

**Teknologi Pengolahan
Limbah Cair Industri Makanan
Dengan Bahan Baku Ikan,
Udang, Unggas dan Daging**

Limbah cair dari industri makanan pada umumnya terdiri dari senyawa-senyawa organik yang relatif mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Senyawa organik tersebut harus dikurangi atau dihilangkan terlebih dahulu sebelum diterima oleh badan air (sungai, danau dan sebagainya). Hal ini disebabkan karena lingkungan penerima limbah cair organik ini pada umumnya sudah tidak mempunyai daya dukung yang memadai untuk menerima beban pencemaran tersebut.

Secara umum, kondisi bahan pencemar dapat digolongkan atau diklasifikasikan sebagai berikut:

➤ **Senyawa-senyawa organik terlarut.**

Senyawa ini dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam badan air. Hal ini akan membahayakan kehidupan biota di perairan. Disamping itu dalam suasana anaerob akan menimbulkan bau yang tidak menyenangkan (bau busuk).

➤ **Padatan tersuspensi.**

Bahan ini merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air. Bahan ini juga relatif mudah terdekomposisi sehingga menyebabkan berkurang atau habisnya oksigen terlarut di dalam air yang pada gilirannya akan mengganggu kehidupan hewan dan tumbuh-tumbuhan air.

➤ **Warna dan kekeruhan.**

Warna dan kekeruhan ini akan menyebabkan masalah estetika.

➤ **Nitrogen dan fosfor.**

Adanya senyawa nitrogen dan fosfor di dalam limbah cair yang dibuang langsung ke dalam badan air, akan menimbulkan proses eutrofikasi dan pertumbuhan algae yang tidak terkontrol.

➤ **Minyak.**

Pembuangan limbah cair yang mengandung minyak akan memperbesar kandungan bahan organik di dalam limbah cair tersebut.

Tabel 1.1. Kualitas Limbah Industri Makanan Olahan Hasil Perikanan

Jenis Industri	Kadar					Ket
	BOD	COD	Minyak/ lemak	TS	SS	
Finfish Processing (Manual)	3,32 kg/t	-	0,348 kg/t	-	1,42 kg/t	1
Finfish Processing (Mechanic)	11,9 kg/t	-	2,48 kg/t	-	8,92 kg/t	1
Patagonian hake filleting	327~1063 mg/l	550~1250 mg/l	8,3~79,9 mg/l	-	-	2
Herring filleting	3428~10000 mg/l	-	857~6000 mg/l	-	-	3,4
Tunna Canning	6,8~20 kg/t	-	1,7~13 kg/t	-	3,8~17 kg/t	1
Sardine Plant	9,22 kg/t	-	1,74 kg/t	-	5,41 kg/t	1
Blue Crab Plant	4,8~5,5 kg/t	-	0,21~0,3 kg/t	-	0,7~0,78 kg/t	1
Clam Plant (Mechanic)	5,14 kg/t	-	0,145 kg/t	-	10,2 kg/t	1
Clam Plant (conventional)	18,7 kg/t	-	0,461 kg/t	-	6,36 kg/t	1
Fish Meal Plant	2,96~ kg/t	-	0,56 kg/t	-	0,92 kg/t	1
Fishpumping Water	2100~7400 mg/l	-	10~1504 mg/l	14,5~48, 2 mg/l	-	5
Fishpumping Water	3050~67200 mg/l	-	1300~1720 0 mg/l	18,4~64, 9 mg/l	-	8
Bloodwater (Fishmeal Plant)	23500~34000 mg/l	93000 mg/l	0~1,92%	2,4~63%	-	6,7
Stickwater (Fishmeal Plant)	13000~76000 mg/l	-	60~1560 mg/l	25~62 mg/l	-	5

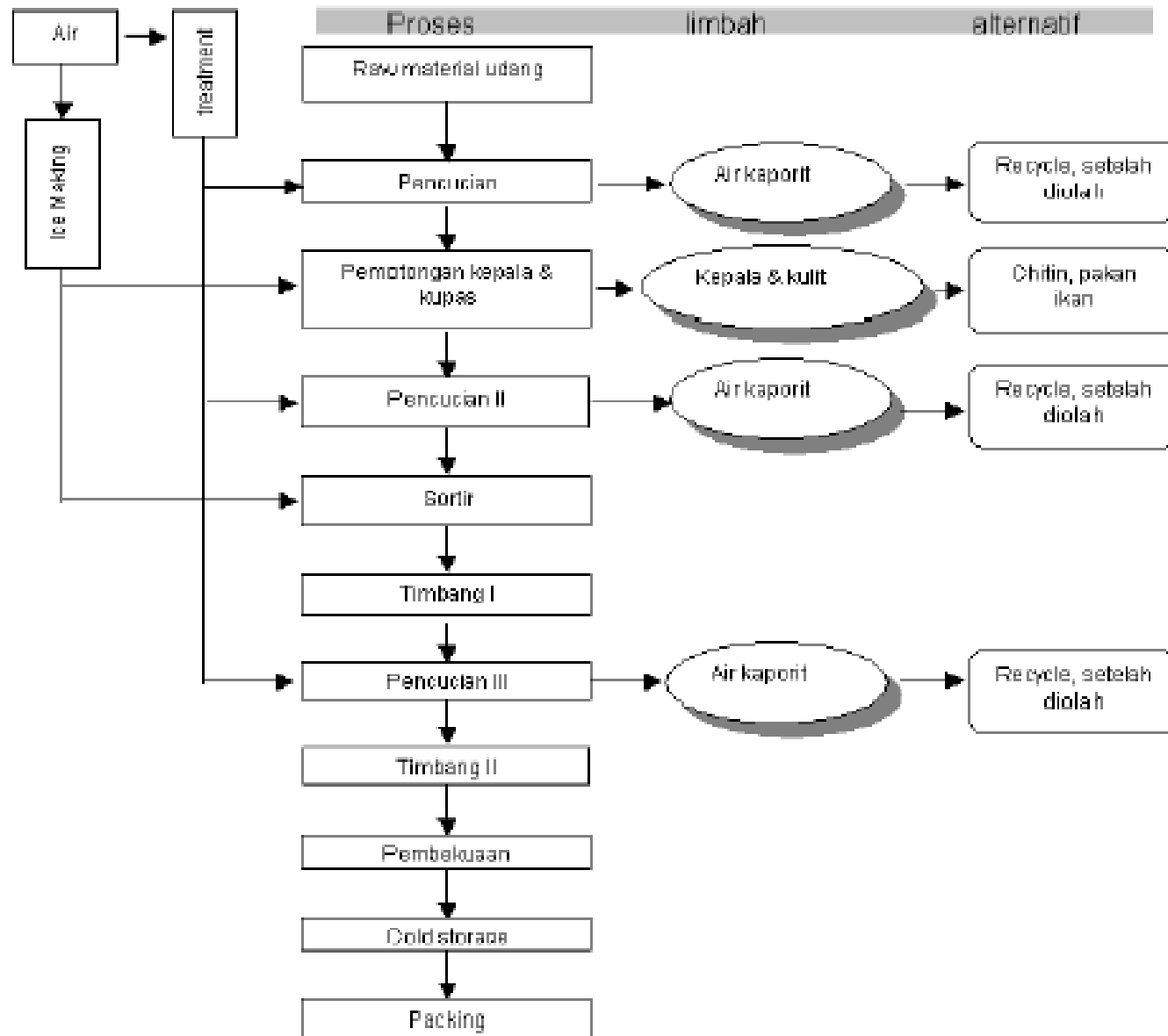
Tabel 1.2. Contoh Kualitas Limbah Industri Makanan Olahan Hasil Peternakan

