

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumah Potong Hewan

1. Definisi Rumah Potong Hewan

Rumah Potong Hewan (RPH) adalah fasilitas yang dirancang khusus untuk memenuhi standar teknis dan higienis dalam pemotongan hewan untuk konsumsi masyarakat. RPH berfungsi sebagai unit penanganan daging (Permentan Nomor 13 Tahun 2010).

- a. Pemotongan Hewan: dilakukan sesuai dengan standar kesehatan masyarakat veteriner, kesejahteraan hewan, dan prinsip syariah.
- b. Pemeriksaan Kesehatan: sebelum pemotongan, hewan menjalani pemeriksaan kesehatan (*antemortem inspection*) dan setelah pemotongan, karkas dan jeroan diperiksa (*postmortem inspection*) untuk mencegah penyebaran penyakit zoonotik.
- c. Pemantauan Penyakit: mengawasi dan melakukan surveilans terhadap penyakit hewan dan zoonosis yang terdeteksi selama pemeriksaan untuk mencegah, mengendalikan, dan memberantas penyakit menular.

RPH adalah industri yang menyediakan daging sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat. Di Indonesia, RPH terdapat hampir di setiap kota, baik besar maupun kecil, namun umumnya belum dilengkapi dengan alat pengolahan limbah. Pemerintah bertanggung jawab untuk menyediakan infrastruktur yang baik agar masyarakat dapat mengakses daging yang aman, sehat, utuh, dan halal. Untuk memastikan kualitas daging, pemerintah

perlu menyediakan sarana sesuai dengan Permentan Nomor 13 Tahun 2010 dan SNI 01-6159-1999, serta memenuhi berbagai persyaratan yang ditetapkan.

1) Persyaratan Lokasi RPH

Lokasi Rumah Potong Hewan (RPH) harus sesuai dengan rencana tata ruang yang ditetapkan, yaitu tidak boleh berada di pusat kota, harus berada di area yang lebih rendah dari pemukiman, jauh dari industri logam atau kimia, serta tidak terletak di daerah rawan banjir. Selain itu, lokasi RPH juga harus memiliki lahan yang luas untuk mendukung operasionalnya.

2) Persyaratan Sarana

RPH harus dilengkapi dengan sarana dan prasarana pendukung, antara lain: akses jalan yang baik untuk kendaraan pengangkut hewan dan daging, sumber air yang memenuhi standar baku mutu dan tersedia secara terus-menerus, serta fasilitas untuk menangani limbah padat dan cair.

3) Persyaratan Bangunan dan Tata Letak

Kompleks RPH terdiri dari berbagai bangunan dan area, termasuk bangunan utama, area penurunan hewan, dan kandang penampungan. Terdapat juga kandang untuk ruminansia betina produktif, kandang isolasi, ruang pelayuan berpendingin, serta area pemuatan karkas. Fasilitas administratif seperti kantor, kantin, dan

mushola juga disediakan, bersama ruang istirahat karyawan, tempat penyimpanan barang pribadi, kamar mandi, dan WC.

Pemisahan antara daerah bersih dan kotor sangat penting untuk mencegah kontaminasi silang. Proses di daerah kotor meliputi pemingsanan, penyembelihan, dan pengeluaran darah, sedangkan di daerah bersih dilakukan pembelahan karkas, pemeriksaan postmortem, pemotongan, pendinginan, dan pembekuan jika diperlukan. RPH juga dilengkapi dengan fasilitas pemusnahan bangkai dan penanganan limbah.

4) Persyaratan Peralatan

Peralatan yang digunakan di Rumah Potong Hewan (RPH) harus sederhana dan mudah dibersihkan, serta tahan karat. Pembersihan dilakukan dengan air yang dicampur desinfektan, biasanya senyawa klorin. Semua alat harus terbuat dari bahan yang tidak korosif dan aman untuk kontak langsung dengan daging, serta tidak bersifat toksik. Peralatan juga dilengkapi dengan rel dan alat penggantung karkas, sarana desinfektan, dan perlengkapan khusus untuk karyawan.

B. Limbah Cair

1. Limbah Cair

Limbah adalah sisa atau buangan dari kegiatan dan proses produksi yang sudah tidak terpakai. Limbah tidak memiliki nilai ekonomi dan dapat menjadi sangat berbahaya jika mencemari lingkungan (Hakiki et al., 2021).

