ayam	10	2.4 -4.8
Los Daging	4	2.4 -4.8

Sumber : Hasil wawancara(2010)

Hasil wawancara terkait debit berdasarkan luas los menunjukkan bahwa luas los tidak mempengaruhi jumlah debit yang dihasilkan. Hal ini disebabkan los pada Pasar Tradisional Glodok telah memiliki ukuran yang standar dan disamaratakan untuk semua los. Hal ini menyebabkan setiap los memiliki besaran tempat berdagang yang sama meskipun setiap pedagang memiliki kebutuhan air yang berbeda (bervariasi). Jumlah kebutuhan air ini juga terkait erat dengan komoditas dagangan yang diperjualbelikan oleh pedagang tersebut. Ciri khas perdagangan di Pasar Tradisional Glodok yang penjualannya sering dilakukan dalam partai besar (bukan eceran), menambah tingkat kesulitan dalam mengkuantifikasi jumlah limbah cair berdasarkan luas los. Hal ini disebabkan ada pedagang yang meskipun memiliki los yang kecil, namun karena mengkhususkan diri dalam penjualan partai besar, jumlah kebutuhan airnya menjadi besar. Fakta ini sekaligus dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa dalam kasus Pasar Tradisional Glodok, debit limbah cair yang dihasilkan tidak dapat dikuantifikasi dengan menggunakan parameter luas los.

5.3.2 Debit berdasarkan volume penjualan

Pada identifikasi besaran limbah cair dengan menggunakan data volume penjualan, debit limbah cair yang dihasilkan disajikan adalah debit rata-rata selama tiga hari pengambilan data. Data tersebut selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Data Debit Berdasarkan Volume Penjualan

Nama Los	Rata-Rata	
	Debit	Rentang Volume Penjualan
	(m ³ /hari)	
Los Ikan	15	40-60 kg
Los Ayam	10	10-50 ekor
Los Daging	4	10-30 perut sapi

Sumber : Hasil wawancara (2010)

Dari data yang tertera pada tabel 5.3 terlihat bahwa volume penjualan berada dalam suatu rentang tertentu. Rentang ini merupakan hasil wawancara penulis pada 3 hari pengambilan data, yaitu hari senin, rabu dan sabtu. Kesulitan dalam melakukan pengukuran debit harian tiap los menyebabkan sulitnya melakukan identifikasi volume penjualan berdasarkan debit harian. Hasil maksimal yang dapat dilakukan adalah menggunakan debit rata-rata harian dengan rentang volume penjualan untuk memberikan gambaran mengenai limbah cair yang dihasilkan dari ketiga los terkait.

5.4 Karakterisasi Limbah Cair Pasar Tradisional Glodok

Karakterisasi limbah cair di Pasar Tradisional Glodok dilakukan pada tiga los yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan, yaitu los ikan, los ayam, dan los daging. Parameter yang digunakan dalam menentukan karakteristik limbah cair di tiap los tersebut dibagi menjadi parameter fisik, kimia anorganik, dan kimia organik. Parameter fisik terdiri dari pH; parameter kimia anorganik terdiri dari TSS, Total Nitrogen, ammonia, dan fosforus; parameter kimia organik terdiri dari BOD, COD, dan minyak & lemak.

5.4.1 Analisis Limbah Cair Los Ikan

Los Ikan yang terdapat di Pasar Tradisional Glodok menjual baik ikan tawar maupun ikan laut. Ikan laut yang dijual di antaranya adalah kakap,

tenggiri, kerapu, kembung, udang, cumi, dan kepiting. sementara itu di bagian ikan tawar, jenis ikan yang dijual di antaranya adalah gurame.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan penulis di lapangan, diketahui bahwa rata-rata para pedagang melakukan penjualan ikan baik secara partai besar maupun eceran. Penjualan partai besar umumnya dilakukan kepada langganan para pedagang yang umumnya adalah restoran atau rumah makan. Pengamatan yang dilakukan penulis mendapati bahwa pemakaian air di los ikan ini dihasilkan dari kegiatan seperti pencucian dan penyiraman ikan; pembersihan kulit udang dan cumi; sisa es batu yang mencair dari kegiatan penyimpanan ikan, serta pencucian tangan yang dilakukan oleh para pedagang di los ini. Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan di los ikan ini selanjutnya akan dibandingkan dengan kegiatan di industri pengolahan ikan berdasarkan studi literatur yang dilakukan. Perbandingan mengenai kedua hal tersebut selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Karakteristik Limbah Cair Los Ikan

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max	LITERATUR ^a
Fisik			
TSS (mg/L)	786.667	580-940	200-2000
Kimia Anorganik			
pH	6.153	5.93-6.33	6.6-8.4
Total N (mg/L)	123.330	84-162	-
Organik-N (mg/L)	21.997	19-24	-
Ammonia (mg/L)	101.333	60-138	-
Phosphat (mg/L)	131.567	123.6-139.1	-
Total P (mg/L)	24.981	23.46-26.41	-
Kimia Organik			
BOD (mg/L)	1109.388	631-1988	1600-2000
COD (mg/L)	2037.248	1271-3571	500-5000
Minyak dan Lemak (mg/L)	1004.500	804-1205	-

Keterangan :

^a berdasarkan Pessenon (1971) dalam Litchfield (1975) untuk limbah cair industri pengolahan ikan dari kegiatan penggaraman, pengalengan, serta operasi pengolahan

Sebelum membahas mengenai analisis tiap parameter dalam kaitannya dengan nilai parameter hasil studi literatur, sebelumnya perlu diketahui bahwa literatur yang digunakan merupakan hasil pendekatan. Hal ini disebabkan sangat sedikitnya literatur yang khusus membahas mengenai limbah cair yang dihasilkan dari los basah suatu pasar tradisional, khususnya los ikan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan gambaran mengenai karakteristik los ikan, penulis menggunakan pendekatan nilai limbah cair yang dihasilkan dari industri pengolahan ikan dengan sebelumnya menjelaskan dari kegiatan apa saja yang dilakukan pada industry terkait.

Berdasarkan tabel 5.4 tersebut terlihat bahwa nilai pH yang dihasilkan dari kegiatan di los ikan yaitu pada kisaran 5.96-6.33 memiliki nilai yang jauh berada di bawah pH literatur yaitu 6.6-8.4. Hal ini bisa jadi disebabkan perbedaan kegiatan yang dilakukan. Salah satu kegiatan yang dilakukan di industri tersebut adalah kegiatan penggaraman, yang dalam prosesnya menggunakan garam yang memiliki pH netral. Oleh sebab itu wajar jika pH yang dihasilkan dari industry tersebut pHnya berkisar antara 6.6-8.4. Meskipun demikian, sumber lain menyebutkan bahwa effluen yang berasal dari Tempat Pengolahan Ikan (*fish processing plants*) sering bersifat asam dan biasanya memiliki nilai pH dekat dengan 7 atau bersifat alkali. (FAO Fisheries Technical Paper-355, 1996). Hal ini sesuai dengan nilai pH yang dihasilkan dari los ikan Pasar Tradisional Glodok yang pHnya berada pada rentang 5.96-6.33 atau mendekati 7.

Dilihat dari segi parameter nitrogen, yang terdiri dari total nitrogen, nitrogen organik, dan ammonia, terlihat bahwa limbah cair los ikan menghasilkan nitrogen dalam jumlah besar. Pada makhluk hidup, nitrogen hadir dalam bentuk protein (nitrogen organik). Ikan sendiri merupakan salah satu sumber protein hewani yang telah dikenal luas. Berkaitan dengan kegiatan yang dilakukan di los ikan, yang di antaranya berupa pembersihan sisik, pemotongan ikan, dan pembersihan kulit udang, besar kemungkinan di setiap kegiatan tersebut terdapat serpihan serpihan ikan yang tercecer. Adanya

kegiatan penyiraman ikan setiap beberapa waktu tertentu (biasanya saat ikan terlihat kering) menyebabkan besarnya kemungkinan serpihan ikan tersebut masuk ke dalam saluran drainase yang kemudian terbawa sampai ke IPAL.

5.4.2 Analisis Limbah Cair Los Ayam

Los ayam di Pasar Tradisional Glodok merupakan salah satu los basah yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan. Limbah cair ini berasal di antaranya dari aktivitas pemotongan ayam, pencucian isi perut ayam, dan penggunaan es batu yang digunakan untuk menjadikan ayam yang dijual terlihat segar. Selain menjual ayam, di los ayam di Pasar Tradisional Glodok ini juga dijual bebek namun pemotongannya tidak dilakukan di tempat.

Di Pasar Tradisional Glodok, proses perubahan ayam hidup sampai menjadi karkas terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

- (1) Penyimpanan ayam, tempat penjualan karkas ayam yang melakukan pemotongan ayam di tempat umumnya memiliki kandang tempat menyimpan ayam hidup
- (2) Pemotongan ayam, biasanya dilakukan dengan memotong nadi di bagian leher ayam. Selanjutnya ayam tersebut dimasukkan ke dalam suatu tong selama kurang lebih 5 menit sampai tidak bergerak lagi
- (3) Perebusan, ayam yang tidak bergerak tersebut kemudian dimasukkan ke dalam air mendidih. Proses ini bertujuan untuk memudahkan pelepasan bulu ayam
- (4) Penghilangan bulu, di Pasar Tradisional Glodok proses penghilangan bulu dilakukan secara mekanik (menggunakan alat)
- (5) Pembersihan isi perut, ayam yang telah bersih kemudian isi perutnya dikeluarkan. Sebagian isi perut seperti empedu dan paru-paru dibuang sementara bagian seperti hati ampela dan usus dipisahkan untuk kemudian dijual secara terpisah

(6) Karkas ayam, ayam yang isi perutnya telah bersih kemudian siap untuk dipasarkan

Dari setiap kegiatan tersebut tentunya dihasilkan hasil sampingan, yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Tahapan Kegiatan Pemotongan Ayam Beserta Hasil Sampingannya

No.	Kegiatan	Hasil Sampingan
1.	Penyimpanan ayam	Kotoran (<i>manure</i>)
2.	Pembelehan	Darah
3.	Perebusan	Air sisa perebusan, minyak lemak
4.	Penghilangan bulu	Bulu ayam, serpihan (<i>dirt</i>)
5.	Pembersihan isi perut	Isi perut (empedu, paru-paru, hati ampela, usus)

Sumber : Hasil pengamatan (2010)

Secara visual, limbah cair yang dihasilkan di los ayam berwarna merah, yang kemungkinan besar berasal dari campuran darah dan air. Pada drainase yang mengalir menuju IPAL, terlihat ada sejumlah padatan halus yang ikut terbawa. Jika dirasakan dengan indera penciuman, limbah cair yang dihasilkan dari los ayam ini berbau anyir. Karakteristik limbah cair dari los ayam selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Karakteristik Limbah Cair Los Ayam

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max	Literatur ^a
Fisik			
TSS (mg/L)	666.667	360-920	403.33
Kimia Anorganik			
pH	5.893	5.83-5.96	6.88
Total N (mg/L)	75.557	62-90	-
Organik-N (mg/L)	21.557	20-23	-
Ammonia (mg/L)	54.000	40-67	58.98
Phosphat (mg/L)	85.567	70.8-110.6	-
Total P (mg/L)	16.247	13.44-21	-
Kimia Organik			
BOD (mg/L)	598.963	377-1015	320.28
COD (mg/L)	1392.304	938-2242	580
Minyak dan Lemak (mg/L)	518.000	432-604	-

Keterangan :

^a Widya, N. Budiarsa W. & Mahendra (2008)

Jika dibandingkan secara umum, hasil pengukuran fisik dan kimia di los ayam menunjukkan semua parameter yang diperbandingkan nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan data dari studi literatur kecuali untuk parameter ammonia. Parameter lain yang menunjukkan nilai lebih tinggi tersebut, di antaranya adalah TSS, BOD, dan COD.

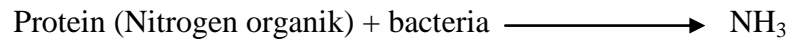
pH yang dihasilkan dari los ayam berdasarkan tabel 5.7 memiliki kisaran nilai 5.83-5.96 atau dapat dikatakan bersifat asam. Padahal data yang diperoleh dari studi literatur menunjukkan nilai pH antara 6.88. Kondisi ini menunjukkan ada suatu hal yang menyebabkan pH di los ini bersifat asam. Ada dua kemungkinan mengenai penyebab berkurangnya nilai pH ini. Kemungkinan pertama adalah air bersih yang digunakan memiliki pH yang bersifat asam, sementara itu kemungkinan kedua pH asam ini diakibatkan dari suatu kegiatan tertentu. Jika dibandingkan dengan sampel limbah cair los lain, penyebab turunnya pH kemungkinan tidak berasal dari kemungkinan pertama. Hal ini disebabkan limbah cair yang dihasilkan dari los lain tidak ada yang

nilai pH nya di bawah 6. Oleh karena kemungkinan pertama tidak sah secara argument maka penyebab pH turun bisa jadi disebabkan oleh kemungkinan kedua. Salah satu hal yang dapat menyebabkan pH turun adalah adanya kemungkinan pemberian bahan kimia yang kemudian masuk ke dalam saluran drainase. Meskipun demikian, karena penelitian ini tidak membahas hal tersebut secara terperinci, ada baiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai penyebab pH los ayam yang bersifat asam.

Nilai TSS yang dihasilkan los ayam berada pada rentang 360-920 mg/L. Hal ini sesuai dengan literatur yang nilai memiliki nilai TSS 403.33, meskipun hasil pengukuran rata-rata di los ayam menunjukkan hasil yang lebih besar, yaitu 666.667. Sumber padatan tersuspensi ini bisa jadi berasal dari kegiatan pembersihan bulu yang salah satu produk sampingannya adalah pasir atau kotoran (*dirt*). Pasir ini dapat berasal debu ataupun kotoran yang menempel di bulu ayam. Meskipun pada prakteknya, pembuangan bulu ayam dilakukan secara terpisah, tetapi saat pengambilan sampel ditemukan juga potongan bulu yang masuk ke dalam drainase. Selain dari kegiatan penghilangan bulu, padatan tersuspensi ini bisa jadi berasal dari pembuangan air sisa perebusan. Padatan tersuspensi dari kegiatan ini bisa jadi berasal dari serpihan ayam yang terlepas saat berada dalam suhu tinggi.

Dari segi kandungan nitrogen dan fosfat meskipun tidak ada data literatur sebagai pembanding, Caixeta (2002) menyebutkan bahwa pemotongan unggas (*poultry slaughterhouses*) menghasilkan limbah cair yang mengandung sejumlah besar bahan organik yang sifatnya mampu terbiodegradasi (*biodegradable*), material tersuspensi dan koloid yang berasal dari lemak, protein, dan selulosa. Pada Sawyer (2003) disebutkan bahwa protein merupakan nitrogen yang berada dalam bentuk organik (Nitrogen organik). Sumber yang sama juga menyebutkan bahwa feses dari hewan mengandung sejumlah bahan protein yang tidak terasimilasi (nitrogen organik). Feses dan bahan protein yang berada dalam tubuh mati hewan dikonversi dalam ukuran besar menjadi ammonia dengan bantuan bakteri

heterotrofik, baik pada kondisi aerobik maupun anaerobik sesuai dengan reaksi berikut.



Keberadaan lemak sendiri ditunjukkan oleh pengukuran minyak lemak di laboratorium yang nilainya berkisar antara 432-604 mg/L. Minyak lemak ini sebagian besar berasal dari kegiatan perebusan.

Rasio BOD/COD dari los ayam ini memiliki nilai rata-rata 0.40. Rasio BOD/COD yang rendah ini menunjukkan bahwa limbah cair dari los ayam mengandung banyak materi yang tidak teroksidasi secara biologis. Jenis materi yang tidak teroksidasi secara biologis ini di antaranya adalah glukosa, lignin, amino nitrogen, dan nitrogen organik yang memiliki bilangan oksidasi tinggi (Sawyer, 2003).

5.4.3 Analisis Limbah Cair Los Daging

Selain los ikan dan los ayam, los basah lain yang limbahnya juga termasuk ke dalam penelitian ini adalah los daging. Daging yang dijual di sini umumnya adalah daging sapi. Bagian dari sapi yang dapat ditemukan di pasar tradisional ini di antaranya adalah has dalam, has luar, buntut, dan babat. Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan penulis, diketahui bahwa selain akibat penjualan babat, pemakaian air di los daging tergolong relatif kecil. Hal ini, sebagaimana diungkapkan saat wawancara, disebabkan air dapat merusak kualitas daging. Berpijak dari fakta tersebut, penelitian ini hanya memfokuskan pada limbah cair yang dihasilkan dari penjualan babat.

Daging babat merupakan daging sapi yang berasal dari bagian perut. Bentuk perut sapi ini lebar dengan banyak lekukan yang berwarna kehitaman. Sebelum dijual, di los daging ini dilakukan pembersihan babat sampai warna kehitaman tersebut luruh dan berubah menjadi putih. Umumnya daging babat yang berwarna kehitaman ini juga dapat dijual dan memiliki nilai ekonomis. Namun disebabkan penjual babat di Pasar

Tradisional Glodok menjual babat kepada restoran yang notabene merupakan langganan, daging babat dijual dalam kondisi yang telah disepakati oleh kedua belah pihak. Karena restoran tersebut menjual menu makanan kwetiau sapi, daging babat yang dijual disyaratkan harus bersih dari dinding perut yang berwarna kehitaman tersebut. Dalam proses pembersihan tersebut, penjual babat menggunakan campuran air kapur untuk mempercepat proses. Secara visual, warna limbah cair yang terlihat dari drainase los daging yang menuju ke IPAL adalah putih dengan banyak padatan berwarna hitam yang ikut terbawa aliran.

Rangkaian proses mulai dari pembersihan sampai daging babat siap dijual adalah sebagai berikut.