Parameter	Nilai
Total Solid total (%).	0,24 – 1,16
Organik Total Solid/OTS total (% berat kering).	64,76 – 97,26
Organik Total Solid/OTS total (% berat basah).	0,15 – 1,13
Total Solid/TS tersuspensi (%).	0,04 – 0,46
OTS tersuspensi (% berat kering).	80,95 – 95,45
OTS tersuspensi (% berat basah).	0,03 – 0,45
pH	5,4 – 7,00
COD total.	5.000 – 13.500
Volatile Fatty Acids/VFA (ppm):	463 – 3545
- Ethanol.	157
- Asam asetat.	215 – 904
- Asam propionat.	106 – 1.019
- Asam iso-butirat.	18 – 288
- Asam butirat.	33 – 656
- Asam iso-valerat.	30 – 411
- Asam valerat.	21 – 268
- Asam capronat.	148
Padatan terendapkan.	21,5 – 62

Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat buangan limbah cair ke badan air, umumnya dapat dilakukan melalui dua cara, yakni: pencegahan yang dilakukan di dalam pabrik melalui proses produksi bersih dan yang dilakukan di luar pabrik melalui pengolahan limbah (proses *end of pipe*).

Pencegahan yang dilakukan di dalam pabrik meliputi modifikasi proses (bila memungkinkan) dan melakukan peningkatan efisiensi proses dengan cara menerapkan program produksi bersih, dengan menerapkan prinsip 3-R (*Reduce, Reuse, Re-cycle*). Adapun proses *end of pipe* adalah melakukan pengolahan limbah cair yang akan dibuang ke lingkungan sekitarnya.

2.1. Flow Diagram Alir Pabrik Pengawetan Udang

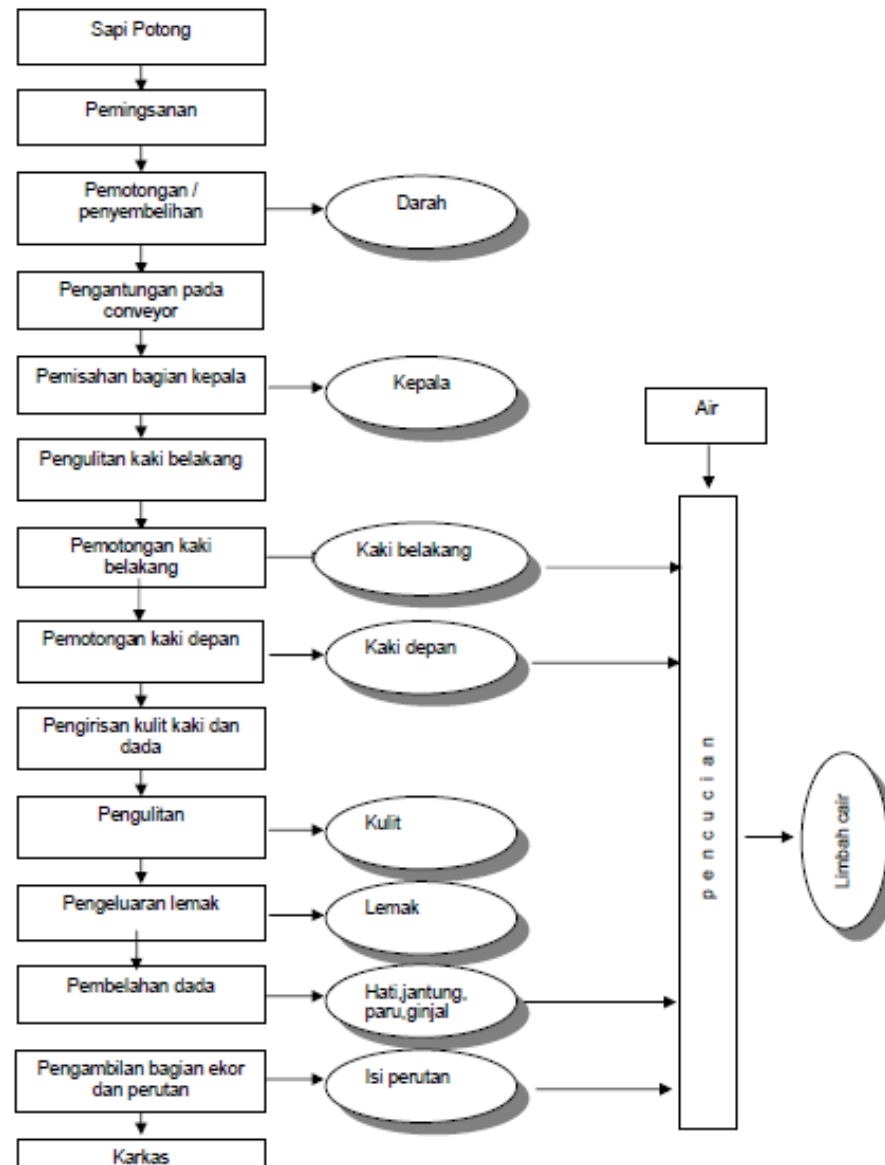


Pabrik pengawetan udang mempunyai beberapa tahap proses. Sesuai dengan limbah yang dihasilkan, proses pengolahan udang dapat diuraikan sbb :