Terutama untuk limbah yang mengandung bahan kimia sulit terurai oleh bakteri, khususnya limbah cair, merupakan hasil dari proses industri. (Putra, 2020). Karena limbah cair ini memiliki kriteria berwujud cair dan mengandung padatan tersuspensi atau terlarut. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah cair dapat mengalami tujuh proses perubahan fisik, kimia, dan biologi yang menghasilkan zat beracun. Hal ini berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan, termasuk penyakit dan pencemaran (Rinaldi et al., 2018).

2. Limbah Cair RPH

Limbah cair RPH berpotensi merusak lingkungan karena konsentrasi polutan organiknya yang tinggi. Limbah RPH yang berupa *feces* urine, isi rumen atau isi lambung, darah daging atau lemak, dan air cucuannya, dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga limbah tersebut mudah mengalami pembusukan (Putra, 2020). sehingga limbah cair mengandung, protein, lemak dan karbohidrat dengan materi organik terlarut dan tersuspensi relatif tinggi.

Air limbah dari RPH mengandung banyak zat organik seperti darah, tinja, bulu, dan lemak, yang cepat membusuk dan menyebabkan bau. Limbah ini, baik terlarut maupun tersuspensi, harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan dan melampaui baku mutu air limbah (Aini et al., 2017). Jika tidak ditangani, limbah tersebut dapat mengurangi oksigen di air, memicu gas berbau, dan menimbulkan risiko kesehatan

karena mendukung perkembangan organisme pembawa penyakit, yang pada akhirnya merusak ekosistem air (Rahayu et al., 2019).

Upaya mengurangi pencemaran dari RPH penting untuk menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, limbah yang dihasilkan harus dikelola dengan prosedur yang tepat agar aman saat dibuang dan tidak melampaui batas baku mutu air limbah. Ini bertujuan untuk mencegah pencemaran lingkungan (Lubis et al., 2020).

C. Karakteristik Limbah Cair RPH

Karakteristik air limbah dapat dibedakan menjadi tiga kategori: fisik, kimia, dan biologi. Studi mengenai karakteristik ini penting untuk memahami sifat, konsentrasi, dan potensi pencemaran limbah cair terhadap lingkungan (Ginting, 2010).

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik limbah cair erat kaitannya dengan estetika karena sifatnya yang mudah dilihat dan diidentifikasi secara langsung. Karakteristik fisik limbah cair meliputi:

a. Bau

Sifat bau limbah disebabkan oleh zat-zat organik yang terurai, menghasilkan gas seperti sulfida dan amonia. Gas-gas ini menimbulkan bau tidak sedap, yang berasal dari campuran nitrogen, sulfur, dan fosfor akibat pembusukan protein dalam limbah. Bau ini menjadi indikator adanya proses alami, sehingga membantu mendeteksi tingkat bahaya

yang mungkin ditimbulkan, berbeda dengan limbah yang tidak mengeluarkan bau (Effendi, 2003).

b. Suhu

Air limbah umumnya memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan suhu udara sekitar. Suhu air limbah merupakan parameter penting karena dapat memengaruhi reaksi kimia dan kehidupan akuatik. Limbah dengan temperatur tinggi dapat mengganggu biota tertentu, dan suhu limbah mencerminkan aktivitas kimia dan biologis. Suhu yang tinggi mengurangi kekentalan cairan dan sedimentasi, serta meningkatkan tingkat oksidasi, sementara pembusukan jarang terjadi pada suhu rendah (Ginting, 2007).

c. Warna

Air limbah yang baru biasanya berwarna seperti air teh. Namun, ketika bahan organik terdekomposisi oleh mikroorganisme dan kadar oksigen terlarut menurun hingga nol, air limbah berubah menjadi hitam. Warna dalam air limbah disebabkan oleh ion logam seperti besi dan mangan, humus, plankton, tanaman air, dan limbah industri. Warna ini berkaitan dengan kekeruhan dan dapat disebabkan oleh zat terlarut serta zat tersuspensi, yang membuat penampilan air limbah menjadi tidak menarik (Ginting, 2007).

d. *Total Suspended Solid (TSS)*

Padatan tersuspensi adalah partikel yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak mengendap. Partikel ini lebih kecil dan lebih

ringan daripada sedimen, seperti tanah liat, bahan organik, dan sel-sel mikroorganisme. Sumber oksigen di perairan berasal dari fotosintesis fitoplankton, difusi dari udara, dan reaksi oksidasi kimia. Keekeruhan menghambat sinar matahari masuk ke perairan, yang mengganggu proses fotosintesis tanaman, sehingga mengurangi produksi oksigen yang dibutuhkan oleh organisme lain di lingkungan perairan (Huda, 2009).