1. Perendaman bagian perut sapi (secara visual berwarna kehitaman) ke dalam campuran berisi air kapur. Tujuan dari proses ini adalah agar bagian berwarna kehitaman tersebut mudah dihilangkan
2. Penghilangan bagian perut sapi yang berwarna kehitaman. Penghilangan bagian ini dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan sikat
3. Pembersihan urat yang muncul dari bagian perut sapi. Bagian perut sapi yang telah bersih tersebut (secara visual berwarna putih) selanjutnya dihilangkan bagian uratnya. Penghilangan urat tersebut dilakukan secara manual.

Seluruh rangkaian proses dari awal sampai daging babat siap dipasarkan tersebut menghasilkan karakteristik limbah cair los daging seperti tampak pada tabel 5.7

Tabel 5.7 Karakteristik Limbah Cair Los Daging

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max
Fisik		
TSS (mg/L)	460.000	400-560
Kimia Anorganik		
pH	10.553	10.54-10.57
Total N (mg/L)	32.720	28-42
Organik-N (mg/L)	20.720	15-43
Ammonia (mg/L)	12.000	4-18
Phosphat (mg/L)	49.667	24.6-68.2
Total P (mg/L)	9.430	4.67-12.95
Kimia Organik		
BOD (mg/L)	100.031	57-178
COD (mg/L)	1536.240	980-2492
Minyak dan Lemak (mg/L)	668.000	629-707

Hasil Pengukuran (2010)

Literatur mengenai karakteristik limbah cair akibat pencucian babat agak sulit ditemukan. Hal ini disebabkan perut sapi atau babat merupakan makanan yang dekat dengan budaya lokal dalam arti bukan merupakan suatu jenis makanan yang telah mendunia sehingga proses pembuatan serta limbah cair yang dihasilkan tentu sangat sedikit dikupas. Meskipun demikian, berikut akan coba dibahas mengenai hasil pengecekan parameter kimia anorganik dan kimia organik yang sebelumnya telah dilakukan di laboratorium.

Seperti yang tampak pada tabel 5.7, pH yang dihasilkan dari pencucian babat ini nilainya mendekati 11 atau bersifat basa. pH yang tinggi ini bisa jadi disebabkan oleh penggunaan kapur dalam proses pembersihan. Kapur sendiri atau yang juga dikenal dengan nama kimia CaO memiliki pH yang sifatnya basa. Karena mayoritas limbah cair yang dihasilkan berasal dari air untuk merendam babat, dapat dipastikan pH tinggi ini berasal dari air rendaman yang tercampur kapur tersebut.

Nilai TSS pada limbah cair hasil pencucian babat memiliki rentang nilai mulai dari 400 mg/L pada konsentrasi terendahnya sampai 560 mg/L pada konsentrasi

tertingginya. Padatan tersuspensi ini berasal dari serpihan dinding perut sapi yang berwarna kehitaman. Secara visual, merupakan partikel halus serta mudah hancur.

Parameter nitrogen yang dihasilkan dari hasil pencucian babat ini terdiri dari total nitrogen, nitrogen organik, serta ammonia. Jika dilihat, nilai ammonia yang dihasilkan sangat rendah (dibandingkan dengan los basah lainnya), yaitu berkisar antara 4-18 ppm. Rendahnya nilai ammonia disebabkan oleh nilai pH dari los daging sendiri yang bersifat basa. Reynolds dan Richards (1996) menyebutkan bahwa pada pH lebih besar dari 10.8 ammonia berada dalam bentuk gas. Meskipun hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH daging tidak mencapai 10.8, namun pernyataan tersebut dapat dijadikan acuan mengenai rendahnya nilai ammonia di los daging.

Untuk parameter kimia organik, terlihat bahwa nilai BOD dari hasil pencucian babat nilainya relatif kecil yaitu berada pada kisaran 57 ppm untuk konsentrasi terendahnya dan 178 ppm untuk konsentrasi tertingginya. Rasio BOD berbanding COD rata-rata adalah 0.065. Rasio BOD/COD yang rendah ini menunjukkan indikasi limbah cair los daging mengandung bahan organik yang sifatnya tidak mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Bahan organik ini bisa jadi berasal dari penggunaan air kapur sebagai bahan pembantu proses maupun sifat dari daging babat sendiri. Dengan nilai rasio BOD/COD yang rendah tersebut, pengolahan limbah cair pencucian babat seharusnya dilakukan secara kimia fisika terlebih dahulu agar tidak menimbulkan beban berlebihan pada IPAL. Ragam pengolahan yang dapat ditempuh di antaranya adalah penetralan pH (*pH adjustment*) dan koagulasi flokulasi.

5.4.4 Analisis Perbandingan Parameter di Tiap Los

Secara umum, los basah di Pasar Tradisional Glodok terdiri dari los ikan, los ayam, los daging, los babi, dan juga los sayur. Atas dasar tidak semua los menghasilkan limbah cair dalam jumlah signifikan serta mempertimbangkan kesulitan dalam mengidentifikasi, maka pengambilan sampel hanya dilakukan di tiga titik (los) saja, yaitu los ikan, los ayam, dan los daging. Untuk melihat

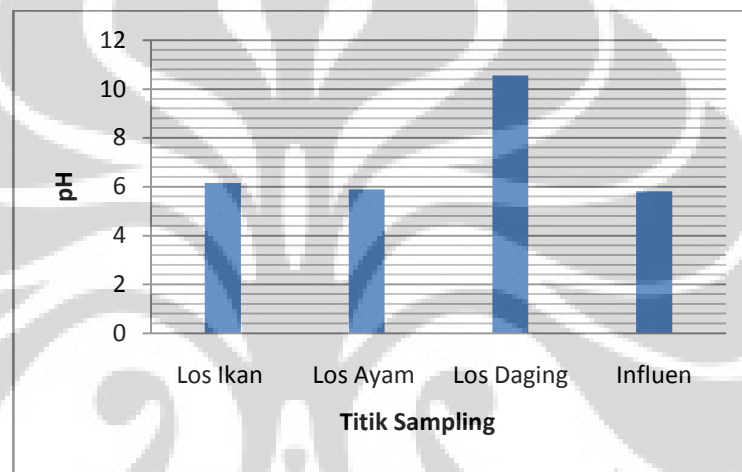
hasil penggabungan limbah cair akibat kegiatan di tiga los basah tersebut, berikut akan ditampilkan juga hasil pengukuran pada influen. Analisis perbandingan parameter di tiap los akan mencakup parameter kimia organik dan kimia anorganik. Parameter limbah cair yang akan dibandingkan tersebut akan mencakup parameter kimia anorganik (TSS, Total Nitrogen, Ammonia, Phosphate) dan kimia organik (BOD & COD).

a. Analisis pH

pH merupakan parameter kimia yang digunakan untuk mengukur intensitas kondisi asam basa dari suatu cairan (Sawyer, 2003). Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, pengukuran dilakukan terhadap ketiga los, yaitu los ikan, los ayam, dan los daging. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, terlihat bahwa dari ketiga los yang dicek, nilai pH paling tinggi ditunjukkan oleh los daging, yaitu berkisar pada rentang pH 11. Untuk los ikan dan los ayam, pH yang dihasilkan berkisar pada rentang 6. Pengukuran di titik influen sendiri menunjukkan nilai pH influen berada pada rentang 6. Pengukuran pada titik influen ini menunjukkan bahwa nilai pH influen lebih dipengaruhi oleh limbah cair yang dihasilkan oleh los ikan dan los ayam. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh debit limbah cair rata-rata dari los daging ($4 \text{ m}^3/\text{hari}$) nilainya lebih kecil dibandingkan dengan debit limbah cair yang dihasilkan dari los ikan ($15 \text{ m}^3/\text{hari}$) dan los ayam ($10 \text{ m}^3/\text{hari}$). Selain debit yang lebih kecil, pengaliran limbah cair dari los daging memiliki waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan los lain. Sebagaimana telah disebutkan di bagian sebelumnya, limbah cair los daging dihasilkan dari kegiatan pencucian babat yang dilakukan hanya pada pagi hari, yaitu mulai pukul 06.00 – 09.00. Kondisi ini sedikit berbeda dengan los ikan dan los ayam yang pengaliran limbahnya mengikuti waktu buka los, yaitu pukul 12.00 untuk los ikan dan pukul 14.00 untuk los ayam. Nilai pH los daging yang mencapai nilai 11 berasal dari penggunaan kapur (CaO) yang digunakan untuk membantu mempercepat proses

pelepasan kotoran pada dinding perut sapi. CaO sendiri merupakan salah satu bahan kimia yang umumnya digunakan untuk menaikkan pH pada kegiatan *water softening* karena memiliki senyawa ion yang mengandung ion hidroksida. Penggunaan CaO dalam proses *water softening* ini dapat menaikkan pH suatu air sampai pada kisaran 12.6 (Qasim, 2000).

Karakterisasi pH tiap los beserta nilai pH influen selengkapannya dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.

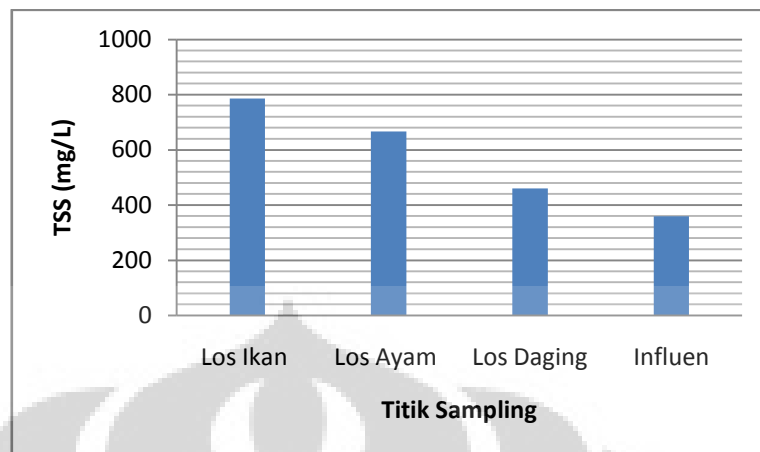


Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.1 Karakterisasi pH Tiap Los & Influen

b. Analisis *Total Suspended Solids* (TSS)

Total Suspended Solids atau TSS merupakan salah satu parameter kunci dalam pengolahan limbah cair. Gambar 5.2 berikut merupakan nilai TSS dari tiap los baik los ikan, los ayam, dan los daging serta nilai TSS dari influen.



Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.2 Karakterisasi TSS Tiap Los dan Influen

Pengukuran TSS pada penelitian ini menggunakan filter yang memiliki ukuran pori sebesar $1.58 \mu\text{m}$. Pada bab studi literatur gambar 2.1 (Rentang ukuran kontaminan organik pada air limbah), terlihat bahwa komposisi limbah cair yang memiliki ukuran di atas $1 \mu\text{m}$, di antaranya terdiri dari alga, protozoa, bacteria, flok bacteria, dan padatan organik. Pada gambar 5.2 tersebut, terlihat bahwa nilai TSS paling tinggi ditunjukkan oleh los ikan, yang selanjutnya diikuti oleh los ayam, dan los daging. Padatan tersuspensi yang terdapat di los ikan bisa jadi berasal dari padatan organik. Hal ini didukung karakteristik kegiatan di los ikan yang banyak menghasilkan padatan berupa serpihan, seperti pada kegiatan pembersihan sisik, pemotongan ikan, penyiraman ikan, maupun pengupasan kulit udang. Serpihan yang dihasilkan tersebut dapat terbawa ke dalam saluran drainase yang menuju IPAL mengingat meja tempat berdagang secara berkala disirami dengan air, terutama saat ikan yang diperdagangkan terlihat kering (hasil wawancara).

Senada dengan los ikan, los ayam menghasilkan limbah cair dari kegiatan pemotongan ayam, di antaranya dari air hasil perebusan dan darah. Padatan tersuspensi yang dihasilkan dapat berupa bacteria, flok bacteria, dan padatan organik. Secara pengamatan, los daging sebenarnya juga

menghasilkan padatan dalam jumlah besar, namun hal ini tidak terepresentasi dari nilai TSS yang terukur. Padatan tersuspensi los daging dihasilkan dari pembersihan bagian perut sapi yang berwarna hitam, yang selanjutnya akan dijual menjadi daging babat. Nilai TSS yang lebih kecil dibanding nilai TSS pada los lain ini bisa jadi disebabkan ukuran padatan yang dihasilkan cukup besar. Hal ini menyebabkan padatan yang masuk di saluran drainase langsung dibersihkan oleh bagian pembersihan. Sebagaimana telah disebutkan di bagian sebelumnya, pada Pasar Tradisional Glodok, pembersihan di los basah tidak dilakukan ketika seluruh kegiatan jual beli telah usai melainkan dilakukan bersamaan dengan kegiatan jual beli itu sendiri dan berlangsung di seluruh bagian los basah. Padatan berukuran besar yang masuk ke dalam saluran drainase akan diambil untuk kemudian dibuang. Ukuran padatan dari los daging yang lebih besar kemungkinan menyebabkan padatan tersuspensi yang dihasilkan tidak sempat masuk ke dalam saluran drainase karena telah diambil oleh bagian pembersihan.

Dilihat dari nilai influen, konsentrasi TSS di influen menunjukkan nilai yang paling kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada satu los pun yang berperan dominan dalam menghasilkan nilai TSS influen. Nilai TSS ini secara tidak langsung menunjukkan indikasi adanya pengenceran konsentrasi TSS dalam perjalanan limbah cair los menuju IPAL akibat adanya sejumlah besar debit.

c. Nitrogen (total nitrogen, ammonia, nitrogen organik)

Nitrogen, bersama dengan phosphorus merupakan nutrisi yang menjadi faktor yang membatasi pertumbuhan tumbuhan akuatik. Nitrogen merupakan konstituen dari protein, klorofil, dan senyawa biologi lain (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985). Saat tumbuhan atau hewan mati, materi organik kompleks dipecah ke dalam bentuk yang lebih sederhana akibat dekomposisi oleh bakteri. Protein, sebagai contoh dikonversi

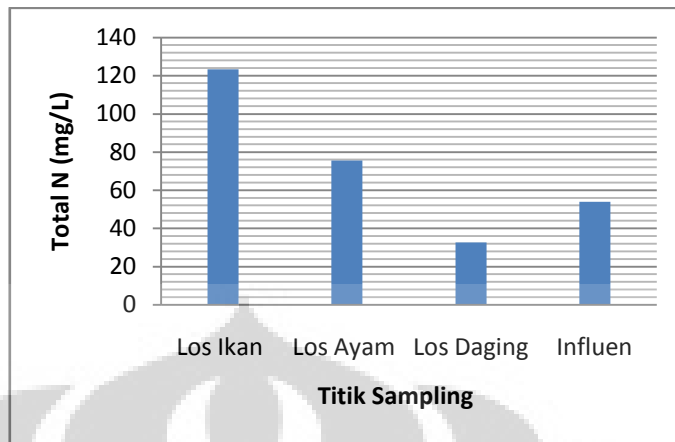
menjadi asam amino dan lebih jauh lagi menjadi ammonia (NH_3). Jika oksigen hadir, ammonia kemudian dioksidasi menjadi nitrit (NO_2^-) dan kemudian menjadi nitrat (NO_3^-). Nitrat yang terbentuk kemudian kembali menjadi bahan organik hidup dengan menggunakan bantuan proses fotosintesis oleh tanaman.

Sumber nitrogen pada sistem akuatik termasuk di antaranya adalah sisa kotoran hewan (*animal wastes*), bahan kimia (umumnya pupuk kimia), dan buangan limbah cair). Pada air yang baru terpolusi, nitrogen hadir dalam bentuk nitrogen organik dan ammonia. Pada penelitian ini, nitrogen diukur dalam bentuk nitrogen organik, ammonia, dan total kjehdahl nitrogen. Total kjehdahl nitrogen sendiri merupakan nilai gabungan antara ammonia dan nitrogen organik. Pada penelitian ini, nitrogen tiap titik sampling diukur dalam bentuk : total nitrogen, ammonia, dan nitrogen organik.

a. Total Nitrogen

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa total nitrogen paling tinggi berasal dari los ikan, yaitu sebesar 120 mg/L, kemudian diikuti oleh los ayam sebesar 70 mg/L, dan los daging sebesar 30 mg/L. Nilai total nitrogen influen sendiri adalah 50 mg/L.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, salah satu konstituen nitrogen adalah protein. Dibandingkan dengan los ayam dan los daging, dari segi komoditas dagangan, los ikan merupakan los yang barang dagangannya mengandung sumber protein paling tinggi. Hasil pengukuran total nitrogen dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.



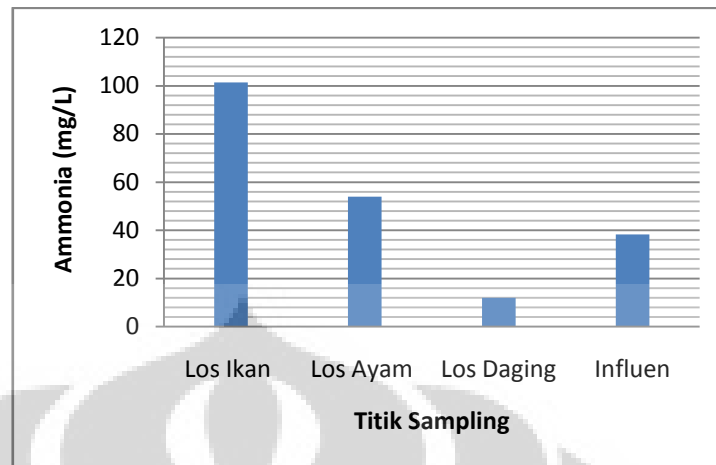
Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.3 Karakterisasi Total Nitrogen Tiap Los dan Influen

b. Ammonia

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa total nitrogen paling tinggi berasal dari los ikan, yaitu sebesar 100 mg/L, kemudian diikuti oleh los ayam sebesar 50 mg/L, dan los daging sebesar 100 mg/L. Nilai total nitrogen influen sendiri mendekati angka 40 mg/L.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, salah satu konstituen nitrogen adalah protein, sehingga ikan yang merupakan salah satu sumber protein hewani yang telah umum dikenal menghasilkan ammonia dalam jumlah yang paling tinggi. Menarik mencermati nilai ammonia dari los daging yang jika dibandingkan dengan los lainnya menunjukkan angka yang sangat tidak sebanding, yaitu hanya di kisaran 10 mg/L. Kondisi ini terjadi akibat pH los daging yang bersifat basa, yaitu mendekati nilai 11. Pada kondisi pH basa, ammonium langsung terkonversi menjadi gas N_2 . Hal inilah yang menjadi penyebab rendahnya nilai ammonia pada los daging.



Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.4 Karakterisasi Ammonia Tiap Los & Influen

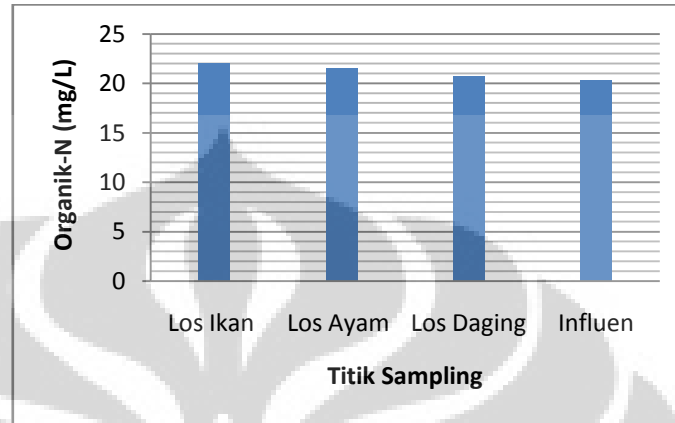
c. Nitrogen Organik

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan terhadap ketiga los, baik los ikan, los ayam, maupun los daging, terlihat bahwa nitrogen organik yang dihasilkan memiliki nilai yang kurang lebih sama, yaitu pada kisaran 20 mg/L. Menurut Sawyer (2003), feses dari hewan mengandung sejumlah besar materi protein yang tidak terasimilasi atau nitrogen organik. Hal tersebut, bersama dengan materi protein yang berada pada bagian tubuh mati baik pada hewan maupun tumbuhan dikonversi dalam jumlah besar menjadi ammonia dengan menggunakan bantuan bakteri heterotrofik, di bawah kondisi baik aerobik maupun anaerobik seperti pada reaksi berikut.



Jika dihubungkan dengan sumber limbah cair yang dihasilkan, semua los yang menjadi tempat pengambilan sampel, baik los ikan, los ayam, maupun los daging mengandung bagian tubuh hewan yang mati. Pada los ikan, bagian ini dihasilkan baik dari serpihan ikan tawar maupun ikan laut, sementara pada los ayam dari kegiatan pemotongan ayam. Untuk los daging sendiri, berasal dari dinding perut sapi yang

dibersihkan. Nilai nitrogen organik yang terbaca pada titik influen menunjukkan bahwa hampir tidak ada pengurangan nitrogen organik selama perjalanan dari sumber limbah cair menuju IPAL.

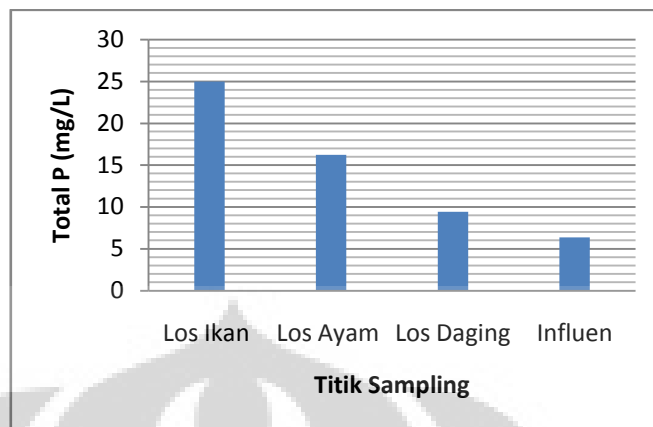


Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.5 Karakterisasi Nitrogen Organik Tiap Los & Influen

d. Total P

Fosfor banyak dibutuhkan untuk pertumbuhan biologi organisme. Kandungan fosfor di dalam sistem air limbah perkotaan biasanya ada pada rentang 4 hingga 16 mg/l (Metcalf and Eddy, 2003). Jika dilihat dari total fosfor yang dimiliki oleh kualitas air limbah tradisional pasar, menunjukkan rentang dari 6 hingga 25 mg/l. Kandungan fosfor yang terukur di dalam air limbah pasar tradisional bisa jadi disebabkan oleh gabungan antara fosfor yang berada dalam tubuh hewan dan penggunaan deterjen untuk kegiatan pembersihan rutin yang dilakukan di semua bagian los basah

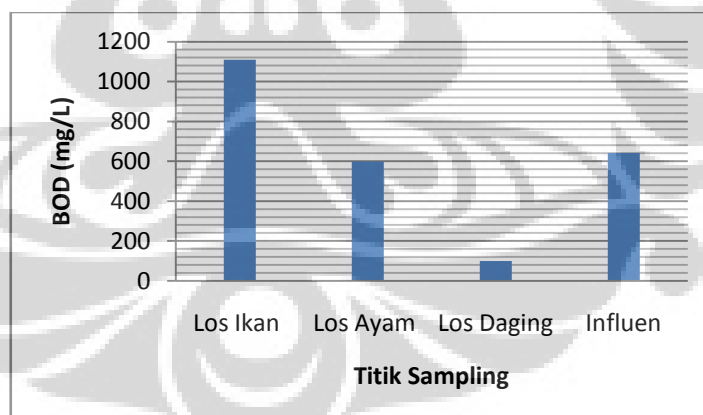


Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.6 Karakterisasi Fosforus Tiap Los & Influen

e. BOD

BOD merupakan parameter yang digunakan untuk melihat jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bacteria untuk menstabilkan material organik pada kondisi aerobik. Hasil pengukuran nilai BOD untuk tiap los dan juga nilai BOD pada influen selengkapnya ditunjukkan oleh gambar 5.7 berikut.



Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.7 Karakterisasi BOD Tiap Los & Influen

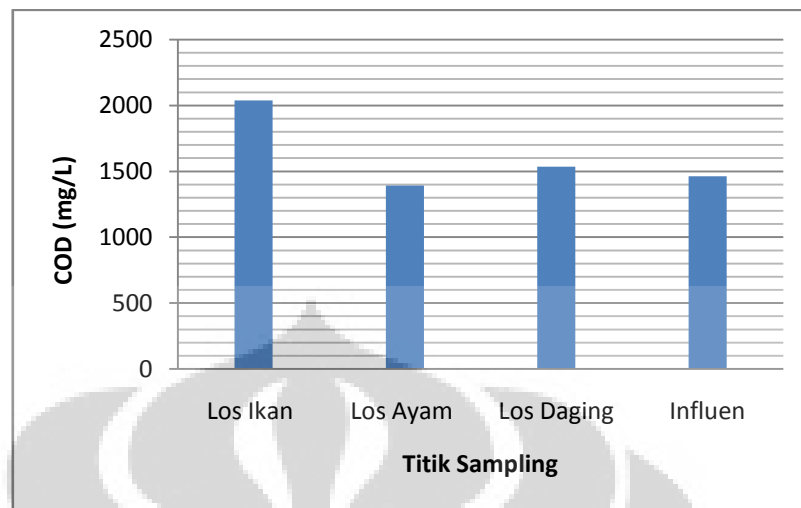
Materi yang mudah terbiodegradasi, pada bentuk terlarut umumnya berupa karbohidrat, lemak, protein, alcohol, asam, aldehyd, dan ester (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985). Materi ini umumnya merupakan produk

akhir (*end product*) dari dekomposisi tanaman atau jaringan tisu hewan oleh mikroba. Pada data penelitian, hal ini direpresentasikan oleh nilai BOD los ikan dan los ayam yang secara berurutan mencapai angka 1100 mg/L dan 600 mg/L. Pada kedua los ini terdapat jaringan tisu dari hewan, baik ikan maupun ayam. Pada los daging, nilai BOD sedikit berbeda, hanya berkisar pada rentang 100 mg/L, meskipun limbah cair yang dihasilkan juga berasal dari jaringan tisu hewan, dalam hal ini perut sapi. Kecilnya nilai BOD ini bisa jadi disebabkan adanya pengaruh penambahan bahan kimia pada aktivitas yang dilakukan. Penambahan bahan kimia yang sifatnya *nonbiodegradable* tentu akan membuat kandungan materi organik yang mudah terurai menjadi kecil, sehingga nilai oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk melakukan reaksi penguraian juga kecil.

Jika dilihat dari nilai influen, terlihat bahwa hasil yang diperoleh merepresentasikan nilai BOD gabungan dari setiap los, yaitu bahwa nilai BOD los ikan yang tergolong tinggi menjadi tereduksi ketika pada saluran drainase menuju IPAL, limbah cairnya bergabung dengan limbah cair yang berasal dari los daging. Proses homogenisasi pada saluran drainase ini menghasilkan nilai BOD rata-rata influen berada pada kisaran 600 mg/L.

f. COD

COD merupakan tes yang umumnya digunakan untuk mengukur kekuatan organik (*organik strength*) dari limbah, baik limbah domestik maupun limbah industri. Pada saat penentuan nilai COD, bahan organik dikonversi menjadi karbon dioksida dan air tanpa memperhitungkan kemampuan asimilasi materi tersebut secara biologis. Nilai COD umumnya lebih besar dari nilai BOD, terlebih jika terdapat sejumlah materi yang resisten secara biologis dalam jumlah besar. Karakterisasi nilai COD dari tiap los dan nilai COD dari influen yang terdapat di lokasi penelitian, selengkapnya dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut.



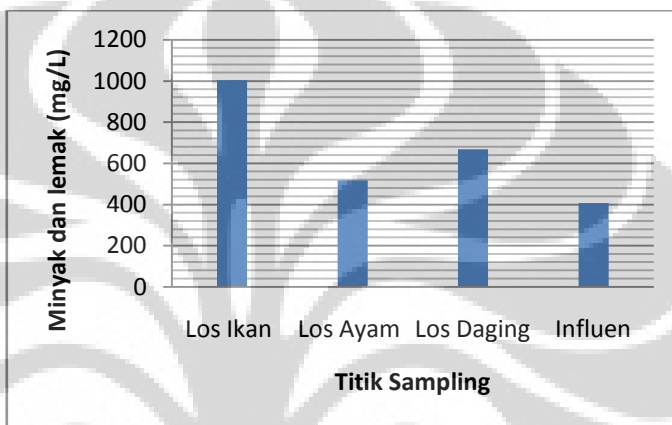
Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.8 Karakterisasi COD tiap Los & Influen

Berdasarkan gambar 5.8, terlihat bahwa COD tiap los berkisar pada rentang 1400 sampai 2000 mg/L dengan nilai paling tinggi ditunjukkan oleh los ikan dan selanjutnya oleh los daging dan terakhir oleh los ayam. Material organik yang tergolong resisten terhadap degradasi secara biologi di antaranya adalah asam tanin, lignin, selulosa, dan fenol (Peavy, Rowe, & Tchobanoglous, 1985). Selain itu, nilai COD yang tinggi di ketiga los tersebut, bisa jadi disebabkan oleh adanya penggunaan bahan kimia. Indikasi adanya penggunaan bahan kimia ini terlihat dari nilai rasio BOD banding COD yang memiliki nilai secara berurut untuk los ikan, los ayam, dan los daging sebesar 0.5, 0.43, dan 0.06. Pada los daging, rasio BOD/COD yang sangat rendah ini dapat berasal dari bahan kimia, yaitu dari penggunaan CaO untuk membantu proses pembersihan perut sapi pada penjualan daging babat. Nilai rasio BOD dan COD pada los ikan dan los ayam, yang memiliki nilai di bawah 0.6 atau rasio normal untuk digunakannya pengolahan biologis, dapat menjadi indikasi juga adanya penggunaan bahan kimia pada proses jual beli.

g. Minyak Lemak

Minyak lemak merupakan parameter air limbah yang wajib diperhatikan karena bersifat memiliki solubilitas rendah di air dan memiliki tendensi untuk memisah pada fase *aquous* (Sawyer, 2003). Karakterisasi minyak lemak tiap los beserta nilai influen dapat dilihat pada gambar 5.9 berikut.



Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Gambar 5.9 Karakterisasi Minyak Lemak tiap Los & Influen

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa nilai minyak lemak paling tinggi ditunjukkan oleh los ikan dengan angka rata-rata mencapai hampir 1000 mg/L. Nilai ini selanjutnya diikuti oleh los daging (± 700 mg/L) dan los ayam (± 500 mg/L). Nilai gabungan ketiga parameter yang ditunjukkan di titik influen menunjukkan nilai 400 mg/L. Kadar minyak lemak pada influen menunjukkan nilai yang jauh lebih kecil dari nilai gabungan ketiga los yang kemudian dirata-rata. Hal ini bisa jadi sebagian minyak lemak hilang saat terjadi kegiatan pembersihan di tiap los. Kegiatan pembersihan ini dapat berupa pengambilan material padatan dan material lain yang berpotensi menyumbat saluran drainase. Dari ketiga los tersebut, material padatan yang dimaksud besar kemungkinan mengandung minyak lemak sebab berasal dari bagian tubuh hewan yang dijual, seperti kepala ikan,

serpihan kulit udang, serpihan dinding perut sapi, dan bagian isi perut ayam. Pengambilan material padatan tersebut dari saluran drainase, besar kemungkinan menyebabkan penurunan kadar minyak lemak di influen.

5.5 Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Glodok

Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional akan mencakup analisis mengenai rangkaian proses yang berlangsung di IPAL mulai dari awal sampai akhir, yang terdiri dari input, proses, dan output. Analisis mengenai input akan membahas mengenai karakteristik influen yang dibandingkan dengan karakteristik influen dari studi literatur. Analisis mengenai proses selanjutnya akan membahas mengenai proses yang terjadi di IPAL, yaitu pada bak aerasi dan bak sedimentasi. Analisis di bagian ini akan mencakup perhitungan desain ulang IPAL dengan menggunakan data beban limbah cair dari bagian input. Bagian terakhir evaluasi akan mencakup mengenai analisis kualitas effluen. Bagian ini akan berisi kualitas effluen yang dibandingkan dengan standar baku mutu serta efisiensi proses IPAL berdasarkan parameter yang sebelumnya telah ditentukan.

5.5.1 Analisis Karakteristik Influen

Berdasarkan wawancara yang sebelumnya telah dilakukan, diketahui bahwa influen dari IPAL hanya berasal dari los basah. Los basah yang dimaksud terdiri dari los ikan, los ayam, los daging, los babi, dan los sayur. Dari 5 los tersebut, dengan pertimbangan tidak semua los menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan terkait dengan kegiatan yang dilakukan, maka pengambilan sampel limbah cair hanya dilakukan di 3 los saja, yaitu los ikan, los ayam, dan los daging. Meskipun demikian, saat pengambilan sampel dilakukan, penulis mendapati fakta ada limbah cair yang masuk ke influen selain limbah cair yang berasal dari los basah. Limbah cair tersebut adalah air sisa pengepulan lantai, mulai dari lantai 1 sampai lantai 7.

Sampai saat ini, belum ada literatur yang dengan jelas membahas mengenai karakteristik limbah cair pasar tradisional ataupun limbah cair yang dihasilkan dari los basah pasar tradisional. Pada Kepmenkes 519 tahun 2008 disebutkan bahwa limbah cair pasar tradisional menggunakan standar baku mutu limbah cair domestik seperti tertera pada Kepmenlh 112 tahun 2003. Hal ini secara tidak langsung menyiratkan bahwa limbah cair pasar tradisional diklasifikasikan ke dalam limbah cair domestik. Perencanaan beban hidrolis pada saat pembangunan IPAL juga menggunakan asumsi beban hidrolis bangunan perkantoran dan hotel. Untuk melihat sejauh mana limbah cair pasar tradisional memiliki kesamaan dengan limbah cair domestik dan juga kriteria desain, pada tabel 5.8 berikut akan disajikan tabel perbandingan antara karakteristik influen dengan nilai tipikal limbah cair domestik serta studi literatur.

Nilai karakteristik influen yang ditampilkan berikut merupakan nilai rata-rata hasil pengecekan di laboratorium, yang terdiri dari hari senin, rabu, dan sabtu. Pemilihan hari tersebut dilakukan dengan menggunakan asumsi yang digunakan bahwa senin dipilih karena mewakili debit minimum, rabu untuk kondisi rata-rata, dan sabtu untuk debit maksimum mingguan. Limbah cair domestik yang dipilih sebagai bahan perbandingan adalah limbah cair domestik kategori *high strength* sebagaimana juga tercantum pada tabel 2.5. Angka kriteria desain sendiri berasal dari dokumen perencanaan IPAL yang diperoleh penulis dari pengelola gedung.