1. Ugang dari para penyetor langsung dilakukan tahapan pertama yaitu pencucian menggunakan air yang telah ditambah kaporit, yang berfungsi mensterilkan udang dari hama penyakit serta untuk memperlambat proses pembusukan. Pada proses ini dihasilkan limbah cair yang mengandung kaporit, dan limbah ini masih dapat diolah untuk digunakan kembali (*recycle*).
2. Proses selanjutnya adalah pengupasan kulit dan pemotongan kepala udang. Pada proses ini dihasilkan limbah kulit dan kepala udang hingga 35~50 % dari berat udang semula. Limbah padat ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku tepung udang untuk pakan ikan atau dengan menggunakan proses yang lebih baik dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan chitin dan chitosan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.
3. Pada tahap pencucian terhadap hasil proses pengupasan kulit dan pemotongan kepala, dihasilkan limbah cair yang mengandung kaporit dengan jumlah tertentu. Sama dengan limbah hasil pencucian pertama, limbah cair ini juga masih dapat diproses untuk dipakai kembali.
4. Setelah dilakukan penyortiran berdasarkan ukuran (*size*) sesuai dengan permintaan pembeli (biasanya yang paling baik adalah size dengan ukuran 30 atau dalam satu kilo ada 30 ekor udang), udang ditimbang dan dicuci kembali menggunakan air kaporit sebelum dilakukan proses akhir, yaitu penimbangan ulang, packaging, dan pembekuan pada suhu -4°C dalam *cold storage*. Pada tahap pencucian ini, juga diperoleh limbah cair yang mempunyai potensi untuk dapat digunakan kembali .

Dari uraian ini, tampak bahwa pada proses pengolahan hasil perikanan, dihasilkan limbah padat yang sangat berpotensi untuk diolah kembali menjadi produk bernilai ekonomi, dan limbah cair yang cukup banyak. Limbah cair ini mau-tidak mau mengandung potensi sebagai bahan pencemar lingkungan, sehingga memerlukan treatment tertentu sebelum dibuang ke lingkungan. Menghindari proses pengolahan limbah cair, sejak awal disarankan pada setiap industri perikanan, untuk menerapkan prinsip-prinsip produksi bersih, khususnya dalam penggunaan dan pengelolaan kebutuhan air.

2.2. Diagram Alir Proses Pemotongan Hewan (Sapi)



Flow diagram kedua adalah contoh dari industri rumah potong hewan (sapi). Rumah potong hewan didirikan untuk menjaga agar distribusi daging dapat dikontrol dan menjaga kesehatan daging yang beredar untuk melindungi kepentingan konsumen. Sesuai dengan limbah yang dihasilkan, pengolahan daging dalam industri rumah potong hewan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Sapi yang sudah dalam keadaan siap dipotong memerlukan penyediaan kandang dan pakan. Sebelum sapi dipotong maka sapi dipingsankan terlebih dahulu dengan listrik dan digantungkan ke peralatan pemotong yang berjalan sambil disembelih. Proses ini akan menghasilkan limbah cair berupa darah sapi yang bercampur dengan air.
2. Selanjutnya dalam posisi masih tergantung pada konveyor, berturut-turut dilakukan pemisahan kepala sapi dari tubuhnya, pengulitan dan pemotongan kaki belakang, pengulitan dan pemotongan kaki depan, pengirisan kulit kaki dan dada, pengulitan pada seluruh tubuh, dan yang terakhir adalah pengeluaran lemak dari tubuh sapi. Selanjutnya dilakukan pembelahan dada sapi untuk pengambilan hati, jantung paru, ginjal kemudian dilakukan pengambilan bagian ekor dan perutan. Dari proses ini dihasilkan limbah padat berupa isi perutan yang dapat diproses lebih lanjut menjadi kompos.
3. Disamping limbah padat di atas, pada proses pencucian daging dan ruangan, dihasilkan limbah cair. Mengingat pada proses tradisional selalu digunakan jumlah air cukup besar maka limbah cair yang dihasilkan menjadi sangat banyak dan berpotensi mencemari lingkungan sekitarnya.

PROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR

Pemilihan dari proses pengolahan limbah cair, baik secara tunggal maupun secara kombinasi tergantung pada:

1. Karakteristik dari limbah cair. Sebagai contoh apakah limbah cair tersebut mengandung bahan tersuspensi, koloidal atau terlarut. Karakteristik dari limbah cair ini juga mencerminkan biodegradabilitas dan toksisitas baik dari senyawa-senyawa organik maupun anorganik.
2. Kualitas keluaran yang diinginkan. Biasanya kualitas keluaran ini sudah tercermin dalam peraturan yang memuat nilai ambang batas.
3. Ketersediaan dana dan lahan.

PRODUKSI BERSIH

Dalam pelaksanaan proses produksi bersih, ada beberapa skala prioritas, yaitu :

- Eliminasi atau pengurangan limbah secara total (*zero discharge*).
- Minimalisasi limbah atau mengurangi sumber limbah sejak tahap awal proses.
- Daur ulang atau menggunakan kembali bahan yang telah digunakan dalam proses.
- Pengendalian pencemaran melalui pengendalian kualitas limbah agar tidak melebihi baku mutu yang disyaratkan.
- Pengolahan dan pembuangan.
- Remediasi atau penggunaan kembali bahan-bahan yang terbuang bersama limbah untuk mengurangi kadar peracunan dan kuantitas limbah yang ada.

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR (PRIMER)

EQUILISASI

Bak equalisasi ini dapat pula dipakai sebagai tempat pengkondisian limbah cair sebelum mengalami proses pengolahan berikutnya. Secara sistimatis, tujuan dilakukan proses di dalam bak equalisasi adalah sebagai berikut:

1. Untuk menjaga terjadinya umpan kejutan (*shock loading*) pada system proses biologi.
2. Untuk mengontrol pH.
3. Untuk menjaga agar aliran limbah cair yang diolah pada system biologi dapat mengalir secara kontinyu, khususnya apabila kegiatan produksi sedang diberhentikan.
4. Untuk mencegah konsentrasi tinggi dari bahan-bahan toxic yang mungkin dihasilkan dari kegiatan produksi sebelum masuk ke system pengolahan biologi.

Netralisasi

Beberapa limbah cair industri makanan mungkin bersifat asam atau alkali. Kondisi ini memerlukan langkah-langkah netralisasi sebelum limbah cair itu diijinkan untuk dibuang ke badan air atau dimasukkan ke dalam system pengolahan berikutnya, baik secara biologi maupun kimia.

Sedimentasi

Proses sedimentasi atau pengendapan ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau memisahkan padatan tersuspensi dari limbah cair. Proses ini digolongkan menjadi 3, yakni: *discrete*, *flocculent* dan *zone settling*. Dalam pengendapan *discrete*, partikel-partikelnya berdiri sendiri dan tidak akan berubah dalam ukuran, bentuk maupun densitas selama proses pengendapan.