2. Karakteristik Kimia

Bahan kimia dalam air limbah dapat merugikan lingkungan, di mana bahan organik terlarut menyebabkan penurunan kadar oksigen. Limbah cair dari industri mengandung berbagai zat kimia berbahaya.

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Pemeriksaan BOD dalam limbah mengukur kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi zat-zat organik oleh bakteri. BOD mencerminkan jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik terlarut dan tersuspensi menjadi bahan yang dapat dikonsumsi. Jika oksigen yang dikonsumsi habis, biota lain yang membutuhkan oksigen akan mengalami kekurangan, sehingga sulit untuk bertahan hidup. Semakin tinggi angka BOD, semakin sulit bagi makhluk air yang bergantung pada oksigen untuk berkembang (Ginting, 2010).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah yang menilai oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan kimia yang

tidak dapat dipecah secara biokimia. Dalam kasus di mana racun atau logam menghambat pertumbuhan bakteri, pengukuran BOD menjadi tidak realistis, sehingga analisis COD lebih tepat. COD mencakup oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat anorganik dan organik, dan angka COD dapat digunakan untuk menilai pencemaran air akibat zat anorganik (Ginting, 2010). Pengukuran COD dilakukan menggunakan zat pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$, di mana kadar BOD yang mendekati kadar COD menunjukkan bahwa sedikit bahan anorganik dapat dioksidasi secara kimia.

c. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah bahan organik yang sulit diuraikan oleh bakteri dan memiliki berat jenis lebih kecil dari air, sehingga membentuk lapisan di permukaan. Hal ini mengakibatkan terbatasnya oksigen yang dapat masuk ke dalam air (Ginting, 2019). Selain itu, minyak dapat mengendap dan membentuk lumpur, sehingga sulit diurai.

d. Amonia (NH_3)

Amonia (NH_3) adalah senyawa nitrogen yang dapat bertransformasi menjadi NH_4^+ pada pH rendah. Senyawa ini dihasilkan sebagai produk sampingan dari aktivitas industri atau melalui proses denitrifikasi. Dalam limbah industri, amonia terbentuk melalui oksidasi molekul organik yang diubah menjadi CO_2 , H_2O , dan NH_3 oleh bakteri. Total amonia yang terukur di perairan alami mencakup NH_3 dan NH_4^+ . Amonia (NH_3) adalah senyawa netral, sedangkan amonium adalah

kation yang berasal dari amonia. Di ekosistem perairan, amonia ada dalam bentuk ion terdisosiasi NH_4^+ dan NH_3 , dengan toksisitas yang meningkat seiring dengan naiknya pH. Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ maksimum yang diperbolehkan untuk kegiatan rumah potong hewan adalah 25 mg/L (Ginting, 2007).

e. Derajat Keasaman (pH)

pH normal air berkisar antara 6 hingga 8, namun air limbah memiliki pH yang bervariasi tergantung jenis limbahnya. Perubahan pH, baik menjadi lebih asam atau lebih alkali (Ginting, 2010).

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi air limbah, seperti bakteri dan mikroorganisme, merupakan dasar penting untuk mengontrol timbulnya penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen. Karakteristik ini terkait dengan dekomposisi dan stabilitas senyawa organik (Eddy, 2008).

D. Pengolahan Limbah Cair RPH

Limbah cair dari RPH harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan untuk mengurangi kadar zat organik. Salah satu metode pengolahan yang digunakan adalah proses fisika, seperti bak sedimentasi, serta proses biologis

1. Proses Biofilter

Proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilm dapat dilakukan dalam kondisi aerob, anaerob, atau kombinasi keduanya. Dalam reaktor biakan melekat, mikroorganisme tumbuh melapisi permukaan media, di mana senyawa polutan dalam air mengalir dan berinteraksi langsung dengan

lapisan mikroba (biofilm). Mikroorganisme ini serupa dengan organisme dalam lumpur aktif, sebagian besar terdiri dari organisme heterotropik dengan bakteri fakultatif sebagai komponen utama (Said, 2017).