Tabel 5.8 Perbandingan Karakteristik Influen dengan Studi Literatur dan Kriteria Desain

PARAMETER ^a	\bar{X}	MIN-MAX	STUDI ^b LITERATUR	KRITERIA DESAIN ^d
Fisik				
TSS	360.000	200-600	400	250
Kimia Anorganik				
pH	5.820	5.67-5.99	6.7-7.5 ^c	-
Total N	53.913	44-74	70	-
Organik-N	20.247	18-24	25	-
Ammonia	38.333	30-47	45	-
Nitrit	28.000	16-37	0	3
Nitrat	12.500	2.5-23.1	0	-
Phosphat	33.667	20.2-56.2	-	-
Total P	6.392	3.84-10.67	12	-
Kimia Organik				
BOD	642.700	293-1193	350	300
COD	1461.504	913-2491	800	500
Minyak Lemak	406.500	218-595	100	-

Keterangan :

■ Menunjukkan ketidaksesuaian dengan nilai \bar{X}

^a kecuali pH, dalam satuan mg/L

^b berdasarkan Metcalf & Eddy (2004) untuk karakteristik tipikal limbah cair domestik kategori high strength

^c berdasarkan Qasim (1985)

^d berdasarkan kriteria desain beban hidrolis rencana

Dari hasil analisis sampel influen tersebut, secara garis besar terlihat bahwa untuk parameter kimia anorganik, seluruh parameter memiliki nilai yang lebih rendah dari nilai yang ditampilkan oleh literatur. Parameter tersebut adalah TSS, nitrogen (total nitrogen, nitrogen organik, ammonia, nitrit, nitrat), dan total P. Hal ini menunjukkan bahwa hasil rata-rata pengukuran menunjukkan karakteristik kimia organik berada pada level *medium strength*. Nilai mencolok ditunjukkan oleh karakteristik kimia organik, yang terdiri dari BOD, COD, dan

minyak lemak. Ketiga parameter tersebut menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi dari nilai studi literatur. Hal ini berarti karakteristik kimia organik influen melebihi nilai tipikal limbah cair domestik untuk kategori *high strength*.

Dari segi pH, terlihat bahwa pH influen nilainya lebih kecil dari nilai pH tipikal limbah cair domestik. Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa pH influen bersifat asam. Nilai pH ini kemungkinan besar disebabkan oleh aliran limbah cair yang bersumber dari los ayam yang dari hasil pengukuran secara terpisah menghasilkan nilai pH asam. Los daging yang merupakan satu-satunya los dengan pH basa, yaitu mendekati 11, bisa jadi tidak mampu mengangkat nilai pH gabungan menjadi lebih tinggi akibat debit limbah cair yang tidak signifikan. Hal ini disebabkan kegiatan di los daging hanya terjadi di pagi hari, yaitu dari pukul 06.00-10.00 sementara di sisi lain kegiatan pemotongan ayam bisa berlangsung sampai siang hari, sekitar pukul 14.00.

Nilai TSS yang dihasilkan berasal dari padatan yang dihasilkan di los ikan, seperti pembersihan sisik, pengupasan kulit udang, serta partikel lain yang terbawa akibat adanya kegiatan penyiraman barang dagangan secara berkala. Sumber TSS dari los ayam sendiri disebabkan oleh aktivitas pemotongan ayam, sementara los daging berasal dari sisa pembersihan dinding perut yang dihasilkan dari penjualan babat. Selain berasal dari ketiga los ini, hasil observasi menunjukkan bahwa hasil pengepulan lantai mulai dari lantai 1-lantai 7 juga masuk ke dalam IPAL, sehingga ada kemungkinan kegiatan ini juga berkontribusi dalam menambah nilai TSS influen.

Total nitrogen merupakan gabungan dari nitrogen organik dan ammonium. Pada makhluk hidup, nitrogen organik berada dalam bentuk protein. Bahan pangan mentah seperti ikan memiliki kandungan protein yang tinggi. Dari hasil pengamatan lapangan, di los ikan di antaranya berlangsung kegiatan pembersihan sisik, pemotongan ikan, dan pengupasan kulit udang. Dari kegiatan tersebut, besar kemungkinan ada serpihan kecil yang ikut terbuang, yang kemudian masuk ke dalam saluran drainase. Dilihat dari nilai nitrit dan nitrat terlihat bahwa angka pengujian jauh lebih tinggi dari nilai tipikal limbah

cair domestik. Nitrit dan nitrat ini bisa jadi berasal dari ammonia yang telah ada di bahan pangan mentah yang dijual di los basah.

Dari segi kimia organik, terlihat bahwa perbandingan antara hasil pengecekan laboratorium dengan studi literatur menunjukkan bahwa nilai BOD, COD, dan minyak lemak influen memiliki nilai yang lebih besar dari studi literatur. Rasio nilai BOD berbanding COD secara rata-rata adalah 0.42. Rasio BOD/COD ini menunjukkan bahwa limbah cair ini membutuhkan pengolahan fisik dan kimia terlebih dahulu jika hendak digabungkan dengan pengolahan biologis yang ada. Nilai COD yang jauh lebih besar dari BOD bisa jadi disebabkan oleh penggunaan bahan seperti air kapur di los daging, bahan pengawet di los ikan, maupun sisa deterjen yang berasal dari hasil pengepelan lantai. Parameter minyak dan lemak dari hasil pengukuran laboratorium menunjukkan nilai yang jauh lebih besar dari nilai tipikal limbah cair domestik. Minyak dan lemak ini berasal dari minyak dan lemak bahan pangan mentah yang dijual seperti ikan dan ayam. Selain dari minyak dan lemak ikan dan ayam, tingginya nilai parameter ini bisa jadi disebabkan oleh minyak yang dihasilkan dari ampas pemotongan kelapa yang dihasilkan dari los sayur.

Perbandingan antara karakteristik influen dengan kriteria desain menunjukkan bahwa seluruh parameter, yaitu TSS, nitrit, BOD, dan COD nilainya jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai hasil pengukuran. Hal ini menunjukkan ada indikasi kesalahan dalam penentuan beban hidrolis IPAL, sehingga IPAL hasil desain bekerja melebihi beban desain yang telah ditentukan. Hal ini sekaligus menunjukkan bahwa limbah cair yang dihasilkan dari aktivitas pasar tradisional memiliki karakteristik yang berbeda dengan tipikal limbah domestik pada umumnya. Manfaat mengetahui adanya perbedaan ini dapat diterapkan dalam mendesain cara pengolahan yang tepat bagi limbah cair kegiatan pasar tradisional.

5.5.2 Analisis Proses Pengolahan Limbah Cair

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, IPAL Pasar Tradisional Glodok menggunakan tipe lumpur aktif tipe extended aeration. IPAL ini terletak di bawah tanah yang bagian atasnya digunakan untuk tempat parkir motor dan sepeda. Sampai pada saat pengambilan data dilakukan, IPAL ini telah memasuki masa operasional 9 tahun. Dari wawancara yang dilakukan terhadap pengelola gedung, diketahui bahwa sepanjang IPAL beroperasi, belum pernah ada pengecekan mengenai kualitas limbah cair yang dihasilkan apakah sesuai dengan baku mutu atau tidak.

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang telah dilakukan sebelumnya, agak sulit untuk melihat kondisi IPAL Pasar Tradisional Glodok, mengingat sifatnya yang berada di bawah tanah. Pengelola IPAL sendiri melakukan pengontrolan dengan menggunakan manhole yang terletak di bagian atas comminutor, bak aerasi, dan bak sedimentasi. Pengontrolan sendiri umumnya dilakukan jika pengelola menyadari ada masalah, seperti timbul bau yang kurang sedap atau rusaknya peralatan IPAL seperti blower. Secara umum, permasalahan yang terlihat terkait dengan kinerja IPAL adalah ditemukan banyak padatan berukuran besar pada titik influen IPAL, dalam hal ini influen IPAL langsung masuk ke dalam unit coarse screen. Coarse screen sendiri berbentuk saringan persegi empat. Hasil pengamatan menunjukkan masih banyak padatan yang dapat lolos dan selanjutnya terbawa masuk menuju comminutor. Padatan yang dimaksud bersifat organik maupun anorganik dengan ukuran dan jenis yang bervariasi. Padatan organik yang ditemukan antara lain belut yang terlepas, isi perut ayam maupun babi, sampai potongan sayuran yang tercecer masuk ke dalam saluran drainase. Untuk padatan anorganik sendiri, di antaranya berupa kemasan makanan dan barang lain yang terbuat dari plastik. Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, kegiatan pembersihan dilakukan secara rutin di tiap los yang termasuk ke dalam los basah. Kegiatan pembersihan ini terdiri dari pengepulan dan pemindahan padatan berukuran besar dari saluran drainase. Masih adanya padatan yang

ditemukan pada unit coarse screen menunjukkan indikasi proses pembersihan yang belum berjalan maksimal. Padatan tersebut selain dapat mengganggu kinerja IPAL secara keseluruhan juga berpotensi menyumbat saluran perpipaan yang ada di dalam sistem.

Pada bagian analisis proses, berikut akan dijelaskan mengenai kondisi eksisting tiap unit, baik secara visual maupun berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di laboratorium. Dari data mengenai kondisi eksisting ini dilakukan perhitungan dengan menggunakan kriteria desain untuk selanjutnya akan dibandingkan dengan data yang diperoleh dari studi literatur. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah dengan kondisi pembebanan yang ada, IPAL masih dapat bekerja dengan seharusnya. Jika pada kondisi eksisting ditemukan permasalahan maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan ulang dengan menggunakan kriteria desain yang diperoleh berdasarkan hasil studi literatur.

5.5.2.1 Proses pada Unit Aerasi

Pada sistem pengolahan limbah cair dengan menggunakan lumpur aktif tipe extended aeration, unit aerasi merupakan salah satu unit yang memegang peranan penting dalam proses pengolahan. Unit aerasi berfungsi mengalirkan udara ke air limbah agar terjadi pencampuran antara mikroorganisme dengan bahan makanan, yaitu kandungan organik yang terdapat di air limbah. Proses pencampuran dengan bantuan udara ini kemudian akan membentuk suatu flok microbial yang dikenal sebagai lumpur aktif yang kemudian akan menstabilkan organik yang ada.

Pada IPAL Pasar Tradisional Glodok, sistem aerasi dilakukan secara difusi. Pada aerasi secara difusi, udara disuplay melalui difusser yang berpori atau menggunakan nozzle udara yang terletak di bawah tangki. Komponen yang digunakan di antaranya adalah (1) *diffuser air nozzles*, (2) perpipaan, dan (3) *blower* atau kompresor. Sistem IPAL yang bersifat tertutup menyebabkan terjadi sedikit kesulitan dalam melakukan pengambilan sampel

terkait dengan kebutuhan analisis kinerja unit bak aerasi. Pengambilan sampel kemudian dilakukan dengan membuka manhole yang terletak di bagian atas bak aerasi. Sistem pengambilan sampel yang tidak dilakukan pada bagian input dan output bak aerasi menyebabkan hasil pengukuran yang dilakukan pada bak aerasi tidak dapat digunakan untuk menganalisis kinerja unit bak aerasi. Hasil pengukuran ini hanya dapat digunakan untuk menganalisis kinerja dari unit yang berada sebelum bak aerasi, yaitu unit coarse screen dan comminutor. Unit *coarse screen* dan comminutor selanjutnya akan dilihat apakah telah bekerja sesuai dengan fungsinya.

Berdasarkan hasil pengamatan visual yang dilakukan terhadap unit aerasi, ditemukan banyak padatan yang terletak di bagian permukaan bak aerasi. Padatan ini membentuk ketebalan tertentu yang menyebabkan pengambilan sampel sedikit sulit untuk dilakukan. Jika melihat dari kondisi padatan yang terbentuk di bak aerasi, ada beberapa kemungkinan yang menjadi penyebab. Kemungkinan pertama adalah pisau pemotong yang ada di comminutor telah tumpul. Hal ini menyebabkan comminutor tidak dapat bekerja secara maksimal dalam mencacah padatan yang masuk dari titik influen. Kemungkinan kedua adalah beban padatan yang masuk dari influen menuju comminutor terlalu besar sehingga melebihi kapasitas comminutor itu sendiri. Kemungkinan ketiga adalah terjadi gabungan antara kemungkinan satu dan kemungkinan dua, yaitu pisau pemotong pada comminutor yang telah tumpul ditambah adanya kelebihan beban padatan yang masuk ke dalam influen. Untuk kinerja coarse screen, efektivitas unit dapat dilihat dengan melihat pengurangan beban padatan yang terjadi.

Tabel 5.9 Nilai TSS, BOD, dan COD pada Bak Aerasi

Parameter \ Titik Sampling	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Influen	360	642	1461
Aerasi	388	616,47	1955

Sumber : Hasil pengukuran (2010)

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat dihitung efisiensi penyisihan yang terjadi di bak sedimentasi, yaitu sebagai berikut.

- TSS removal = $\frac{(360-388)mg/L}{360 mg/L} \times 100\% = -7.78\%$
- BOD Removal = $\frac{(642-616.47)mg/L}{642 mg/L} \times 100\% = 3.97 \%$
- COD Removal = $\frac{(1461-1955)mg/L}{1461 mg/L} \times 100\% = -33.812\%$

Hasil perhitungan % removal untuk seluruh parameter menunjukkan terjadi peningkatan konsentrasi untuk parameter TSS (- 7.78%) dan COD (- 33.812 %). Nilai BOD sendiri hanya turun sebesar 3.97%. Angka-angka ini menunjukkan bahwa unit screen dan cominnutor belum dapat bekerja secara optimal dalam menurunkan nilai BOD dan TSS yang seharusnya dapat mencapai kisaran 25-30% (Qasim, 1985)

Untuk melihat sejauh mana proses yang terjadi pada bak aerasi mendekati kondisi yang seharusnya, berikut akan dilakukan perhitungan ulang terhadap desain unit aerasi dengan menggunakan kriteria desain dari studi literatur.

Perhitungan Ulang Desain Unit Aerasi

<u>Karakteristik limbah cair (g/m³)</u>		<u>Kriteria desain & asumsi</u>
BOD	650	1. <i>Fine bubble efficiency</i> = 8 %
sBOD	325	2. Kedalaman air di bak aerasi = 2.9 m
COD	1450	3. Titik pelepasan udara 0.5 m di atas tangki
sCOD	580	4. DO di bak aerasi = 2.0 g/m ³
rbCOD	360	5. Elevasi lokasi 6 m dpl
TSS	360	6. Y = 0.5 g VSS / g bCOD
VSS	324	7. K _d = 0.06 g VSS / g VSS.hari
TkN	54	8. SRT = 20 hari
NH ₄ -N	38	9. μ _m = 6 g VSS / g VSS.hari
TP	6	

Karakteristik limbah cair di atas diperoleh dari hasil pengukuran laboratorium, yang merupakan nilai rata-rata limbah cair di titik influen. Parameter yang merupakan nilai pengukuran langsung merupakan BOD, COD, TSS, TKN, NH₄-N (Ammonia Nitrogen), TP (Total fosfat). Sementara itu, parameter lain seperti sBOD, sCOD, rbCOD, dan VSS nilainya ditentukan berdasarkan hasil pengukuran laboratorium. Penentuan dilakukan dengan berdasarkan acuan Metcalf & Eddy (2004). Untuk kriteria desain dan asumsi, untuk nilai K_d, Y, SRT, nilainya berdasarkan nilai kriteria desain untuk lumpur aktif tipe *extended aeration* (selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.11). Nilai elevasi lokasi merupakan nilai elevasi Pasar Tradisional Glodok yang diperoleh dengan bantuan Peta Google (Google Map). Nilai lain seperti *fine bubble efficiency*, kedalaman air di bak aerasi, titik pelepasan udara (posisi *diffuser*), dan nilai DO di bak aerasi merupakan nilai asumsi.

Perhitungan desain akan dibagi ke dalam dua bagian. Bagian I akan berisi perhitungan mengenai desain IPAL dengan tujuan untuk Penghilangan BOD sementara itu bagian II akan berisi perhitungan mengenai desain IPAL untuk tujuan nitrifikasi. Alasan perhitungan dibagi menjadi dua bagian adalah hasil pengukuran laboratorium di titik effluen yang menunjukkan tingginya kadar ammonia (lihat 5.3.1 mengenai analisis kualitas effluent), sehingga dibutuhkan pengecekan desain agar proses nitrifikasi dapat terjadi.

Acuan yang digunakan dalam melakukan perhitungan berikut adalah Metcalf & Eddy (2004).

BAGIAN I : PERHITUNGAN DESAIN IPAL UNTUK TUJUAN PENGHILANGAN BOD

1. Karakteristik air limbah yang dibutuhkan untuk desain

a. Mencari bCOD

$$bCOD = 1.6(BOD) = 1.6(650 \text{ g/m}^3) = 1040 \text{ g/m}^3$$

b. Mencari nbCOD

$$nbCOD = COD - bCOD = (1450 - 1040) \text{ g/m}^3 = 410 \text{ g/m}^3$$

c. Mencari effluent sCOD_e (asumsikan sebagai *nonbiodegradable*)

$$\begin{aligned} sCOD_e &= sCOD - 1.6 sBOD \\ &= 580 \text{ g/m}^3 - 1.6(325 \text{ g/m}^3) = 60 \text{ g/m}^3 \end{aligned}$$

d. Mencari nbVSS

$$nbVSS = \left(1 - \frac{bpCOD}{pCOD}\right) VSS$$

$$\frac{bpCOD}{pCOD} = \frac{\left(\frac{bCOD}{BOD}\right) (BOD - sBOD)}{COD - sCOD}$$

$$\frac{bpCOD}{pCOD} = \frac{1.6(BOD - sBOD)}{COD - sCOD} = \frac{1.6(650 - 325) \text{ g/m}^3}{1450 - 580} = 0.598$$

$$nbVSS = (1 - 0.598)324 \text{ g VSS/m}^3 = 130.248 \text{ g/m}^3$$

e. Mencari iTSS

$$iTSS = TSS - VSS = (360 - 324) \text{ g/m}^3 = 36 \text{ g/m}^3$$

2. Mendesain pertumbuhan sistem tersuspensi untuk penghilangan BOD

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \theta_c} = \frac{0.4}{1 + 0.07(20)} = 0.167$$

$$\text{Increase in MLVSS} = Y_{obs} Q (S_0 - S)$$

$$= \frac{0.167 \times 50 \text{ m}^3/\text{hari} \times (650 - 18.618) \text{ g/m}^3}{1000 \text{ g/kg}} = 5.27 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Increase in MLSS} = 5.27 \text{ kg/hari} \times \frac{1}{0.8} = 6.59 \text{ kg/hari}$$

3. Tentukan massa dari VSS dan TSS dalam bak aerasi.

$$\text{Mass} = P_X (\text{SRT})$$

- a. Menentukan $P_{X, VSS}$ dan $P_{X, TSS}$

$$\begin{aligned} P_{X, VSS} &= 5.27 \text{ kg/hari} + Q(nbVSS) \\ &= 5.27 \text{ kg/hari} + (50 \text{ m}^3/\text{hari})(130.248 \text{ g/m}^3)(1 \text{ kg}/10^3 \text{ g}) \\ &= (5.27 + 6.5124) \text{ kg/hari} = 11.78 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{X, TSS} &= \frac{A}{0.85} + \frac{B}{0.85} + \frac{C}{0.85} + D + Q(TSS_0 - VSS_0) \\ &= \frac{5.27 \text{ kg/hari}}{0.85} + 6.5124 \text{ kg/hari} + (50 \text{ m}^3/\text{hari})(36 \text{ g/m}^3)(1 \text{ kg}/10^3 \text{ g}) \\ &= 14.5124 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- b. Menentukan massa dari VSS dan TSS di dalam bak aerasi

- i. Massa dari MLVSS

$$\begin{aligned} (X_{VSS})(V) &= (P_{X, VSS})SRT \\ &= (11.78 \text{ kg/hari})(20 \text{ hari}) = 235.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

- ii. Massa dari MLSS

$$\begin{aligned} (X_{TSS})(V) &= (P_{X, TSS})SRT \\ &= (14.5124 \text{ kg/hari})(20 \text{ hari}) = 290.25 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Pilih desain konsentrasi massa MLSS dan tentukan volume bak aerasi dan waktu tinggal menggunakan massa TSS yang dihitung dalam langkah 3.