Pengendapan *flocculen* terjadi apabila partikel-partikel teraglomerasi selama proses pengendapan terjadi. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perubahan dalam ukuran dan kecepatan pengendapan. *Zone settling* merupakan suspensi yang terflokulasi.

Pemisah Minyak

Pemisah minyak ini menggunakan sebuah tangki. Di dalam tangki tersebut, minyak bebas akan mengambang di permukaan membentuk suatu lapisan yang dapat diambil atau dipisahkan.

Flotasi

Unit flotasi ini digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi, minyak dan grease yang terkandung di dalam limbah cair serta sekaligus untuk memisahkan dan mengkonsentrasikan *sludge* atau lumpur yang terjadi. Di dalam unit flotasi ini harus dilengkapi udara tekan yang akan menimbulkan gelembung-gelembung udara yang menuju ke permukaan.

Koagulasi dan Pengendapan

Proses koagulasi dilakukan untuk memisahkan atau menghilangkan bahan-bahan tersuspensi atau koloidal di dalam limbah cair. Tanpa proses ini, bahan-bahan yang berbentuk koloid tidak dapat mengendap dengan sendirinya, mengingat ukuran partikelnya sangat kecil, yaitu antara 0,1 nm (10^{-8} cm) sampai 1 nm (10^{-7} cm). Koloid yang ada kemungkinan bersifat *hydrophobic* atau *hydrophilic*.

Contoh koloid *hydrophobic* adalah antara lain lempung. Koloid ini tidak mempunyai afinitas yang baik dengan media cairan dan mempunyai stabilitas yang rendah dengan adanya elektrolit. Oleh karena itu, akan relative mudah untuk dilakukan proses koagulasi. Tidak demikian dengan koloid yang bersifat *hydrophilic*, misalnya protein, ia mempunyai afinitas yang baik dengan air, sehingga air yang sudah terabsorpsi ini akan menahan proses flokulasi, sehingga diperlukan penanganan yang khusus untuk mencapai efektifitas proses koagulasi.

Dalam proses koagulasi ini dikenal beberapa material yang dapat menambah efektifitasnya dengan cara menambah ukuran gumpalan dan kecepatan pengendapan. Salah satu contoh material ini adalah silica yang diaktivasi. Kebutuhan atau dosisnya tidak boleh terlalu tinggi, hanya sekitar 5 sampai 10 mg/l.

Contoh lain dari material ini adalah *polyelectrolyte* yang mampu untuk membentuk jaringan-jaringan partikel dengan ukuran sebesar 0,3 sampai 1 mm dengan dosis yang sangat rendah, yaitu 1-5 mg/l. Pemberian *polyelectrolyte* ini perlu penambahan koagulan seperti alum atau ferric chloride. Table 3.1. berikut ini memberikan gambaran tentang penerapan koagulan.

Proses Aerobik

Proses aerasi bertujuan untuk memindahkan oksigen, baik oksigen murni maupun udara, ke dalam proses pengolahan biologis. Aerasi dapat juga digunakan untuk “mengusir” senyawa yang mudah menguap dari sejumlah limbah cair. Aerasi merupakan proses perpindahan (*transfer*) massa antara gas (oksigen) dan cairan. Transfer oksigen ke dalam limbah cair dipengaruhi oleh variable fisik dan kimia, antara lain:

- Temperature.
- Pencampuran secara turbulen.
- Kedalaman limbah cair.
- Karakteristik limbah cair.

Beberapa peralatan aerasi yang umum digunakan pada skala industri saat ini adalah unit *air diffusion*; yaitu system aerasi turbin dimana udara dilepaskan dari bawah baling-baling yang berputar dan dari unit aerasi permukaan dimana akan terjadi perpindahan oksigen yang memungkinkan terjadinya turbulensi yang tinggi dari permukaan limbah cair. Peralatan yang dijual di pasaran akan menunjukkan spesifikasinya dengan berat oksigen yang mampu ditransfer per kilowatt – jam; efisiensi transfer oksigen atau ditunjukkan dengan berat oksigen yang ditransfer per jam per unit alat.

Proses Anaerobik

Dekomposisi bahan organik di dalam limbah cair akan menghasilkan gas metana dan karbon dioksida. Proses dekomposisi ini berjalan tanpa adanya oksigen. Walaupun secara kinetika dan keseimbangan bahan sangat mirip dengan proses aerobik, tetapi beberapa syarat dasar perlu mendapatkan perhatian dalam merancang unit anaerobik ini.

Pada proses ini konversi dari asam-asam organik yang akan membentuk gas metana menghasilkan energi yang rendah. Akibat dari hal tersebut maka hasil pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan degradasinya juga rendah. Konversi bahan organik menjadi gas baik metana maupun karbon dioksida dapat mencapai kisaran antara 80 sampai 90%. Untuk mencapai efisiensi yang tinggi, diperlukan kenaikan temperatur. Tetapi hal ini perlu diperhitungkan dengan matang, mengingat bahwa kenaikan temperatur ini akan menambah biaya operasional dari penanganan limbah cair.

Beberapa peralatan lain yang biasa digunakan untuk pengolahan sekunder limbah cair, antara lain :

Stripper. Peralatan ini digunakan untuk menghilangkan bahan organik yang mudah menguap. Proses penghilangan bahan organik yang mudah menguap ini disebut sebagai proses stripping. Proses ini akan memindahkan bahan organik yang mudah menguap ke udara sekitar. Proses ini dapat dilakukan dengan cara memercikkan air ke udara atau dengan cara menyuntikkan udara ke dalam cairan sebagaimana system yang diterapkan pada proses aerasi. Untuk menambah luas permukaan kontak antara cairan dan udara, dapat digunakan material penyangga atau 'packing'.

Kolam Stabilisasi. Kolam stabilisasi ini dimungkinkan untuk diterapkan pada industri makanan yang mempunyai lahan cukup luas. Ada 3 tipe kolam stabilisasi, yaitu:

➤ Kolam Fakultatif.

Di dalam kolam ini terjadi 2 proses sekaligus, yakni proses aerobik dan anaerobik. Proses yang pertama terjadi pada permukaan kolam dan proses anaerobik terjadi di bagian bawah kolam. Pada siang hari, lapisan atas akan mempunyai kandungan oksigen lebih tinggi dari malam hari. Hal ini disebabkan kegiatan fotosintesa dari ganggang yang ada pada permukaan kolam. Lumpur organik di bagian bawah kolam akan terdegradasi secara anaerobik dan menghasilkan gas metana dan gas lainnya. Bau akan timbul apabila proses aerobik di bagian permukaan kolam tidak diperhatikan. Kedalaman dari kolam tersebut antara 0,9 sampai 1,8 m. Karena proses fotosintesa sangat tergantung pada penetrasi sinar matahari ke dalam kolam, maka limbah cair tidak boleh terlalu keruh.