Senyawa polutan dalam air limbah, seperti BOD, COD, amonia (NH_3) dan fosfor, akan terdifusi ke dalam lapisan biofilm yang melekat pada permukaan. Dengan oksigen terlarut di dalam air limbah, mikroorganisme dalam lapisan biofilm akan menguraikan senyawa polutan tersebut, menghasilkan energi yang diubah menjadi biomassa (Rahayu D, 2019).

a. *Seeding*

Dalam pengolahan limbah cair secara biologis, langkah pertama adalah *seeding*, yaitu menumbuhkan mikroorganisme sebelum digunakan untuk mengolah air limbah (G. Mukhtar et al., 2017). *Seeding* ini memberikan makanan kepada bakteri agar tetap hidup, dan dilakukan dengan menggunakan instalasi limbah bakteri (*aeration tank*) yang dilengkapi alat kontrol aliran. Reaktor dijalankan dengan sistem seeding untuk mendapatkan biomassa yang cukup dari mikroorganisme yang diambil dari unit pengolahan limbah. Pada kondisi aerob, mikroorganisme dibenihkan di bak dengan tambahan aerator untuk sirkulasi udara, sedangkan pada kondisi anaerob, cukup ditutup rapat (Amalia N.T., 2024).

b. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi mikroorganisme adalah langkah penting setelah proses *seeding* untuk mempersiapkan mikroorganisme

dalam mengolah air limbah. Dalam proses ini, mikroorganisme beradaptasi terhadap kondisi air limbah yang baru dengan cara bertahap. Pemberian nutrisi awal diganti dengan air limbah, yang memungkinkan mikroorganisme, seperti bakteri, alga, atau protozoa, tumbuh dan berkembang dengan baik sebelum melakukan proses biofiltrasi. Tujuan utama dari aklimatisasi adalah memastikan bahwa mikroorganisme dapat berfungsi secara maksimal saat dihadapkan pada bahan baku yang akan diolah (Amalia N.T., 2024).

2. Filtrasi

Filtrasi adalah proses pengolahan limbah yang bertujuan memisahkan zat padat dari fluida menggunakan medium berpori. Proses ini efektif menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid, serta zat-zat lain. Selain itu, filtrasi dapat secara efektif mengurangi bakteri, serta membantu menghilangkan warna, rasa, bau, besi, dan mangan (Said, 2005).

Pemilihan media filtrasi yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil optimal dalam penyaringan air. Pemilihan media tergantung pada karakteristik air yang disaring dan tujuan penggunaannya. Setiap jenis media filtrasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam menangkap partikel serta menghilangkan zat terlarut. Dengan memvariasikan media yang digunakan, proses penyaringan dapat dioptimalkan dengan menggabungkan kemampuan masing-masing media.

E. Pengolahan Air Limbah Dengan Biofilter

1. Prinsip Pengolahan Air Limbah Sistem Biofilter

Pengolahan air limbah menggunakan sistem biofilter atau biofilm melibatkan memasukkan air limbah ke dalam reaktor yang dilengkapi dengan media berpermukaan besar, di mana biofilm mikrobiologis melekat. Biofilm ini berinteraksi dengan air limbah untuk menguraikan polutan. Proses mikrobiologis dapat bersifat aerob, anaerob, atau gabungan keduanya. Proses aerob terjadi dengan adanya oksigen terlarut, sedangkan anaerob terjadi tanpa oksigen. Mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media mengalirkan air yang mengandung polutan melalui celah media, sehingga bersentuhan langsung dengan lapisan biofilm. Mikroorganisme di biofilm sebagian besar terdiri dari organisme heterotropik dan bakteri fakultatif, mirip dengan yang ditemukan dalam sistem lumpur aktif (Said N.I dan Widayat W., 2019).

Zoogleal film adalah biofilm yang terbentuk di permukaan media, terdiri dari bakteri, fungi, alga, dan protozoa (Bitton, 1994). Menurut (Metcalf dan Eddy 1991), sel bakteri merupakan komponen paling penting dalam pengolahan air limbah, dan struktur sel mikroorganisme lain dapat dianggap serupa. Proses pembentukan biofilm pada air limbah mirip dengan yang terjadi di lingkungan alami, di mana senyawa organik didegradasi oleh mikroorganisme dalam biofilm. Namun, lapisan biofilm yang tebal dapat mengurangi difusi oksigen, menyebabkan kondisi anaerob di lapisan atas biofilm (Metcalf dan Eddy, 1991).