- a. Menentukan volume bak aerasi

$$\begin{aligned} (V)(X_{TSS}) &= 290.25 \text{ kg}; \text{ MLSS} = 6000 \text{ g/m}^3 \\ V &= \frac{(290.25 \text{ kg})(10^3 \text{ g/kg})}{6000 \text{ g/m}^3} = 48.37 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume bak saat ini = 105 m³. Artinya kapasitas bak aerasi masih mampu menangani beban limbah cair yang masuk ke dalam sistem.

- b. Menentukan waktu tinggal di dalam bak aerasi

$$\tau = \frac{V}{Q} = \frac{48.37 \text{ m}^3 (24 \text{ jam/hari})}{50 \text{ m}^3/\text{hari}} = 23.2 \text{ jam} \approx 24 \text{ jam}$$

Waktu tinggal ini masih berada pada rentang desain lumpur aktif tipe extended aeration, yaitu 20-30 jam

c. Menentukan MLVSS

$$\text{Fraksi VSS} = \frac{235.6 \text{ kg VSS}}{290.25 \text{ kg TSS}} = 0.812$$

$$\text{MLVSS} = 0.812(6000 \text{ g/m}^3) = 4872 \text{ g/m}^3$$

5. Menentukan F/M dan beban BOD

a. Menentukan F/M

$$\begin{aligned} F/M &= \frac{QS_0}{XV} = \frac{(50 \text{ m}^3/\text{hari})(650 \text{ g/m}^3)}{(4872 \text{ g/m}^3)(48.37 \text{ m}^3)} = 0.138 \text{ g/g.hari} \\ &= 0.138 \frac{\text{kg BOD}}{\text{kg MLVSS.hari}} \end{aligned}$$

Nilai F/M rasio yang dihasilkan melebihi nilai F/M rasio desain lumpur aktif tipe extended aeration, yang berkisar pada 0.04-0.1 kg BOD/ kg MLVSS.hari. Hal ini berarti jumlah mikroorganisme yang ada melebihi jumlah makanannya.

b. Menentukan beban BOD volumetric

$$\text{BOD loading} = \frac{QS_0}{V} = \frac{(50 \text{ m}^3/\text{hari})(650 \text{ g/m}^3)}{(48.37 \text{ m}^3)(10^3 \text{ g/kg})} = 0.672 \frac{\text{kg BOD}}{\text{m}^3.\text{hari}}$$

6. Menentukan yield yang diamati berdasarkan TSS dan VSS

a. Yield yang diamati berdasarkan TSS

$$\text{Observed yield} = \text{g TSS} / \text{g bCOD} = \text{kg TSS} / \text{kg bCOD}$$

$$P_{x, \text{TSS}} = 14.5124 \text{ kg / hari}$$

$$\begin{aligned} \text{bCOD removed} &= Q(S_0 - S) \\ &= (50 \text{ m}^3/\text{hari}) (650 - 18.618) \text{ g/m}^3 (1 \text{ kg}/10^3 \text{ g}) \\ &= 31.57 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{obs,TSS}} &= \frac{14.5124 \text{ kg/hari}}{31.57 \text{ kg/hari}} = 0.46 \frac{\text{kg TSS}}{\text{kg bCOD}} = 0.46 \frac{\text{g TSS}}{\text{g bCOD}} \\ &= \left(0.46 \frac{\text{g TSS}}{\text{g bCOD}}\right) \left(\frac{1.6 \text{ g bCOD}}{\text{g BOD}}\right) = 0.735 \text{ g TSS/g BOD} \end{aligned}$$

b. Yield yang diamati berdasarkan VSS

$$\begin{aligned}
 Y_{obs,VSS}: VSS/TSS &= 0.812 \\
 &= \left(0.46 \frac{g TSS}{g bCOD}\right) \left(0.812 \frac{g VSS}{g TSS}\right) \\
 &= 0.374 g VSS/g bCOD \\
 &= \left(0.374 \frac{g VSS}{g bCOD}\right) \left(\frac{1.6 g bCOD}{g BOD}\right) \\
 &= 0.598 g VSS/g BOD
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan kebutuhan oksigen teoritikal

$$\begin{aligned}
 O_2 \text{ kg/hari} &= \frac{Q(S_0-S)}{\frac{BOD_5}{BOD_L}} - 1.42 P_x \\
 &= \frac{50 m^3/hari (650 - 18.618)}{0.68 \times 1000 g/kg} - 1.42 (5.27) = 38.94 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

8. Perhitungan standard oxygen requirement (SOR) dalam kondisi lapangan

$$\text{SOR kg/hari} = \frac{N}{\left[\frac{C_{sw}^1 \beta F_a - C}{C_{sw}}\right] (1.024)^{T-20\infty}}$$

$$F_a = \left(1 - \frac{\text{altitude.m}}{9450}\right) = \left(1 - \frac{6}{9450}\right) = 0.999$$

$$T = \frac{AfT_a + QT_i}{Af + Q}$$

di mana :

A = luas permukaan, m^2

T = sama di dalam Eq. (13-18)

T_a = temperatur rata-rata udara ambient, $^{\circ}C$

T_i = temperature rata-rata influen, $^{\circ}C$

f = *proportionality factor*, 0.5 (m/d)

Q = debit (*flow rate*), m^3/d

Asumsikan temperatur rata-rata yang di operasikan di dalam

bak aerasi = $24^{\circ}C$

C'_{sw} pada $24^{\circ}C$ = 8.5 mg/l (Appendix A)

Menggunakan persamaan 13-18, SOR dikalkulasikan menggunakan data. $C = 1.5 \text{ mg/l}$, $\alpha = 0.95$, $\beta = 0.9$, $C'_{sw} = 9.1 \text{ mg/l}$, $F_a = 0.999$ untuk koreksi ketinggian dari 6 m dpl (Ketinggian Pasar Tradisional Glodok)

$$\text{SOR kg/hari} = \frac{38.94}{\left[\frac{8.5 \text{ mg/l} \times 0.9 \times 0.999 - 1.5 \text{ mg/l}}{9.15 \text{ mg/l}} \right] (1.024)^{24-20} \times 0.95} = 55.534 \text{ kg/hari}$$

9. Menghitung volume udara yang dibutuhkan

Asumsikan berat udara 1.201 kg/m^3 dan mengandung 23.2 percent oxygen dari berat udara.

Udara teoritikal yang dibutuhkan pada kondisi lapangan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Standard oxygen requirement (SOR)}}{\text{berat udara} \times \text{persentase berat } O_2 \text{ di udara}} \\ &= \frac{55.534 \text{ kg/d}}{1.201 \text{ kg/m}^3 \times 0.232 \text{ g } O_2/\text{g udara}} = 199.31 \text{ m}^3/\text{hari udara} \end{aligned}$$

Asumsikan efisiensi dari udara diffuser = 8%

Udara teoritikal yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{udara yang dibutuhkan pada kondisi lapangan}}{\text{efisiensi udara difusser}} \\ &= \frac{199.31 \text{ m}^3/\text{d}}{0.08} = 2491.37 \text{ m}^3/\text{d} \end{aligned}$$

Penghitungan udara desain pada 150 percent dari udara teoritikal,

$$\begin{aligned} \text{Udara total desain} &= 2491.37 \text{ m}^3/\text{d} \times 1.5 = 3737.05 \text{ m}^3/\text{d} = \\ &155.71 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

10. Cek volume udara per kg BOD₅ yang disisihkan, per m³ air limbah yang diolah, dan per m³ volume bak aerasi:

$$\begin{aligned} \text{Suplai volume udara per kg BOD yang disisihkan} &= \frac{3737.05 \text{ m}^3/\text{hari}}{(650-50) \text{ g/m}^3 (50 \text{ m}^3/\text{hari})} \\ &= 0.125 \text{ m}^3/\text{g} = 125 \text{ m}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

Suplai volume udara per kg per kg m³ limbah yang diolah

$$= \frac{3737.05 \text{ m}^3/\text{hari}}{50 \text{ m}^3/\text{hari}} = 74.741 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Suplai volume udara
(m³ per hari per m³
volume bak aerasi

$$= \frac{3737.05 \text{ m}^3/\text{hari}}{48.37 \text{ m}^3} = 77.26 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{hari}$$

Menghitung kapasitas blower dan sistem diffuser

Udara total desain = 155.71 m³/jam = 2.6 m³/min

Kapasitas blower = 3.5 m³/menit

Jika dibandingkan dengan total udara desain (2.6 m³/menit), kapasitas dari blower yang digunakan di bak aerasi nilainya jauh lebih besar (3.5 m³/min). Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas blower masih mampu memberikan suplay oksigen yang cukup.

Sistem *diffuser* yang digunakan untuk kondisi eksisting adalah menggunakan tipe *radial disperse fine bubbles* dengan jumlah diffuser sebanyak 50 buah. Suplai udara pada masing-masing diffuser adalah

$$\text{Suplai udara} = \frac{3.5 \text{ (m}^3/\text{min)}}{50} = 0.07 \text{ m}^3/\text{min. diffuser}$$

BAGIAN II : PERHITUNGAN DESAIN UNTUK NITRIFIKASI

$$BOD_{\text{influent}} = 650 \text{ mg/l}$$

$$BOD_{\text{effluent}} = 50 \text{ mg/l}$$

$$MLSS = 3000 \text{ mg/l}$$

$$MLVSS = 0.8 \text{ MLSS}$$

Organik dan ammonia nitrogen di influent = 1.5 kg/hari

Organik dan ammonia nitrogen yang dikonversi = 0.88 kg/hari

Hasil Perhitungan

$$\theta = 24 \text{ jam}$$

$$\theta_c = 37 \text{ hari}$$

$$\text{Fraksi nitrogen} = 54 \text{ mg/l}$$

$$\text{Min. temperatur} = 22^\circ\text{C}$$

$$\theta = 1.09$$

1) Volume Reaktor

$$V = \frac{50 \text{ m}^3/\text{hari} \times (1 + 0.75) \times 24 \text{ jam}}{24 \text{ jam/hari}} = 87.5 \text{ m}^3$$

2) Total massa MLVSS di reaktor

$$\bar{X} = \frac{87.5 \text{ m}^3 \times 3000 \text{ g/m}^3}{1000 \text{ g/kg}} = 262.5 \text{ kg}$$

3) Substrat yang dihilangkan per hari

$$S_r = \frac{(650 - 50) \text{ g/m}^3 \times 50 \text{ g/m}^3}{1000 \text{ g/kg}} = 30 \text{ kg } BOD_5$$

4) VSS yang diproduksi

$$X_w = YS_r - k_e \bar{X} = \left(0.5 \frac{\text{kg MLVSS}}{\text{kg } BOD_5} \right) \left(30 \frac{\text{kg } BOD_5}{\text{hari}} \right) - \left(\frac{0.03}{\text{hari}} \right) (262.5 \text{ kg})$$

$$X_w = 7.125 \frac{\text{kg MLVSS}}{\text{hari}}$$

5) Keseimbangan material untuk nitrogen adalah

input = output + decrease due synthesis + decrease due to nitrification

input = (50 m³/hari) x (30 kg bod₅) (10⁻³) = 1.5 kg N/hari

% nitrogen = 12.39 %

decrease due to synthesis = (0.1239) (7.125 kg mlvss/hari) = 0.88 kg N/hari

output + decrease due to nitrification = 1.5 – 0.88 = 0.62 kg N/hari

6) Total kebutuhan oksigen

$$O_r = Y'S_r + k'_e\bar{X} + O_n$$

$$O_r = 0.62 \frac{\text{kg oxygen}}{\text{kg BOD}_5} \times 30 \frac{\text{kg BOD}_5}{\text{hari}} + 0.09 \frac{\text{kg oxygen}}{\text{kg MLVSS} \cdot \text{hari}} \times 262.5 \text{ kg}$$

$$+ 0.62 \frac{\text{kg N}}{\text{hari}} \times 4.33 \frac{\text{kg oxygen}}{\text{kg N}} = 44.909 \text{ kg oxygen/hari}$$

7) Laju lumpur aktif (*the waste activated sludge flow*)

$$Q_w = \frac{7.125 \text{ kg MLVSS/hari}}{0.8 \text{ kg MLVSS/kg MLSS} \times 1.01 \text{ kg/m}^3} = 8.818 \text{ m}^3/\text{hari}$$

8) The mean cell residence

$$\theta_c = \frac{\bar{X}}{X_w} = \frac{262.5 \text{ kg}}{7.125 \text{ kg MLVSS/hari}} = 36.842 \text{ hari} \approx 37 \text{ hari}$$

Untuk nitrifikasi dengan beban total nitrogen sebesar 54 mg/L (hasil pengukuran total nitrogen rata-rata pada titik influen), perhitungannya adalah sebagai berikut.

1. Minimum *mean cell residence time*, θ_c^{\min}

$$\theta_c^{\min} = 2.13e^{0.098(15-T)} = 2.13e^{0.098(15-22)} = 4.23 \text{ hari}$$

2. *Design mean cell residence time*

$$\theta_c = 2.5\theta_c^{\min} = (2.5)(4.23) = 10.575 \text{ hari}$$

Untuk substrat removal (BOD₅ removal) $\theta_c = 10.575 \text{ hari} > 4.23 \text{ hari}$, sehingga proses akan mengalami nitrifikasi dan nitrifikasi tidak mengontrol *mean cell residence time*, θ_c .

3. Mencari nitrogen yang terkonversi, N_r

Fraaksi nitrogen yang dikonversi = $(0.88 \text{ kg N/hari}) / (1.5 \text{ kg N /hari}) = 0.587$

$$N_r = (54 \text{ mg/l})(0.587) = 31.698 \text{ mg/l}$$

4. Fraaksi dari *mixed liquor* terdiri dari nitrifier adalah

Substrat yang hilang, $S_r = 650 - 50 = 600 \text{ mg/l}$

$Y_n = 0.15 \text{ kg MLVSS / kg N}$

$$f_n = \frac{Y_n N_r}{Y_n N_r + Y S_r} = \frac{(0.15)(31.698)}{(0.15)(31.698) + (0.5)(600)} = 0.0156 \text{ atau } 1.56 \%$$

5. Laju nitrifikasi

$$R_n = 1.04(1.09)^{T-20} f_n X_v = 1.04(1.09)^{22-20} (0.0156)(3000)(0.8) \\ = 46.262 \text{ mg/l.hari}$$

6. Waktu tinggal yang dibutuhkan untuk nitrifikasi

$$\theta = \frac{N_r}{R_n} = \left(\frac{31.698 \text{ mg}}{l} \right) \left(\frac{l \cdot \text{hari}}{46.262 \text{ mg}} \right) \left(\frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}} \right) = 16.44 \text{ jam}$$

Oleh karena waktu tinggal untuk nitrifikasi adalah $16.44 \text{ jam} < 24 \text{ jam}$, sehingga waktu tinggal yang dibutuhkan secara teoritis sudah mencukupi agar proses nitrifikasi dapat terjadi. Meskipun demikian, harus dicatat bahwa perhitungan nitrifikasi ini menggunakan nilai MLVSS yang berbeda dengan nilai MLVSS pada bagian perhitungan BOD. Perbedaan nilai MLVSS ini untuk meniasati terbatasnya kapasitas lahan yang dapat mempengaruhi volume bak aerasi dan sedimentasi (pada bak aerasi yang lebih kecil, nilai MLVSS dibuat besar atau pekat agar *mixed liquor* yang ada tidak menghabiskan luas bak).

5.5.2.2 Proses pada Unit Sedimentasi

Unit sedimentasi yang terdapat pada proses pengolahan ini memiliki bentuk prisma segitga terbalik yang berfungsi untuk menampung lumpur. Lumpur yang dihasilkan selanjutnya ada yang disirkulasi kembali ke dalam bak aerasi menjadi *activated sludge* namun ada juga yang dibuang dan menjadi *waste sludge*. Berdasarkan keterangan yang diperoleh di lapangan, diketahui bahwa

pengurasan lumpur yang dilakukan di unit sedimentasi ini dilakukan setahun sekali.