➤ Kolam Anaerobik.

Di dalam kolam ini tidak diperkenankan adanya oksigen. Keseluruhan limbah cair di dalam kolam ini terproses secara anaerobik. Dimensi kedalaman dan luas permukaan dari kolam ini dipilih sedemikian rupa sehingga diperoleh ukuran perbandingan luas permukaan dan volume yang se minim mungkin.

➤ Kolam Aerasi.

Waktu tinggal limbah cair di dalam kolam ini bervariasi dari beberapa hari sampai beberapa minggu, tergantung dari efisiensi degradasi bahan organik yang diinginkan. Oksigen untuk keperluan aerasi dapat dicatu dari system aerasi yang sudah dikemukakan di atas. Kedalaman dari kolam ini pada umumnya adalah sekitar 1.8 m sampai 4,6 m. Kolam stabilisasi ini biasa digunakan untuk memperbaiki kualitas limbah cair setelah mengalami proses anaerobik. Juga dapat digunakan setelah limbah cair mengalami proses di dalam 'trickling filter' maupun lumpur aktif.

Lumpur Aktif (*Activated Sludge*). Tujuan dari proses lumpur aktif ini ialah untuk menghilangkan senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair dan merubahnya ke dalam suspensi mikrobial yang mudah mengendap. Dari proses lumpur aktif yang asli, yang diketemukan oleh Arden dan Lockett pada tahun 1914, kemudian mengalami perkembangan variasi dari prosesnya. Variasi tersebut antara lain: *plug-flow activated sludge*, *complete-mix activated sludge*, *extended aeration*, *oxidation ditch system*, *intermittently aerated and decanted system*, dan *oxygen activated sludge*.

Unit plug-flow activated sludge. Peralatan ini menggunakan bak aerasi yang panjang namun sempit. Limbah cair dicampur dengan kultur biologi dibawah kondisi aerobik. Biomassa yang terbentuk kemudian dipisahkan dari cairannya di dalam tangki pengendap. Sebagian dari biomassa dibuang, sebagian lagi disirkulasikan lagi ke dalam bak aerasi bercampur dengan limbah cair segar.

DATA UNTUK JENIS PENGOLAHAN LIMBAH

a. Karakteristik Limbah

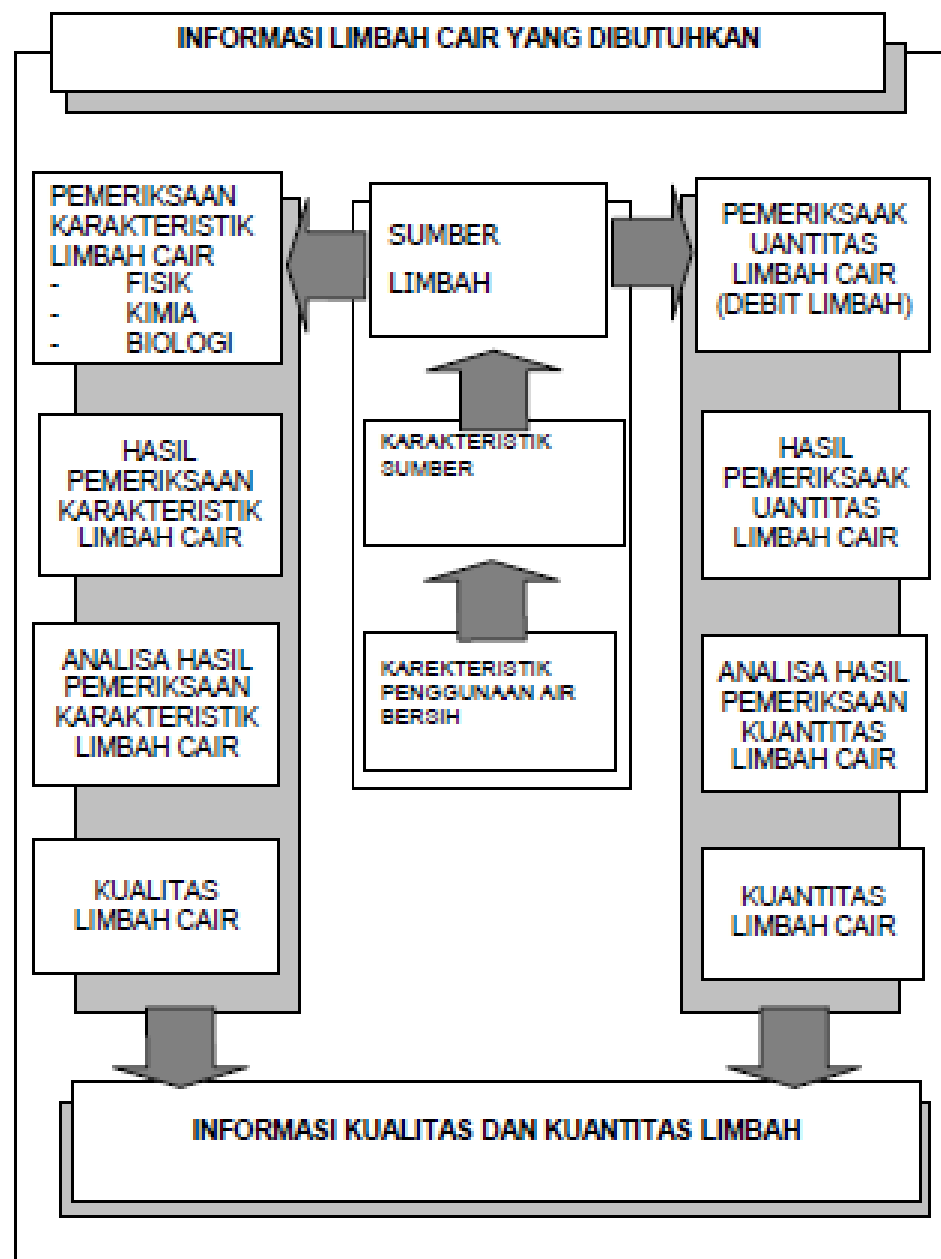
perlu dilakukan survei lapangan untuk mendapatkan data mengenai jumlah industri yang ada, jenis (karakteristik) limbah cair yang dihasilkan, COD dan BOD rata-rata dari hasil analisa laboratorium. Selain itu harus diketahui pula debit / rata-rata volume limbah cair yang dihasilkan per hari (data primer). apabila hal itu tidak dapat dilakukan, maka dapat digunakan data sekunder dari industri yang sama atau sejenis. Data tersebut akan digunakan dalam perencanaan pembangunan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL). Flow diagram kebutuhan informasi limbah cair dapat dilihat pada gambar 4.1.