2. Penguraian Senyawa Penghilangan Amonia (NH_3) di Dalam Sistem Biofilter

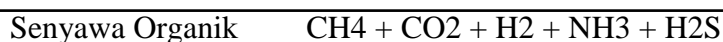
Pada proses biofiltrasi, senyawa amonia (NH_3) diubah menjadi nitrit dan kemudian nitrat. Proses ini terjadi di lapisan luar biofilm yang bersifat aerob, di mana amonia dioksidasi menjadi nitrit. Sebagian nitrit kemudian diubah menjadi gas dinitrogen (N_2O) dan nitrat, dalam proses yang dikenal sebagai nitrifikasi. Seiring waktu, lapisan biofilm menjadi lebih tebal, menghalangi oksigen masuk dan menciptakan zona anaerob. Di zona ini, nitrat diubah kembali menjadi nitrit dan kemudian dilepaskan sebagai gas nitrogen (N_2), dalam proses yang disebut denitrifikasi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi proses nitrifikasi dalam pengolahan air:

- a. Konsentrasi Oksigen Terlarut (*Dissolved Oksigen*)
 - b. Temperatur
 - c. pH
 - d. Rasio Organik dan Total Nitrogen (BOD/T-N)
 - e. Senyawa inhibitor yang bersifat racun
- ## 3. Keunggulan proses biofilter (biofilm)
- a. Pengoperasian mudah
 - b. Lumpur yang dihasilkan sedikit
 - c. Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi

- d. Tahap terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi
- e. Pengaruh penurunan suhu terhadap pengolahan kecil

F. Proses Biofilter Anaerob

Kumpulan mikroorganisme anaerob, terutama bakteri, berperan dalam mengubah senyawa kompleks organik menjadi metan. Terdapat interaksi sinergis antara berbagai kelompok bakteri yang terlibat dalam penguraian limbah. Proses keseluruhan ini dapat dijelaskan melalui serangkaian reaksi yang diuraikan oleh (Polprasert, 1989).



Meskipun beberapa jamur (*fungi*) dan protozoa dapat ditemukan dalam penguraian anaerob, bakteri tetap merupakan mikroorganisme yang paling dominan bekerja didalam proses penguraian anaerob. Sejumlah besar bakteri anaerob dan fakultatif (seperti: *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*) terlibat dalam proses hidrolisis dan fermentasi senyawa organik.

G. Penerapan Pengelolaan Air Limbah RPH

Tabel 2.1
Sumber Air Limbah Berdasarkan Proses Kegiatan di RPH

No	Proses kegiatan di RPH	Sumber Limbah	Penanganan limbah
1.	Penyembelihan	Limbah cair berupa darah	Dibuang disaluran yang menuju IPAL
2.	Pengulitan dan pembersihan bulu	Limbah padat berupa potongan kulit dan bulu Limbah cair berupa hasil pencucian kulit	Kulit dibawa ke ruangan pengawetan, adapun sisa-sisa potongan kecil dikumpulkan untuk selanjutnya dibuang ke tempat akhir

No	Proses kegiatan di RPH	Sumber Limbah	Penanganan limbah
			Limbah cair dibuang ke saluran pembuangan yang menuju ke IPAL
3.	Pengeluaran jeroan dan pencucian isi lambung dan usus	<p>Limbah padat berupa isi rumen, lemak, usus, kotoran hewan maupun sisa pakan</p> <p>Limbah cair berupa sisa darah, ceceran isi rumen dan sisa urine dan air penyiraman ceceran tersebut</p>	<p>Limbah padat berupa isi rumen, kotoran hewan dan sisa pakan ditampung untuk dijadikan pupuk kompos, lemak dan sisa usus yang tidak terpakai dibuang</p> <p>Limbah cair dibuang disaluran pembuangan yang menuju IPAL</p>
4.	Pengkarkasan	<p>Limbah padat berupa sisa ceceran daging, tulang, atau jeroan</p> <p>Limbah cair berupa hasil penyiraman sisa ceceran tersebut</p>	<p>Sisa-sisa potongan kecil daging, tulang atau jeroan dikumpulkan untuk selanjutnya dibuang ke tempat pembuangan akhir</p> <p>Limbah cair dibuang disaluran pembuangan yang menuju ke IPAL</p>
5.	Pemisahan daging dengan tulang	<p>Limbah padat berupa sisa ceceran daging dan tulang</p> <p>Limbah cair berupa hasil penyiraman sisa ceceran tersebut</p>	<p>Sisa-sisa potongan kecil daging dan tulang dikumpulkan untuk selanjutnya dibuang ke tempat pembuangan akhir</p> <p>Limbah cair dibuang disaluran pembuangan yang menuju ke IPAL</p>
6.	Pembersihan ruang pemotongan dan peralatan	Limbah cair berupa darah dan air dari hasil penyiraman sisa-sisa ceceran dari setiap tahapan pelaksanaan pemotongan hewan di RPH	Limbah cair dibuang disaluran pembuangan yang menuju ke IPAL
7.	Pembersihan kandang penampungan	Limbah padat berupa kotoran (<i>feses</i>) dan sisa pakan	Limbah padat berupa kotoran hewan dan sisa pakan ditampung untuk dijadikan pupuk kompos