Cara pengambilan sampel yang dilakukan pada bak sedimentasi mirip dengan cara pengambilan sampel pada bak aerasi, yaitu dengan membuka manhole yang terletak di bagian atas bak sedimentasi. Sistem pengambilan sampel dengan cara seperti ini menyebabkan sampel yang diambil hanya merepresentasi kondisi yang terjadi di unit sebelumnya sebab bagian input dan output dari bak sedimentasi tidak terukur kualitasnya

Secara visual, pengamatan pada unit sedimentasi menunjukkan padatan yang ada tidak sebanyak seperti yang terjadi di bak aerasi. Padatan yang ada hanya berupa padatan halus dalam jumlah yang kurang signifikan. Berikut adalah hasil pemeriksaan nilai TSS, BOD, dan COD yang dilakukan di unit sedimentasi.

Tabel 5.10 Nilai TSS, BOD, dan COD di Bak Sedimentasi

Parameter	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Titik Sampling			
Aerasi	388	616.47	1955
Sedimentasi	320	80.37	234.6

Sumber : Hasil Pengukuran (2010)

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat dihitung efisiensi penyisihan yang terjadi di bak sedimentasi, yaitu sebagai berikut.

- TSS removal = $\frac{(388-320)mg/L}{388 mg/L} \times 100\% = 15.78\%$
- BOD Removal = $\frac{(616.47-80.37)mg/L}{616.47 mg/L} \times 100\% = 86.96 \%$
- COD Removal = $\frac{(1955-234.6)mg/L}{1955 mg/L} \times 100\% = 88\%$

Dari hasil perhitungan removal yang dilakukan di bak sedimentasi untuk parameter BOD, COD, dan TSS, terlihat bahwa kinerja bak aerasi tergolong cukup baik dalam melakukan penyisihan materi organik dan anorganik yaitu hampir mendekati kisaran 90%. Hal ini menunjukkan bahwa peralatan teknis

yang bekerja di unit aerasi seperti blower dan diffuser telah bekerja dengan baik sebab mampu mensuplay oksigen dalam jumlah yang cukup sehingga penguraian materi organik dapat berlangsung pada laju penguraian yang diharapkan. Kinerja *diffuser* yang bersama *blower* mampu mensuplay oksigen ke dalam campuran air limbah menunjukkan situasi yang terjadi pada bak aerasi terkait efek dari padatan yang terlihat menumpuk di bagian permukaan. Hal tersebut adalah padatan tersebut bisa jadi berupa padatan yang sifatnya mengapung atau mengumpul di permukaan, sebab tidak mempengaruhi kinerja difusser, dalam hal ini menyebabkan tersumbatnya difusser. Lumpur yang tampak pada bak aerasi bisa jadi disebabkan oleh umur lumpur yang terlalu lama. Umur lumpur yang terlalu lama ini bisa jadi disebabkan intensitas pembungan lumpur yang kurang, yaitu hanya berlangsung selama setahun sekali. Lumpur yang mengapung ini juga dapat disebabkan minimnya debit resirkulasi lumpur yang dialirkan dari bak sedimentasi menuju bak aerasi.

Berikut akan dilakukan perhitungan mengenai beban lumpur yang dihasilkan dari unit sedimentasi dengan menggunakan nilai kriteria desain yang telah disebutkan sebelumnya.

1) Kuantitas lumpur yang dihasilkan dari proses lumpur aktif

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1+k_d\theta_c}$$

$$= \frac{0.5}{1 + 0.06(20)} = 0.23$$

$$\text{Peningkatan nilai MLVSS} = Y_{obs}Q(S_0 - S)$$

$$= \frac{0.23 \times 50 \text{ m}^3/\text{hari} \times (650 - 18.618) \text{ g/m}^3}{1000 \text{ g/kg}}$$

$$= 7.26 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Peningkatan nilai MLSS} = 7.26 \text{ kg/hari} \times \frac{1}{0.8} = 9.076 \text{ kg/hari}$$

Disebabkan sebagian padatan hilang di effluent, sejumlah padatan harus dibuang dari bak aerasi

Total padatan yang dibuang dari unit pengumpul MLSS di unit aerasi

$$= 9.076 \text{ kg/hari} - \frac{(50 - 1.105) \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 50 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} = 6.631 \text{ kg/hari}$$

Laju pembuangan lumpur dari bak pengumpul MLSS

$$= \frac{6.631 \text{ kg/hari}}{6 \text{ kg/m}^3} = 1.105 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2) Laju lumpur yang diresirkulasi (*return sludge*)

Laju lumpur yang diresirkulasi dihitung berdasarkan konsentrasi MLSS di unit aerasi dan jumlah TSS di lumpur yang diresirkulasi. Dengan menggunakan asumsi bahwa TSS di influen kecil dan Q_r adalah debit lumpur resirkulasi dalam m^3/detik , dan dengan menggunakan prinsip kesetimbangan massa, diperoleh hasil sebagai berikut.

$$MLSS(Q + Q_r) = TSS \text{ in sludge} \times Q_r$$

(Persamaan XX)

$$6000 \text{ mg/l} (5.78 \times 10^{-4} + Q_r) \text{ m}^3/\text{s} = 10,000 \text{ mg/l} \times Q_r$$

$$Q_r = 8.67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 74.91 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Untuk menghitung sejauh mana persentase resirkulasi lumpur, maka data debit lumpur resirkulasi tersebut dibandingkan dengan data debit limbah cair yang masuk ke dalam sistem, yaitu :

$$\text{Rasio Resirkulasi Lumpur} = \frac{Q_r}{Q} = \frac{8.67 \times 10^{-4}}{5.78 \times 10^{-4}} = 1.5$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Q_r/Q atau rasio resirkulasi lumpur masih berada pada rentang nilai kriteria desain untuk lumpur aktif tipe *extended aeration*, yaitu 0.5-2.

Pengecekan kapasitas pompa resirkulasi lumpur

Pada Qasim (1985), disebutkan bahwa pompa resirkulasi lumpur dan perpipaan harus didesain mampu memenuhi kapasitas sampai 150% dari debit desain rata-rata. Sebelum melakukan desain, terlebih dahulu dilakukan pengecekan kapasitas pompa dengan menggunakan debit limbah cair eksisting.

Di lapangan, resirkulasi lumpur dilakukan dengan menggunakan pompa resirkulasi.

$$\text{Debit limbah cair eksisting} = 50 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Nilai 150\% debit limbah cair eksisting} = 75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah pompa} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Kapasitas tiap pompa} = 0.1 \text{ m}^3/\text{menit} = 144 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Nilai 150\% debit limbah cair eksisting} < \text{kapasitas pompa}$$

Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa pompa pada kondisi eksisting masih mampu menangani jumlah lumpur yang dihasilkan akibat debit sebesar $90 \text{ m}^3/\text{hari}$, bahkan jika pompa yang difungsikan hanya 1 buah. Berikut akan dihitung berapa debit maksimal dari limbah cair yang dapat ditangani oleh pompa eksisting yang ada.

$$1.5 X = \text{jumlah pompa} \times \text{kapasitas pompa}$$

$$= 2 \times 144 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 288 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$X = 192 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi, pompa yang ada pada kondisi eksisting dapat menangani resirkulasi lumpur yang ada jika limbah cair yang dihasilkan maksimal sebesar $192 \text{ m}^3/\text{hari}$.

5.5.3 Analisis Kualitas Effluen

Pada bagian mengenai analisis kualitas effluent ini, berikut akan dibahas mengenai : (1) Analisis kualitas effluent berdasarkan standar baku mutu & kriteria desain, serta (2) Analisis kualitas effluent berdasarkan efisiensi proses pengolahan

5.5.3.1 Analisis Kualitas Effluen berdasarkan Standar Baku Mutu & Kriteria Desain

Sebagaimana yang disebutkan sebelumnya di bagian studi literatur, penyelenggaraan pasar tradisional diatur dalam Kepmenkes no.519 tahun 2008 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pasar Sehat. Terkait dengan standar baku mutu, pada Kepmenkes no.519 tahun 2008 tersebut disebutkan bahwa baku mutu limbah cair pasar tradisional mengikuti Kepmenlh no 112 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan domestik. Selain membandingkan kualitas effluent dengan baku mutu, berikut akan dibandingkan pula kualitas effluent dengan kualitas effluent yang diharapkan (kriteria desain) saat perencanaan.

Pada Pasar Tradisional Glodok, effluen yang dihasilkan dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Tradisional Glodok sebagian dialirkan menuju riol kota sementara sebagian lagi dimanfaatkan untuk kepentingan penyiraman tanaman yang terletak di dalam kompleks pasar tradisional Glodok. Sampel effluen diambil di keran air yang digunakan untuk menyiram tanah dilakukan di Pengamatan secara visual menunjukkan effluen yang dihasilkan berwarna sedikit keruh serta mengeluarkan bau yang kurang sedap.

Tabel 5.11 Kualitas Effluen Dibandingkan dengan Standar Baku Mutu & Kriteria Desain

PARAMETER ^a	\bar{X}	MIN-MAX	BAKU MUTU ^b	KRITERIA DESAIN ^c
Fisik				
TSS	320.000	220-420	100	30
Kimia Anorganik				
pH	6.893	6.83-6.93	6-9	-
Total N	182.747	176-195	-	-
Organik-N	20.413	16-25	-	-
Nitrit	2.667	0-8	-	1
Nitrat	5.333	1.9-9.4	-	-
Ammonia	162.333	156-170	-	-
Phosphat	65.000	64.3-65.6	-	-
Total P	12.342	12.21-12.46	-	-
Kimia Organik				
BOD	84.441	58-122	100	25
COD	325.209	195-463	-	75
Minyak Lemak	210.000	210	10	-

Keterangan :

■ menunjukkan ketidaksesuaian dengan baku mutu dan atau kriteria desain

^a kecuali pH, satuan dalam mg/L

^b berdasarkan Kepmenlh no.112 tahun 2003

^c berdasarkan kualitas effluent yang dikehendaki saat perencanaan

Berdasarkan tabel 5.11 kualitas dari effluent yang keluar dari sistem instalasi pengolahan air limbah jika dibandingkan dengan standar baku mutu Kepmenlh no. 112 tahun 2003 menunjukkan bahwa ada beberapa parameter yang masih belum memenuhi standar baku mutu. Kualitas pH yang dimiliki oleh effluent menunjukkan berada pada rentang pH yang diizinkan yaitu pada pH 6-9. Kualitas BOD effluent juga menunjukkan berada di bawah standar baku mutu, yaitu 100 mg/l. Ada beberapa parameter yang masih belum memenuhi standar baku mutu, diantaranya adalah TSS serta minyak dan lemak. Untuk penghilangan minyak dan lemak sendiri sistem pengolahan air limbah pasar tradisional ini tidak menggunakan grease trap untuk menangkap

minyaak dan lemak. Hal ini menyebabkan nilai minyak dan lemak masih sangat tinggi ketika di effluent, mencapai 210 mg/L. TSS yang tidak memenuhi baku mutu menunjukkan bahwa efisiensi di dalam instalasi pengolahan air limbah dalam menurunkan TSS tidak bekerja dengan baik. Dapat terlihat dari kualitas effluent yang masih banyak partikel koloid di dalamnya yang memberikan warna keruh di dalam air effluent.

Perbandingan kualitas effluent dengan kriteria desain perencanaan menunjukkan bahwa seluruh parameter, baik TSS, BOD, nitrit, maupun minyak lemak menunjukkan nilai yang tidak sesuai, yang berarti bahwa IPAL belum bekerja sebagaimana yang diharapkan. Hasil perbandingan ini dapat menjadi indikasi bahwa ada permasalahan pada unit IPAL. Meskipun demikian, hal lain yang mungkin menjadi penyebab ketidaksesuaian ini adalah kesalahan dalam menentukan beban perencanaan desain. Sebagaimana telah disebutkan di bab sebelumnya, IPAL Pasar Tradisional Glodok didesain dengan menggunakan kriteria beban perencanaan untuk bangunan perkantoran dan perhotelan bukan berdasarkan studi mendasar mengenai karakteristik beban pasar tradisional. Jika beban riil nilainya lebih besar, yang kemungkinan terjadi dalam kasus ini, nilai kriteria desain effluent yang diharapkan akan sulit untuk terpenuhi.

5.5.3.2 Analisis Kualitas Effluen berdasarkan Efisiensi Proses Pengolahan

Selain membuat perbandingan kualitas effluent berdasarkan standar baku mutu dan kriteria desain, analisis kualitas effluent juga akan dilakukan berdasarkan efisiensi proses pengolahan. Analisis berdasarkan efisiensi proses pengolahan akan melihat kinerja IPAL secara keseluruhan, mulai dari *primary treatment* yang terdiri dari unit *coarse screen & comminutor* sampai *secondary treatment*, yang berupa proses lumpur aktif tipe *extended aeration*. Tujuan dari *primary treatment* adalah untuk menghilangkan padatan yang masuk ke dalam system pengolahan, sementara *secondary treatment* berfungsi untuk menghilangkan kandungan organik pada air limbah.

Disebabkan kinerja IPAL yang akan dilihat adalah kinerja keseluruhan dan bukan kinerja per unit, maka penilaian angka penyisihan akan dilakukan mulai dari air limbah masuk ke sistem untuk diolah (influen) sampai air limbah keluar dari sistem (effluent). Efisiensi penyisihan tersebut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi} = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

Keterangan :

c = konsentrasi, mg/L

Efisiensi proses pengolahan tersebut, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Efisiensi Kinerja IPAL Pasar Tradisional Glodok

PARAMETER ^a	INFLUEN	EFFLUEN	EFISIENSI (%)
Fisik			
TSS	360.000	320.000	11.111
Kimia Anorganik			
pH	5.820	6.893	
Total N	53.913	182.747	-238.964
Organik-N	20.247	20.413	-0.823
Ammonia	38.333	162.333	-323.478
Nitrit	28.000	2.667	90.475
Nitrat	12.500	5.333	57.333
Total P	6.392	12.342	-93.069
Kimia Organik			
BOD	642.700	84.441	86.861
COD	1461.504	325.209	77.748
Minyak Lemak	406.500	210	48.339

Keterangan:

■ menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi

^a kecuali pH, dalam satuan mg/L

Berdasarkan dari tabel 5.12 di atas, terlihat parameter TSS menunjukkan tingkat efisiensi yang sangat rendah, yaitu hanya sekitar 11%. Rendahnya efisiensi ini menunjukkan kegagalan IPAL dalam melakukan penyisihan TSS. Kegagalan ini dapat disebabkan kinerja dari unit, seperti coarse screen dan comminutor yang belum maksimal. Proses yang juga mempengaruhi pengurangan TSS adalah proses aerasi untuk pembentukan lumpur hasil dari penguraian zat organik influen yang selanjutnya akan diendapkan di bak sedimentasi. Lumpur yang terbentuk ini ada kemungkinan bersifat mengapung sehingga melimpah masuk ke dalam saluran pengumpul effluent sehingga menyebabkan TSS tetap tinggi di effluent. Hal lain yang dapat menyebabkan nilai TSS tetap tinggi adalah, padatan yang ada dalam air limbah bersifat koloid. Hal ini menyebabkan perlu dilakukan pengolahan kimia terlebih dahulu, misal dengan koagulasi flokulasi, padahal sistem pengolahan yang ada adalah sistem biologis dengan menggunakan bantuan mikroorganisme.

Pada tabel 5.12 tersebut juga terlihat bahwa efisiensi penghilangan minyak lemak mencapai 48.339 %. Hal yang mempengaruhi nilai efisiensi tersebut adalah tidak adanya suatu unit khusus di IPAL yang bertugas untuk melakukan penyisihan minyak lemak, misal dengan unit *grease trap*. Hal ini menyebabkan kinerja penyisihan minyak lemak tidak berjalan secara optimal.

Selain minyak lemak, karakteristik kimia organik lain yaitu BOD, dan COD adanya pengurangan nilai. Efisiensi removal dari BOD mencapai 86 % dan efisiensi removal COD mencapai 77 % dari kondisi influen. Kualitas effluent dari total N, nitrogen organik, dan ammonia dibandingkan influen menunjukkan adanya peningkatan. Oleh karena nitrogen dan fosfor merupakan kandungan nutrient maka dapat dikatakan penambahan nitrogen menyebabkan terjadi pertambahan fosfor juga. Faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan ini adalah dikarenakan proses nitrifikasi di dalam bak aerasi tidak berjalan dengan benar. Ada beberapa faktor yang harus dipenuhi agar terjadi nitrifikasi, yaitu (Reynolds dan Richards, 1996):

- Desain *Mean cell residence time*, θ_c , harus dapat dicukupkan untuk nitrifikasi. Dalam beberapa kasus *mean cell residence time* desain lebih besar, untuk nitrifikasi daripada design, θ_c , yang dibutuhkan untuk penghilangan substrat, seperti BOD removal.
- Desain detention time, θ , harus mencukupi agar nitrifikasi dapat terjadi. Dalam beberapa kasus, waktu detensi untuk nitrifikasi lebih besar daripada waktu detensi dari penghilangan substrat, seperti BOD removal.
- Kandungan oksigen terlarut yang beroperasi, DO, harus sama dengan atau lebih besar dari 2.0 mg/l. Di bawah dari level ini, laju nitrifikasi menjadi terhambat.
- Kebutuhan oksigen untuk bak harus mencukupi untuk nitrifikasi. Jika oksigen yang dibutuhkan tidak mencukupi, penghilangan substrat, seperti BOD₅ removal akan terjadi, tetapi tingkat dari nitrifikasi akan terbatas.

Dari uraian di atas beserta nilai efisiensi proses, terlihat bahwa sistem lumpur aktif tipe extended aeration telah mampu melakukan penghilangan zat organik, namun belum dapat melakukan nitrifikasi sehingga menyebabkan kandungan ammonia tinggi di effluen.