b. Ketersediaan Lahan dan Lingkungan

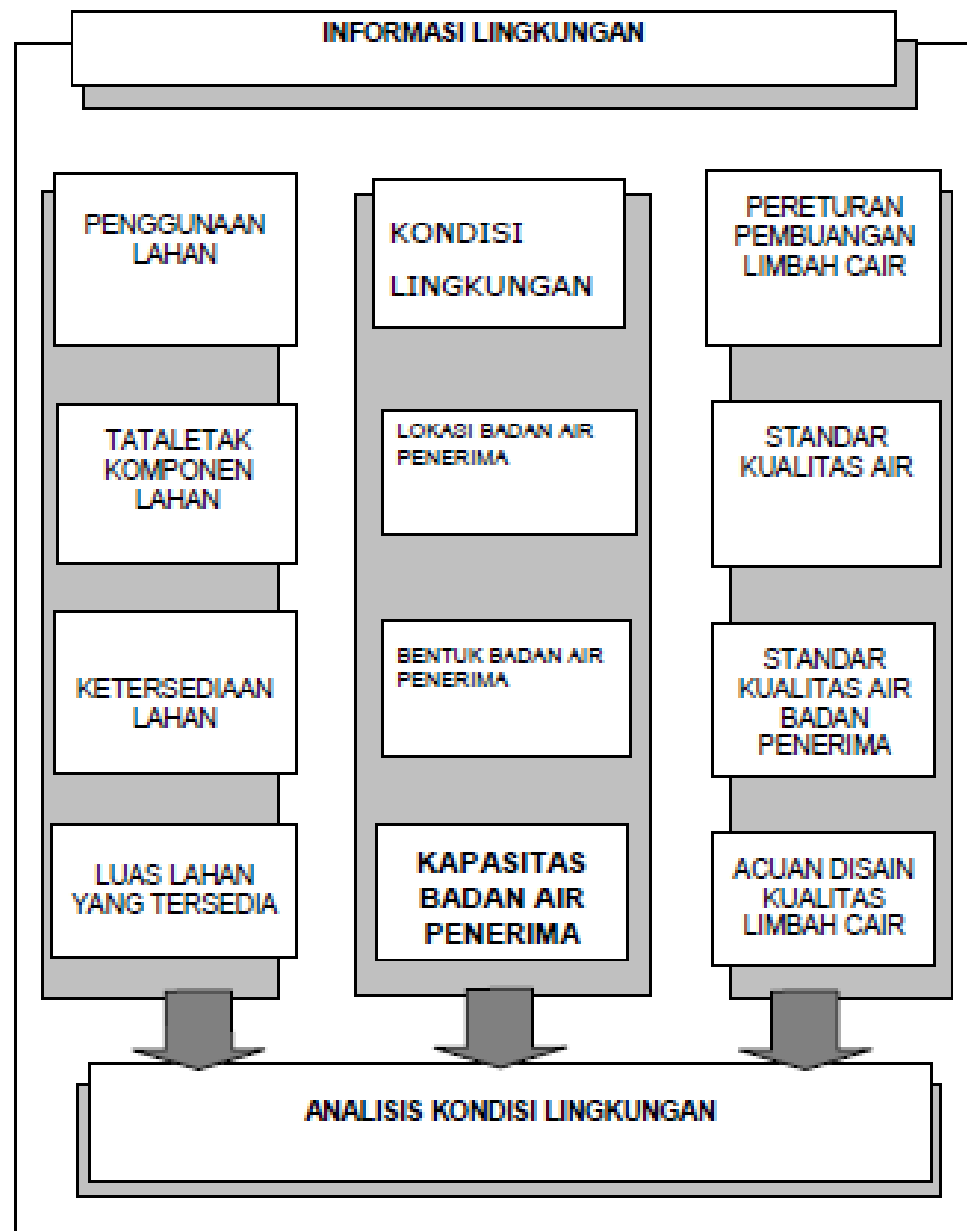
Informasi mengenai luas lahan yang tersedia, letak geografi, akan berguna dalam menentukan sistim instalasi IPAL yang akan dibuat. Selain itu dibutuhkan data kondisi lingkungan (sumber limbah) yang meliputi ; data lokasi badan air penerima, dan kapasitas efluen yang boleh dibuang. Flow diagram kebutuhan informasi lingkungan dapat dilihat pada gambar 4.2.

c. Informasi Peraturan Pembuangan Limbah Cair

Informasi tentang peraturan pembuangan limbah cair/padat yang meliputi standar kualitas limbah cair atau padat dan standar kualitas badan air penerima. Data ini dibutuhkan sebagai acuan disain pengolahan limbah yang akan dibuat.