No	Proses kegiatan di RPH	Sumber Limbah	Penanganan limbah
		Limbah cair berupa urine dan hasil penyiraman sisa kotoran dan sisa pakan tersebut	Limbah cair dibuang disalurkan pembuangan

Sumber data (Herman et al., 2023)

H. Dampak Limbah Cair RPH

Air limbah dapat memiliki dampak besar terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, terutama dalam menyebabkan pencemaran dan munculnya penyakit menular. Pencemaran yang dihasilkan oleh air limbah dapat mempengaruhi terhadap kesehatan diantaranya sebagai berikut:

1. Pencemaran Akibat Air Limbah

a. Pencemaran Mikroorganisme Dalam Air

Air sering tercemar oleh kuman penyebab penyakit, termasuk bakteri, virus, protozoa, dan parasit. Keberadaan kuman ini biasanya berasal dari buangan limbah rumah tangga, industri peternakan, rumah sakit, dan pertanian. Pencemaran air oleh kuman penyakit ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit pada individu yang terinfeksi.

b. Pencemaran Limbah Organik Menyebabkan Kurangnya Oksigen Terlarut

Kandungan bahan organik dalam air limbah akan terdegradasi dan terdekomposisi oleh bakteri aerob yang menggunakan oksigen. Seiring berjalannya waktu, oksigen terlarut dalam air akan berkurang. Akibatnya, hanya spesies organisme tertentu yang dapat bertahan hidup di lingkungan tersebut.

c. Pencemaran Air Sungai dan Kebutuhan Oksigen Terlarut

Sungai di seluruh dunia menerima aliran sedimen dari berbagai sumber, termasuk buangan industri, limbah rumah tangga, dan air permukaan dari daerah urban dan pertanian hampir setiap hari. Arus aliran air dapat mempercepat proses degradasi limbah yang memerlukan oksigen, sehingga sungai yang tercemar dapat kembali normal selama tidak terjadi banjir. Namun, pada sungai dengan arus yang lambat, proses degradasi dan non-degradasi tidak efektif dalam menghilangkan pencemaran oleh limbah (Yuni, 2012).

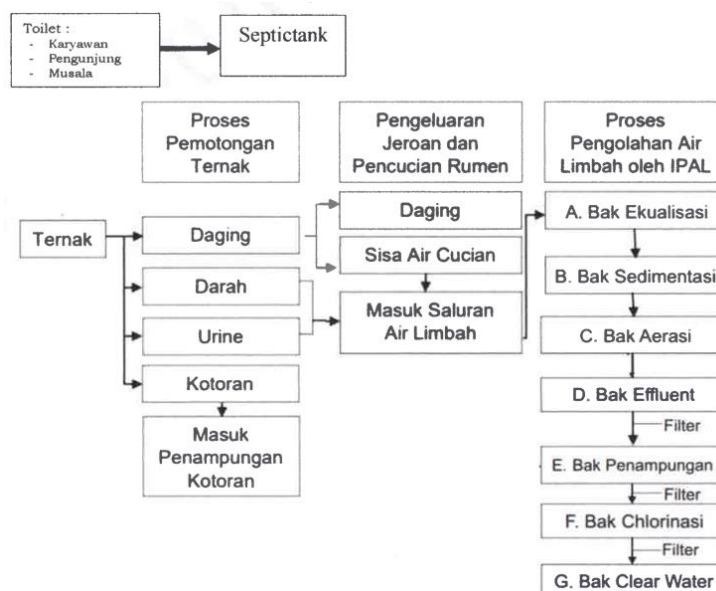
2. Pengaruh Air Limbah Terhadap Kesehatan dan Penyakit