5.5.4 Hasil Evaluasi dan Rekomendasi Solusi

Setelah melakukan analisis kinerja IPAL Pasar Tradisional Glodok mulai dari karakteristik influen, proses yang terjadi di IPAL sampai kualitas effluent, berikut akan disebutkan mengenai hasil evaluasi kinerja IPAL.

A. Karakteristik Influen,

Dari segi karakteristik influen, hasil pengukuran laboratorium menunjukkan hasil sebagai berikut, yaitu : TSS = 360 mg/L, pH = 5.82, total-N = 53.913 mg/L, Organik N = 20.247 mg/L, Ammonia = 38.333 mg/L, Nitrit = 28 mg/L, Nitrat = 12.5 mg/L, Phospat = 33.667 mg/L, Total P = 6.392 mg/L, BOD = 642.7 mg/L, COD = 1461.504

mg/L, Minyak dan lemak = 406.5 mg/L. Selain itu jika dibandingkan dengan kriteria desain IPAL, terlihat bahwa beban desain IPAL nilainya lebih kecil dibandingkan beban sebenarnya. Hal ini menunjukkan IPAL mengalami kelebihan beban karena adanya kekurangtepatan dalam menentukan nilai beban desain.

B. Proses

Berikut adalah hasil evaluasi untuk proses yang terjadi di IPAL, yaitu sebagai berikut

1. Rasio BOD/COD yang rendah (0.42) pada influen

Penyebab :

- Masuknya bahan anorganik ke dalam sistem, yang dapat berupa bahan kimia seperti kapur pada los daging, pengawet di los ayam, maupun penggunaan disinfektan untuk kegiatan pembersihan los dan pengepelan lantai

Solusi :

- Dibutuhkan adanya unit pengolahan kimia misal dengan menggunakan koagulasi flokulasi sebelum masuk ke dalam sistem pengolahan biologis
- Jika solusi pertama tidak memungkinkan, perlu adanya pengaturan untuk mengurangi jumlah bahan kimia yang masuk, dengan tujuan mengurangi beban IPAL, disebabkan IPAL tidak didesain untuk mengolah air limbah yang memiliki kandungan bahan kimia tinggi

2. Nilai minyak lemak yang sangat tinggi di effluent

Penyebab :

- Tingginya beban minyak lemak yang dihasilkan oleh los basah

- Tidak adanya unit grease trap untuk menangkap minyak lemak yang dihasilkan

Solusi :

- Melakukan penambahan unit grease trap pada IPAL, sehingga minyak lemak yang dihasilkan dapat tereduksi dan dengan demikian mengurangi risiko terjadinya kegagalan dalam proses akibat adanya kehadiran minyak lemak dalam sistem

3. Terjadi penumpukan padatan di permukaan bak aerasi

Penyebab :

- Pisau pemotong pada cominutor kemungkinan telah tumpul
- Beban padatan yang berlebihan di influen

Solusi re-desain :

- Penggantian pisau pemotong cominutor
- Pembersihan los basah lebih dioptimalkan lagi, baik oleh petugas yang bertanggung jawab terhadap kebersihan, maupun oleh pedagang. Misal dengan memisahkan padatan yang dihasilkan dari aktivitas kegiatan yang dilakukan dan tertib untuk tidak membuang padatan yang berukuran besar ke dalam saluran drainase.

4. Peralatan Teknis yang ada masih mampu menjalankan pengolahan dengan catatan hanya untuk melakukan penghilangan BOD

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya (Lihat perhitungan subbab unit aerasi dan unit sedimentasi) adalah sebagai berikut.

- Blower

Dengan karakteristik influen seperti telah disebutkan sebelumnya, kapasitas blower yang ada ($3.5 \text{ m}^3/\text{menit}$) masih berada di atas kebutuhan udara yang diperlukan ($2.6 \text{ m}^3/\text{menit}$).

- Pompa resirkulasi

Berdasarkan hasil perhitungan, pompa resirkulasi dapat menangani limbah cair maksimal pada debit sebesar $192 \text{ m}^3/\text{hari}$. Debit harian eksisting saat ini adalah $50 \text{ m}^3/\text{hari}$.

5. Efisiensi pengolahan BOD dan COD tidak diikuti dengan efisiensi penurunan nilai ammonia

Penyebab :

- Tingginya beban ammonia yang dihasilkan dari kegiatan di los basah, baik dari los ikan maupun los daging
- IPAL tidak dirancang untuk menangani beban ammonia dalam jumlah besar (IPAL didesain dengan menggunakan standar beban biologis untuk bangunan perkantoran dan hotel)

Solusi :

- Disebabkan lahan IPAL yang terbatas, solusi yang akan digunakan adalah solusi yang sedapat mungkin tidak memerlukan perubahan dimensi, baik untuk bak aerasi maupun bak sedimentasi. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya (lihat perhitungan bagian nitrifikasi), solusi yang dapat diambil di antaranya adalah : (1) mengurangi nilai resirkulasi lumpur, (2) mengurangi periode aerasi sampai batas minimum, (3) melakukan penambahan kebutuhan oksigen missal dengan mengoperasikan tambahan unit blower dan difusser.

Solusi operasional coarse screen :

1. Meningkatkan intensitas pengangkatan kotoran agar tidak terjadi penumpukan padatan, yang dapat berakibat terhambatnya pengaliran debit yang menuju comminutor
2. Memperkecil diameter saringan untuk mencegah lolosnya padatan yang dapat memperberat kerja comminutor

Solusi operasional comminutor :

1. Melakukan pengecekan berkala terhadap pisau pemotong. Jika tumpul, segera mengganti dengan mata pisau yang baru agar performa pencacahan dapat berlangsung optimal
2. Melakukan pengecekan secara berkala terhadap kondisi fisik comminutor. Jika terdapat kotoran atau sampah yang menempel, segera dibersihkan agar tidak mengganggu kinerja

Solusi operasional bak aerasi :

1. Disebabkan IPAL bersifat tertutup, perlu dilakukan pengecekan secara berkala untuk melihat kondisi bak aerasi. Penghilangan padatan yang menumpuk di bagian permukaan perlu dilakukan agar kinerja bak aerasi dapat semakin optimal
2. Melakukan pengecekan rutin terhadap kandungan DO pada bak aerasi untuk melihat apakah suplay oksigen yang dihasilkan oleh blower telah mencukupi berlangsungnya proses penguraian bahan organik
3. Melakukan pengecekan secara berkala untuk mengetahui kondisi difusser. Difusser yang tersumbat dapat mempengaruhi suplay oksigen yang dihasilkan yang selanjutnya dapat mempengaruhi umur lumpur di dalam sistem.

Solusi operasional bak sedimentasi :

1. Melakukan pengecekan terhadap kuantitas lumpur yang terdapat di bak. Jika telah melebihi level yang seharusnya, harus dilakukan pengurasan.
2. Melakukan penyesuaian terhadap nilai resirkulasi lumpur yang disesuaikan dengan kondisi pengolahan yang terjadi di bak aerasi.

C. Kualitas Effluen

- Berdasarkan baku mutu → Kepmenlh no.112 tahun 2003 tentang Baku mutu Air Limbah bagi Usaha dan Kegiatan Domestik. Untuk parameter pH dan BOD, nilainya sesuai dengan baku mutu sementara untuk parameter TSS dan minyak lemak, nilainya berada di atas nilai baku mutu yang diizinkan.
- Berdasarkan Kriteria Desain → hasil pengukuran di laboratorium menunjukkan tidak tepat menggunakan acuan desain beban perkantoran dan hotel untuk mendesain pengolahan limbah cair hasil kegiatan Pasar Tradisional
- Berdasarkan Efisiensi Proses Pengolahan (%)
Ada parameter yang mengalami penurunan konsentrasi saat masuk ke dalam proses pengolahan, sementara itu ada juga parameter yang justru mengalami kenaikan setelah masuk ke dalam proses pengolahan. Parameter yang menunjukkan adanya penurunan konsentrasi adalah sebagai berikut, yaitu : TSS (11.11 %), nitrit (90.475 %), nitrat (57.733 %), BOD (86.861 %), COD (77.748%), dan minyak lemak (48.339%). Sementara itu parameter yang mengalami peningkatan konsentrasi adalah sebagai berikut, yaitu : Total N (-238.964 %), Organik-N (-0.823%), Ammonia (-323.478%), dan Total Phosphorus (-93.069 %).

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan hasil kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Identifikasi jumlah limbah cair yang dihasilkan tiap los dilakukan dengan menggunakan parameter debit berdasarkan luas los dan debit berdasarkan volume penjualan, dengan hasil sebagai berikut.

A. Debit berdasarkan Luas Los

Tidak dapat diidentifikasi disebabkan oleh alasan-alasan yang sebelumnya telah dijelaskan di bab 5.

B. Debit berdasarkan Volume Penjualan

Tabel 6.1 Debit berdasarkan Volume Penjualan

Nama Los	Rata-Rata	
	Debit (m ³ /hari)	Rentang Volume Penjualan
Los Ikan	15	40-60 kg
Los Ayam	10	10-50 ekor
Los Daging	4	10-30 perut sapi

2. Karakteristik fisik dan kimia los ikan, los ayam, dan los daging dari hasil pengukuran rata-rata, beserta nilai minimal dan maksimal saat pengukuran dilakukan adalah sebagai berikut.

A. LOS IKAN

Tabel 6.2 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Ikan

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max
Fisik		
TSS (mg/L)	786.667	580-940
Kimia Anorganik		
pH	6.153	5.93-6.33
Total N (mg/L)	123.330	83.71-161.8
Organik-N (mg/L)	21.997	18.48-23.8
Ammonia (mg/L)	101.333	60-138
Phosphat (mg/L)	131.567	123.6-139.1
Total P (mg/L)	24.981	23.468-26.411
Kimia Organik		
BOD (mg/L)	1109.388	630.515-1987.321
COD (mg/L)	2037.248	1270.51-3570.72
Minyak dan Lemak (mg/L)	1004.500	804.-1205

B. LOS AYAM

Tabel 6.3 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Ayam

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max
Fisik		
TSS (mg/L)	666.667	360-920
Kimia Anorganik		
pH	5.893	5.83-5.96
Total N (mg/L)	75.557	61.84-90.04
Organik-N (mg/L)	21.557	19.79-23.04
Ammonia (mg/L)	54.000	40-67
Phosphat (mg/L)	85.567	70.8-110.6
Total P (mg/L)	16.247	13.443-21
Kimia Organik		
BOD (mg/L)	598.963	376.713-1015.21
COD (mg/L)	1392.304	938.352-2242.08
Minyak dan Lemak (mg/L)	518.000	432-604

C. LOS DAGING

Tabel 6.4 Karakteristik Fisika Kimia Limbah Cair Los Daging

PARAMETER	\bar{X}	Min-Max
Fisik		
TSS (mg/L)	460.000	400-560
Kimia Anorganik		
pH	10.553	10.54-10.57
Total N (mg/L)	32.720	27.52-41.24
Organik-N (mg/L)	20.720	15.4-43.24
Ammonia (mg/L)	12.000	4-18
Phosphat (mg/L)	49.667	24.6-68.2
Total P (mg/L)	9.430	4.671-12.949
Kimia Organik		
BOD (mg/L)	100.031	56.507-177.662
COD (mg/L)	1536.240	979.872-2491.2
Minyak dan Lemak (mg/L)	668.000	629-707

3. Evaluasi kinerja IPAL dilakukan dengan melakukan analisis karakteristik influen, proses pengolahan, dan karakteristik effluent, dengan hasil sebagai berikut.

- Hasil analisis karakteristik influen menunjukkan bahwa hasil sebagai berikut, yaitu : TSS = 360 mg/L, pH = 5.82, total-N = 53.913 mg/L, Organik N = 20.247 mg/L, Ammonia = 38.333 mg/L, Nitrit = 28 mg/L, Nitrat = 12.5 mg/L, Phospat = 33.667 mg/L, Total P = 6.392 mg/L, BOD = 642.7 mg/L, COD = 1461.504 mg/L, Minyak dan lemak = 406.5 mg/L
- Hasil analisis proses menunjukan hal berikut.
 - a. Rasio BOD/COD hanya 0.42, jauh di bawah rasio BOD/COD normal untuk pengolahan dengan sistem biologis (minimal 0.6)
 - b. Dibutuhkan adanya unit grease trap untuk mengurangi beban minyak lemak yang masuk ke dalam sistem IPAL
 - c. Meskipun ditemukan masalah seperti terjadinya penumpukan padatan di bak aerasi, dari hasil perhitungan diketahui bahwa secara teoritis

peralatan teknis seperti blower, difusser, dan pompa resirkulasi masih dapat menangani beban limbah cair yang masuk ke dalam sistem

- Hasil pengukuran kualitas effluent menunjukkan bahwa IPAL Pasar Tradisional X mampu melakukan penghilangan BOD tetapi tidak sampai menyebabkan proses nitrifikasi terjadi. Secara lengkap, parameter yang menunjukkan adanya penurunan konsentrasi setelah sampai di effluent adalah sebagai berikut, yaitu : TSS (11.11 %), nitrit (90.475 %), nitrat (57.733 %), BOD (86.861 %), COD (77.748%), dan minyak lemak (48.339%). Sementara itu parameter yang mengalami peningkatan konsentrasi adalah sebagai berikut, yaitu : Total N (-238.964 %), Organik-N (-0.823%), Ammonia (-323.478%), dan Total Phosphorus (-93.069 %).

6.2 Saran

Berikut adalah saran terkait dengan hasil penelitian yang dilakukan.

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam hal identifikasi dan karakterisasi limbah cair pasar tradisional, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu penelitian yang lebih lama sehingga dapat tergambar tren limbah cair misal secara harian, mingguan, maupun bulanan.
2. Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai pH pada los ayam, terkait dengan adanya kemungkinan penggunaan bahan kimia di los tersebut
3. Untuk hal yang terkait dengan evaluasi IPAL, agar IPAL dapat berjalan lebih optimal lagi, yaitu tidak hanya melakukan penghilangan BOD melainkan nitrifikasi juga, perlu dilakukan langkah-langkah re-desain seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya.

REFERENSI

Buku :

Caixeta CET, Cammarota MC, Xavier AMF (2002). *Slaughterhouse Wastewater Treatment: Evaluation of a new three-phase separation system in a UASB Reactor*, *Bioresource Technol.* (81): 61-69.

Dart, M.C. (1985). *Practical waste treatment and disposal*. Applied science Publishers ltd. London

Food and Agricultural Organization (FAO) Fisheries Technical Paper-355. (1996). *Wastewater treatment in the fisheries industry*. Rome : Author

Hasan Alwi, Dendi Sugono, dkk. 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka

Kamala. A. (1988). *Environmental Engineering : Water Supply, Sanitary Engineering, and Pollution*. New Delhi : Tata McGraw Hill Publishing

Laporan Interim Penyusunan Petunjuk Teknis Prasarana dan Sarana Penyehatan Lingkungan Permukiman untuk Pasar Sehat. 2008. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum

Litchfield, John, T. (1975) *Meat, Fish, and Poultry Processing Wastes*. USA : Water Environment Federation

Manahan, Stanley.E. (2005). *Environmental Chemistry*. New York : CRC Press

Metcalf and Eddy inc. (2004). *Wastewater engineering, treatment and reuse*. (4th ed). Singapore : McGraw-Hill

Pertemuan Nasional Pasar Sehat (2006). Kutipan diambil dari Kepmenkes 519 tahun 2008 tentang pedoman Penyehatan Pasar Sehat

Peavy, Rowe, & Tchobanoglous (1987). *Environmental Engineering*. (international edition). Singapore : McGraw-Hill

Qasim, Syed.R. (1985) *Wastewater Treatment Plants : Planning, Design, and Operation*. New York : CBS College Publishing

Reynolds & Richards (1996). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston: PWS publishing company

Sawyer, Clair. N., McCarty, Perry L., & Parkin, Gene F. (2003). *Chemistry for environmental engineering and science*. (5th ed). Singapore : McGraw-Hill