Gambar : 4.1. Skema Penentuan Karakteristik Limbah



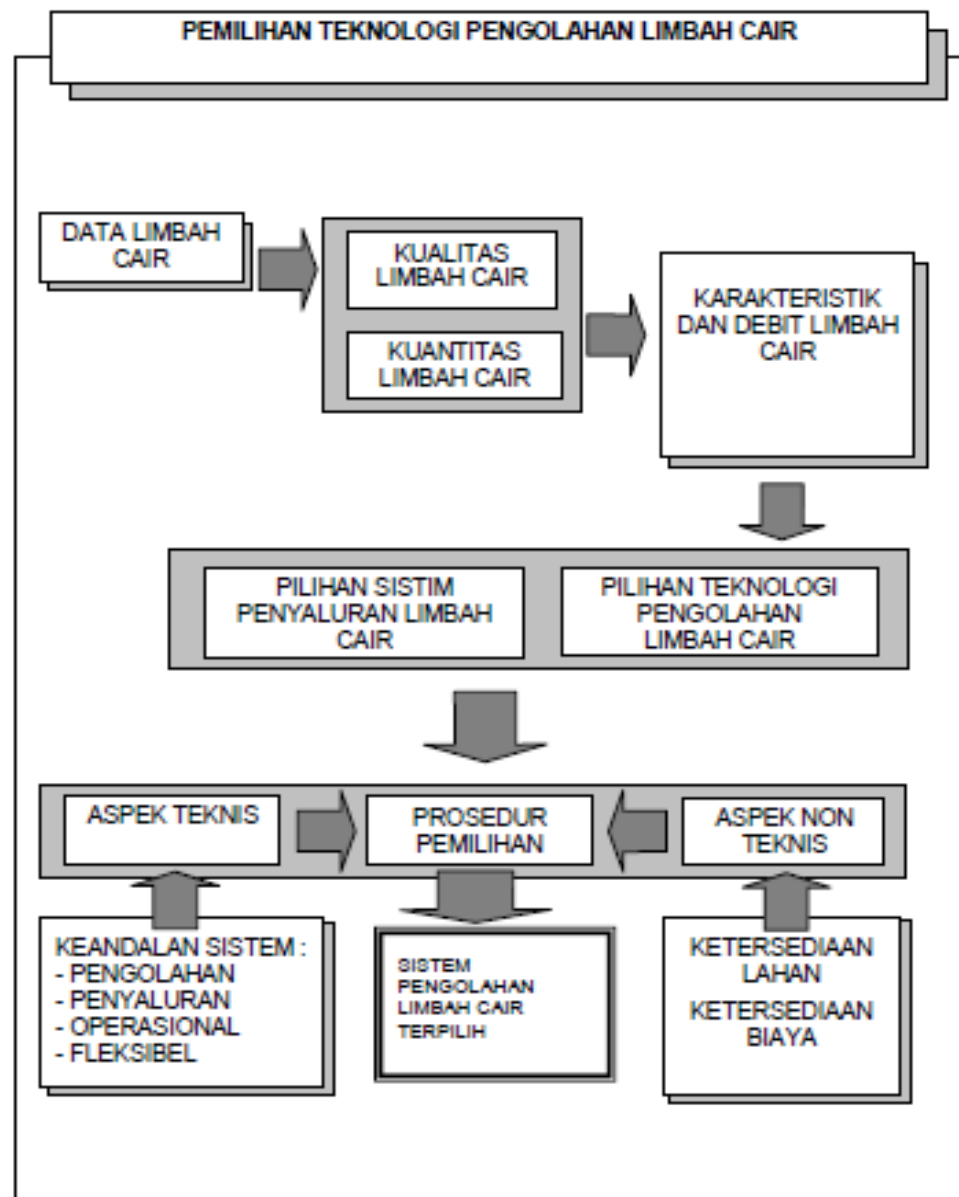
Gambar : 4.2. Skema Kondisi Lingkungan

a. Keandalan Kerja Peralatan

Pemilihan teknologi terutama didasarkan pada Keandalan kerja peralatan dan sistem secara keseluruhan, efisiensi dan alternatif penanganan apabila terjadi masalah saat dioperasikan. Selain itu penentuan sistim transportasi / pemindahan limbah cair perlu ditentukan berdasarkan geografi dan tataletak.

b. Murah

Teknologi pengolahan limbah terpilih hendaknya murah, baik dari biaya investasi maupun biaya operasi dan pemeliharaannya.



Gambar : 4.3. Skema Pemilihan Teknologi Pengolahan Limbah Cair

a. Penyaringan

Penyaringan ini dibutuhkan untuk memisahkan padatan yang terbawa oleh limbah cair, penyaringan ini dipasang sesuai dengan kebutuhan misalnya saringan kasar, sedang dan halus.

b. Bak / Tangki Ekualisasi

Tangki ekualisasi ini berfungsi untuk menampung limbah yang keluar sebelum diolah sehingga kualitas limbah menjadi homogen. Besarnya bak / tangki ekualisasi ini diperlirakan sama dengan jumlah limbah cair yang dihasilkan tiap hari.

c. *Fixed Bed Reaktor*

Fixed Bed Reaktor merupakan peralatan pengolahan Anaerobic yang biasa digunakan untuk COD diatas 6000 ppm. *Fixed Bed Reaktor* juga merupakan peralatan proses biologi yang murah dan mudah pengoperasiannya, selain itu efisiensinya bisa mencapai 80 %.

d. *Trikling Filter*

Trikling Filter merupakan peralatan proses biologi aerob dan anaerob yang biasa digunakan untuk mengolah limbah dengan COD sampai dengan 4000 ppm. Triking Filter banyak digunakan karena konstruksinya sederhana, dan biaya operasinya relatif murah. Efisiensi Triking Filter bisa mencapai 90 %.

e. Instalasi dan Pompa

Instalasi dan pompa merupakan peralatan penunjang biasanya dibutuhkan untuk memindahkan limbah sebelum dan sesudah diolah.

a. Penyaringan

Penyaringan ini dibutuhkan untuk memisahkan padatan yang terbawa oleh limbah cair, penyaringan ini dipasang sesuai dengan kebutuhan misalnya saringan kasar, sedang dan halus.

b. Bak / Tangki Ekualisasi

Tangki ekualisasi ini berfungsi untuk menampung limbah yang keluar sebelum diolah sehingga kualitas limbah menjadi homogen. Besarnya bak / tangki ekualisasi ini diperlirakan sama dengan jumlah limbah cair yang dihasilkan tiap hari.

c. *Fixed Bed Reaktor*

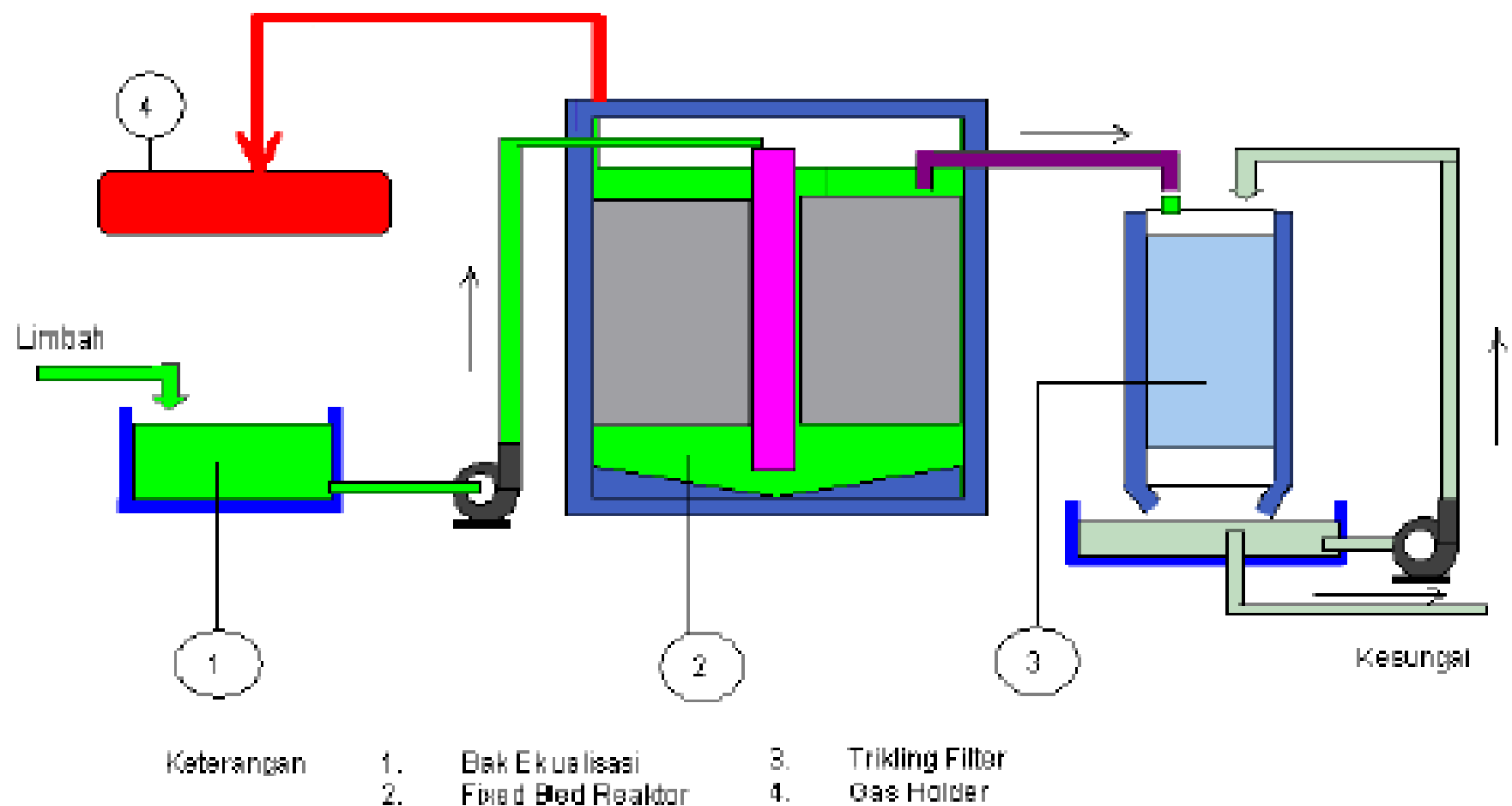
Fixed Bed Reaktor merupakan peralatan pengolahan Anaerobic yang biasa digunakan untuk COD diatas 6000 ppm. *Fixed Bed Reaktor* juga merupakan peralatan proses biologi yang murah dan mudah pengoperasiannya, selain itu efisiensinya bisa mencapai 90 %.

d. *Trikling Filter*

Trikling Filter merupakan peralatan proses biologi aerob dan anaerob yang biasa digunakan untuk mengolah limbah dengan COD sampai dengan 3000 ppm. *Trikling Filter* banyak digunakan karena konstruksinya sederhana, dan biaya operasinya relatif murah. Efisiensi *Trikling Filter* bisa mencapai 90 %.

e. Instalasi dan Pompa

Instalasi dan pompa merupakan peralatan penunjang biasanya dibutuhkan untuk memindahkan limbah sebelum dan sesudah diolah.



Gambar 4.4. Rangkaian Pengolah Limbah Pengolahan Hasil Perikanan dan Peternakan



Gambar 1. Industri Rumah tangga Pengolahan Hasil Perikanan



Gambar 2. Kegiatan Pemotongan Sapi dan Limbah Yang Dihasilkan



Gambar 3. Limbah Darah Dari Sisa Pemotongan Sapi / Kerbau



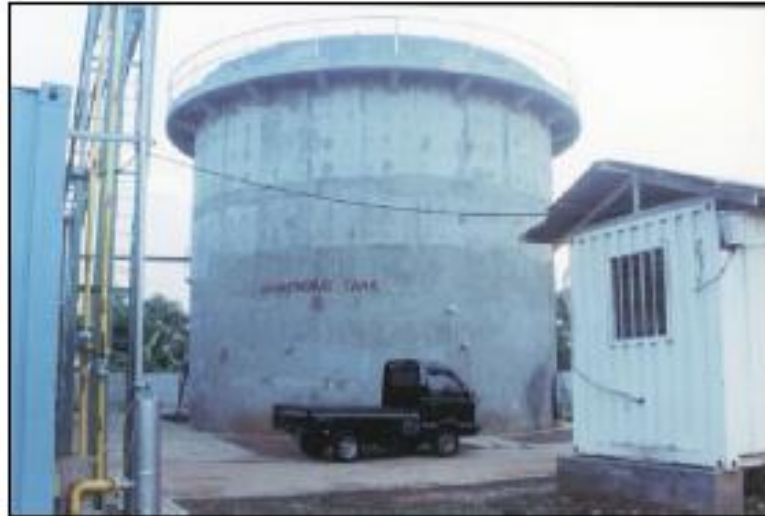
Gambar 4. Pengolahan Daging Sapi / Kerbau Hasil Pemotongan



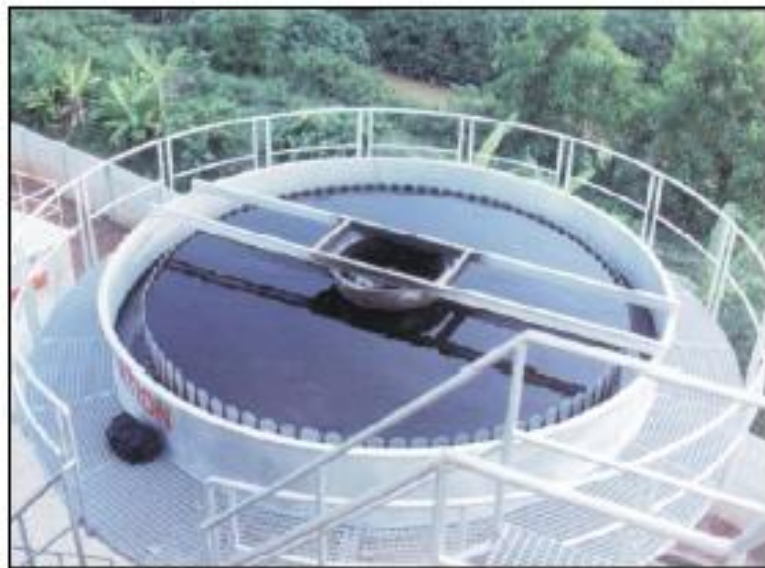
Gambar 5. Unit Pengolahan Limbah Cair dari Pengolahan Daging
(Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan – Cakung Jakarta Timur)



Gambar 6. Tangki Pengendap dan Tangki Pencampur
Pengolahan Limbah RPH Cakung



Gambar 7. Tangki Pengolahan Limbah Sistem Anaerobic Kapasitas 400 m³
(Fixed Bed Reactor)



Gambar 8. Tangki Pengendap Akhir