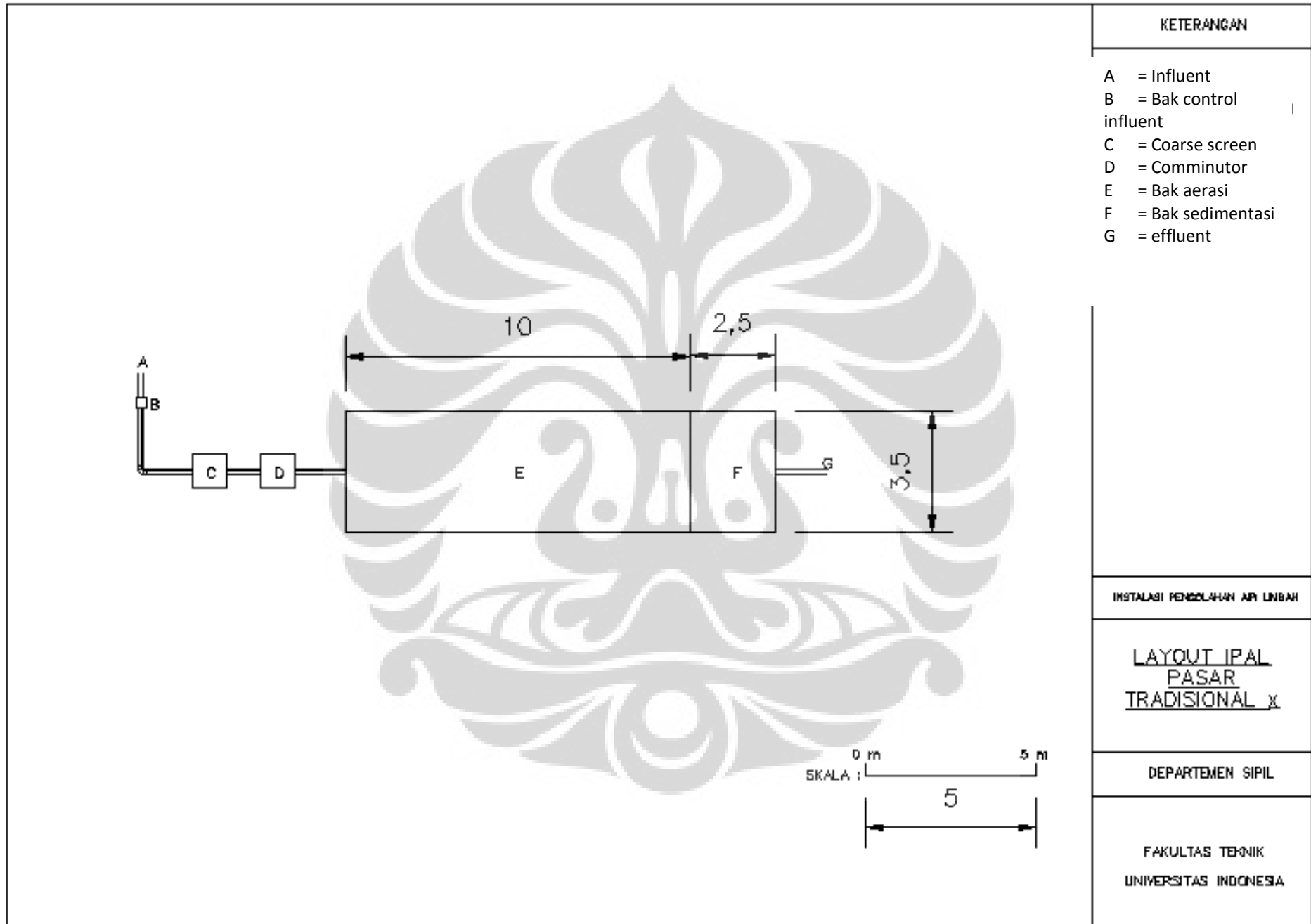
Standard methods for the examination of water and wastewater (21st ed). (2005). USA : APHA, AWWA, WEF

Widya, N., Budiarsa, W., dan Mahendra. (2008). *Studi Pengaruh Air Limbah Pemotongan Hewan dan Unggas terhadap Kualitas Air Sungai Subak Pakel I di Desa Darmasaba Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung*. Bali : author

Website

www.pasarjaya.com





KETERANGAN
A = Influent
B = Bak control influent
C = Coarse screen
D = Comminutor
E = Bak aerasi
F = Bak sedimentasi
G = effluent

INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH

LAYOUT IPAL PASAR TRADISIONAL x

DEPARTEMEN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA

LAMPIRAN II : Cara pengukuran Nitrat, Nitrit, Ammonia, Fosfat, BOD, COD, Nitrogen Organik

A. Nitrate (NO_3^{1-}) Metode: Spektrofotometri

1. Peralatan
 - a. Spektrofotometer
 - b. Cuvet 25 ml
 - c. Gelas ukur

2. Bahan
 - a. NitraVer 5 Nitrate Reagent
 - b. Air suling
 - c. Air sampel

3. Cara Kerja
 - a. Masukkan nomor program yang telah tersimpan untuk pengukuran nitrate nitrogen, yaitu 355 lalu tekan READ/ENTER, kemudian panjang gelombang diatur ke 500 nm.
 - b. Masukkan masing-masing 25 ml sampel ke dalam dua buah cuvet.
 - c. Posisikan salah satu cuvet sebagai blanko dan cuvet lainnya sebagai sampel.
 - d. Tambahkan NitraVer ke dalam cuvet yang berisi sampel.
 - e. Tekan SHIFT TIMER pada spektrofotometer, kemudian homogenkan cuvet berisi sampel hingga timer pada spektrofotometer berbunyi, yaitu selama satu menit.
 - f. Tekan SHIFT TIMER kembali untuk menunggu selama 5-menit periode reaksi setelah larutan dihomogenkan.
 - g. Setelah timer berbunyi, cuvet yang berisi blanko selanjutnya dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Tekan ZERO, kemudian tunggu hingga layar menunjukkan angka 0.0 mg/L.
 - h. Ambil cuvet blanko dari spektrofotometer, kemudian ganti dengan cuvet berisi sampel. Tekan READ/ENTER, kemudian tunggu hingga hasil dalam mg/L nitrate nitrogen terbaca.
 - i. Catat hasil pembacaan.

B. Nitrite (NO_2^{1-})

1. Peralatan
 1. Spektrofotometer
 2. Cuvet 25 ml
 3. Gelas ukur

2. Bahan
 - a. NitriVer 5 Nitrite Reagent

- b. Air suling
 - c. Air sampel
3. Cara Kerja
- d. Masukkan nomor program yang telah tersimpan untuk pengukuran nitrite nitrogen, yaitu 373 lalu tekan READ/ENTER, kemudian panjang gelombang diatur ke 585 nm.
 - e. Masukkan masing-masing 25 ml sampel ke dalam dua buah cuvet.
 - f. Posisikan salah satu cuvet sebagai blanko dan cuvet lainnya sebagai sampel.
 - g. Tambahkan Nitriner ke dalam cuvet yang berisi sampel, kemudian homogenkan sampel.
 - h. Tekan SHIFT TIMER untuk menunggu selama 10-menit periode reaksi setelah larutan dihomogenkan.
 - i. Setelah timer berbunyi, cuvet yang berisi blanko selanjutnya dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Tekan ZERO, kemudian tunggu hingga layar menunjukkan angka 0.0 mg/L.
 - j. Ambil cuvet blanko dari spektrofotometer, kemudian ganti dengan cuvet berisi sampel. Tekan READ/ENTER, kemudian tunggu hingga hasil dalam mg/L nitrite nitrogen terbaca.
 - k. Catat hasil pembacaan.

C. Ammonia

1. Peralatan
- a. Spektrofotometer
 - b. Cuvet 25 ml
 - c. Gelas ukur
2. Bahan
- a. Mineral Stabilizer
 - b. Polyvinyl alcohol dispersing agent
 - c. Nessler reagent
 - d. Air suling
 - e. Air sampel
3. Cara Kerja
- a. Masukkan nomor program yang telah tersimpan untuk pengukuran ammonia, yaitu 380 lalu tekan READ/ENTER, kemudian panjang gelombang diatur ke 425 nm.
 - b. Masukkan 25 ml sampel ke dalam cuvet dan 25 ml air suling ke dalam cuvet kedua sebagai blanko.

- c. Tambahkan tiga tetes mineral stabilizer, kemudian tambahkan tiga tetes polyvinyl alcohol dispersing agent ke dalam kedua cuvet.
- d. Homogenkan kedua cuvet yang sudah ditambahkan mineral stabilizer dan polyvinyl alcohol dispersing agent.
- e. Tambahkan nessler reagent sebanyak 1 ml ke dalam kedua cuvet, kemudian homogenkan kembali.
- f. Tekan SHIFT TIMER untuk menunggu selama 1-menit periode reaksi setelah larutan dihomogenkan.
- g. Setelah timer berbunyi, cuvet yang berisi blanko selanjutnya dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Tekan ZERO, kemudian tunggu hingga layar menunjukkan angka 0.0 mg/L.
- h. Ambil cuvet blanko dari spektrofotometer, kemudian ganti dengan cuvet berisi sampel. Tekan READ/ENTER, kemudian tunggu hingga hasil dalam mg/L ammonia nitrogen terbaca.
- i. Catat hasil pembacaan.

D. Fosfat (PO_4^{3-})

1. Peralatan
 - a. Spektrofotometer
 - b. Cuvet 25 ml
 - c. Gelas ukur
2. Bahan
 - a. Molybdovanate reagent
 - b. Asam amino
 - c. Air suling
 - d. Air sampel
3. Cara Kerja
 - a. Masukkan nomor program yang telah tersimpan untuk pengukuran fosfat, yaitu 480 lalu tekan READ/ENTER, kemudian panjang gelombang diatur ke 430 nm.
 - b. Masukkan masing-masing 25 ml sampel ke dalam dua buah cuvet.
 - c. Posisikan salah satu cuvet sebagai blanko dan cuvet lainnya sebagai sampel.
 - d. Tambahkan 1 ml molybdovanadate reagent dan 1 ml amino acid ke dalam cuvet yang berisi sampel, kemudian homogenkan sampel.
 - e. Tekan SHIFT TIMER untuk menunggu selama 3-menit periode reaksi setelah larutan dihomogenkan.
 - f. Setelah timer berbunyi, cuvet yang berisi blanko selanjutnya dimasukkan ke dalam spektrofotometer. Tekan ZERO, kemudian tunggu hingga layar menunjukkan angka 0.0 mg/L.

- g. Ambil cuvet blanko dari spektrofotometer, kemudian ganti dengan cuvet berisi sampel. Tekan READ/ENTER, kemudian tunggu hingga hasil dalam mg/L PO_4^{3-} terbaca.
- h. Catat hasil pembacaan.

E. BOD

1. Peralatan

- a. Incubator pada suhu $20\text{ }^\circ\text{C}$
- b. Botol winkler 300 ml
- c. Aerator
- d. Gelas ukur
- e. Gelas beker 2000 ml
- f. Buret 25 ml
- g. Erlenmeyer 250 ml

2. Bahan

- a. Larutan pengencer
- b. Larutan Natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N
- c. Larutan Asam sulfat (H_2SO_4) 0,1 N
- d. Larutan Natrium sulfat (Na_2SO_3) 0,025 N
- e. Air suling
- f. Mangan sulfat (MnSO_4)
- g. Alkali iodide azida
- h. Amilum 0,5%
- i. Tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,025 N

3. Cara Kerja

a. Persiapan Contoh/Sample

Siapkan contoh/sample dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sediakan contoh/sample yang telah diambil sesuai dengan SNI
2. Ukur 1000 mL contoh/sample secara duplo dan masukkan ke dalam gelas piala 2000 mL;
3. Apabila contoh/sample bersifat asam atau basa, netralkan dengan NaOH 0,1 N atau H_2SO_4 0,1 N sampai antara pH 6,5 – 7,5
4. Apabila contoh/sample mengandung sisa klor (Cl_2) tambahkan larutan Na_2SO_3 0,025 N sampai semua Cl_2 hilang;
5. Apabila contoh/sample tidak mengandung mikroorganisme pengurai tambahkan 1000 mL larutan pengencer sehingga pengenceran 2 kali

6. Apabila contoh uji diperkirakan mempunyai kadar BOD lebih dari 6 mg/L, encerkan contoh/sample dengan larutan pengencer sehingga kadar BOD antara 3-6 mg/L;
7. Aerasi dengan aerator selama 1jam sampai oksigen terlarut 7-8 mg/L;
8. Masukkan ke dalam 2 buah botol winkler 300 mL, sampai meluap;
9. Kemudian tutup botol winkler, hindarkan terjadi turbulensi dengan gelembung udara selama pengisian;
10. Masukkan 1 botol winkler yang berisi sample ke dalam incubator bersuhu 20°C, eramkan hingga 5 hari.

b. Cara pengukuran

Pengukuran kadar BOD dengan tahapan sebagai berikut:

1. Periksa kadar oksigen terlarut nol hari dari 1 botol winkler lainnya;
2. Masukkan 1 mL larutan MnSO₄ ke dalam botol winkler
3. Masukkan 1 mL larutan alkali iodide azida, tutup botol winkler dan homogenkan;
4. Tunggu selama 10 menit sampai air sample bereaksi dengan MnSO₄ dan alkali iodide azida sehingga membentuk endapan;
5. Masukkan 1 mL larutan asam sulfat, tutup botol winkler dan homogenkan hingga berwarna kuning bening transparan dan butiran-butiran hitam yang melayang dalam larutan sample hilang;
6. Pipet 50 mL larutan sample dalam botol winkler ke gelas Erlenmeyer;
7. Tambahkan 1 tetes indicator amilum hingga larutan berubah menjadi biru gelap;
8. Titrasi dengan larutan thiosulfate hingga berwarna putih benang; catat kebutuhan larutan thiosulfate;
9. Setelah 5 hari periksa kadar oksigen terlarut 5 hari larutan sample pada botol winkler yang telah di eramkan (cara pengukuran sama seperti pengukuran kadar oksigen terlarut 0 hari).

4. Perhitungan

Perhitungan kadar BOD air limbah menggunakan rumus berikut:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{a \times N \times 8 \times 1000}{V}$$

a = volume thiosulfate, mL;

N = normalitas thiosulfate, mL;

V = volume sample, mL

$$BOD_5^{20^\circ} = \frac{DO_0 - DO_5}{P}$$

P =derajat pengenceran sample

F. COD

1. Peralatan

- a. Alat refluks, terdiri dari gelas Erlenmeyer 250 ml dan kondensor Liebig dengan sistem ground glass joint (sambungan kaca yang tergosok);
 - b. Batu didih yang terbuat dari kaca atau porselin atau bahan lain;
 - c. Pemanas listrik atau pembakar Bunsen;
 - d. Buret 50 ml;
 - e. Pipet 10 ml, 20 ml;
 - f. Gelas beaker 200 ml, karet penghisap;
2. Bahan
- a. Larutan standar kalium dikromat 0.250 N;
 - b. Larutan asam sulfat – perak sulfat;
 - c. Larutan indikator ferroin;
 - d. Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0.1 N
 - e. Serbuk merkuri sulfat (HgSO_4)
 - f. Batu didih
3. Cara Kerja
1. Pindahkan ± 0.4 gr HgSO_4 ke dalam gelas Erlenmeyer 250 ml;
 2. Masukkan 5 atau 6 batu didih yang telah dibersihkan terlebih dahulu ke dalam gelas Erlenmeyer tersebut;
 3. Tambahkan sampel yang akan diukur sebanyak 10 ml
 4. Tambahkan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.25 N sebanyak 5 ml;
 5. Tambahkan AgSO_4 sebanyak 15 ml;
 6. Hubungkan dengan pendingin Liebig. Setelah mendidih, turunkan suhu sampai 200°C selama 2 jam;
 7. Setelah 2 jam, bilas pendingin Liebig dengan air suling sebanyak 40 ml;
 8. Dinginkan labu erlenmeyer yang berisi sampel. Setelah suhunya sesuai suhu ruangan, tambahkan indikator ferroin sebanyak 2-3 tetes
 9. Lakukan titrasi dengan menggunakan FAS 0.1 N sampai berwarna merah kecoklatan. Catat kebutuhan FAS baik untuk sampel maupun untuk blanko
4. Perhitungan
- $$COD (mg/L) = \frac{(A - B) \times N \times 8000}{mL \text{ contoh uji}}$$
- A = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, ml
 B = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk sampel, ml
 N = Normalitas FAS

G. TSS

1. Peralatan
 - a. Desikator yang berisi silica gel
 - b. Oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C
 - c. Timbangan analitik dengan ketelitian 0.1 mg
 - d. Pengaduk magnetic
 - e. Pipet volum

- f. Cawan porselen
 - g. Penjepit
 - h. Pompa vacum
 - i. Gelas ukur
2. Bahan
- a. Kertas saring whatman grade 934 AH dengan ukuran pori 1.5 μm
 - b. Air suling
 - c. Air sampel
3. Cara Kerja
- a. Persiapan kertas saring
 - Kertas saring bersama dengan cawan porselen dimasukkan ke dalam oven suhu 105 °C selama 1 jam.
 - Setelah melalui proses pengeringan, kertas saring bersama dengan cawan porselen diukur beratnya menggunakan timbangan.
 - Persiapkan kertas saring ke peralatan vakum.
 - b. Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
 - c. Aduk sampel dengan pengaduk magnetic untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
 - d. Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetic.
 - e. Cuci kertas saring dengan 3 x 10 ml air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar dipeoleh penyaringan sempurna. Sampel dengan padatan terlarut tinggi memerlukan pencucian tambahan.
 - f. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah cawan porselen.
 - g. Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103 °C sampai dengan 105 °C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
5. Perhitungan

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume sampel (ml)}}$$

Ket:

A = berat kertas saring + residu kering + cawan porselen (g)

B = berat kertas saring + cawan porselen (g)

H. Nitrogen organik

2. Peralatan

- h. Labu kjehdal
- i. Hot plate
- j. Destillator
- k. Buret

4. Bahan

- j. Asam sulfat (H_2SO_4) 0.02 N
- k. Asam sulfat pekat
- l. Selenium
- m. Natrium hidroksida (NaOH) 0.02 N
- n. Natrium hidroksida (NaOH) 40 %

5. Cara Kerja

- c. Masukkan 10 ml sampel ke dalam labu kjehdal.
- d. Tambahkan 1 gram selenium ke dalam sampel, kemudian tambahkan 10 ml asam sulfat pekat.
- e. Sampel didestruksi menggunakan hot plate pada suhu $300\text{ }^\circ\text{C}$ selama 30 menit atau hingga sampel terlihat mendidih.
- f. Siapkan labu erlenmeyer yang di dalamnya dimasukkan 10 ml asam sulfat 0.02 N, yang kemudian dipasang pada sistem destilasi.
- g. Sampel didestilasi menggunakan destillator pada suhu $250\text{ }^\circ\text{C}$ dan pada proses awal destilasi sampel ditambahkan 40 ml NaOH 40 %.
- h. Proses destilasi dilakukan selama kurang lebih 90 menit.
- i. Setelah proses destilasi selesai, labu erlenmeyer berisi asam sulfat 0.02 N ditambahkan Conway sebagai indikator (member warna hijau), kemudian labu Erlenmeyer tersebut segera dititrasi menggunakan natrium hidroksida 0.02 N hingga warna menjadi merah.
- j. Catat jumlah NaOH yang dibutuhkan untuk mentitrasi dari warna hijau menjadi merah.



Septic tank untuk limbah cair domestik Pasar Tradisional Glodok



Lokasi Pembuatan Komposting

LOS BABI



LOS AYAM



LOS DAGING



LOS IKAN