Penyakit yang ditimbulkan oleh air limbah Banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah sehingga air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia. Air limbah ini ada yang berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis *infektiosa* serta *schistosomiasis*. Selain sebagai pembawa penyakit didalam air limbah itu sendiri banyak terdapat bakteri patogen penyebab penyakit seperti virus, *Vibrio Kolera*, *Salmonella typhosa* a dan *Salmoella typhosa* b, *Salmonella* Spp, *Shigella* Spp, *Basillus antraksis*, *Brusella* Spp, *Mikrobakterium tuberkulosa*, *Leptospira*, *Entamoba histolika*, *Skhistosomiasis* Spp, *Taenia* Spp, *Askaris* Spp dan *Enterobius* Spp (Yuni, 2012).

I. Instalasi Pengolahan Air Limbah RPH

1. Proses Pengolahan Air Limbah

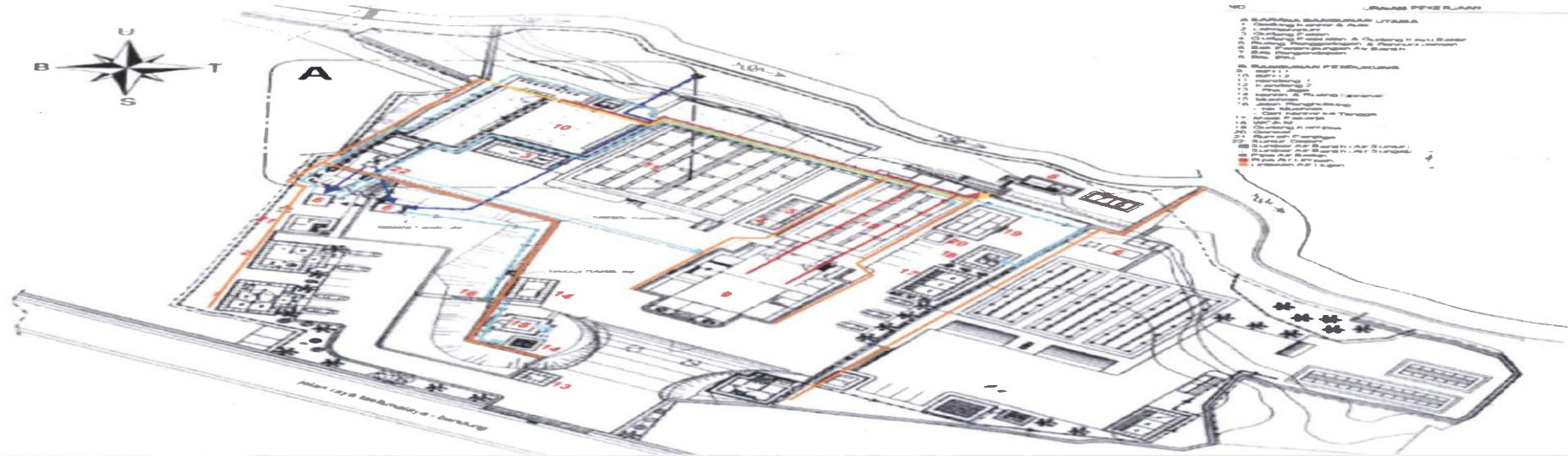
- a. Air limbah dari kegiatan UPTD Rumah Potong Hewan dan Pasar Hewan Kota Tasikmalaya diolah pada IPAL dengan sistem *Extended Aeration*.
- b. Air limbah (*black water* dan *grey water*) dari kegiatan domestik karyawan dialirkan melalui pipa yang ditampung dalam *septic tank* yang ketika penuh akan diangkat oleh pihak ketiga berizin.
- c. Air limbah dari proses utama kegiatan selanjutnya diolah dengan unit pengolahan meliputi Bak Effluent/Ekualisasi, Bak Sedimentasi 2, Bak Klonarinasasi, *Clear Water Tank*.
- d. Berikut alur pengolahan air limbah UPTD Rumah Potong Hewan dan Pasar Hewan Kota Tasikmalaya.



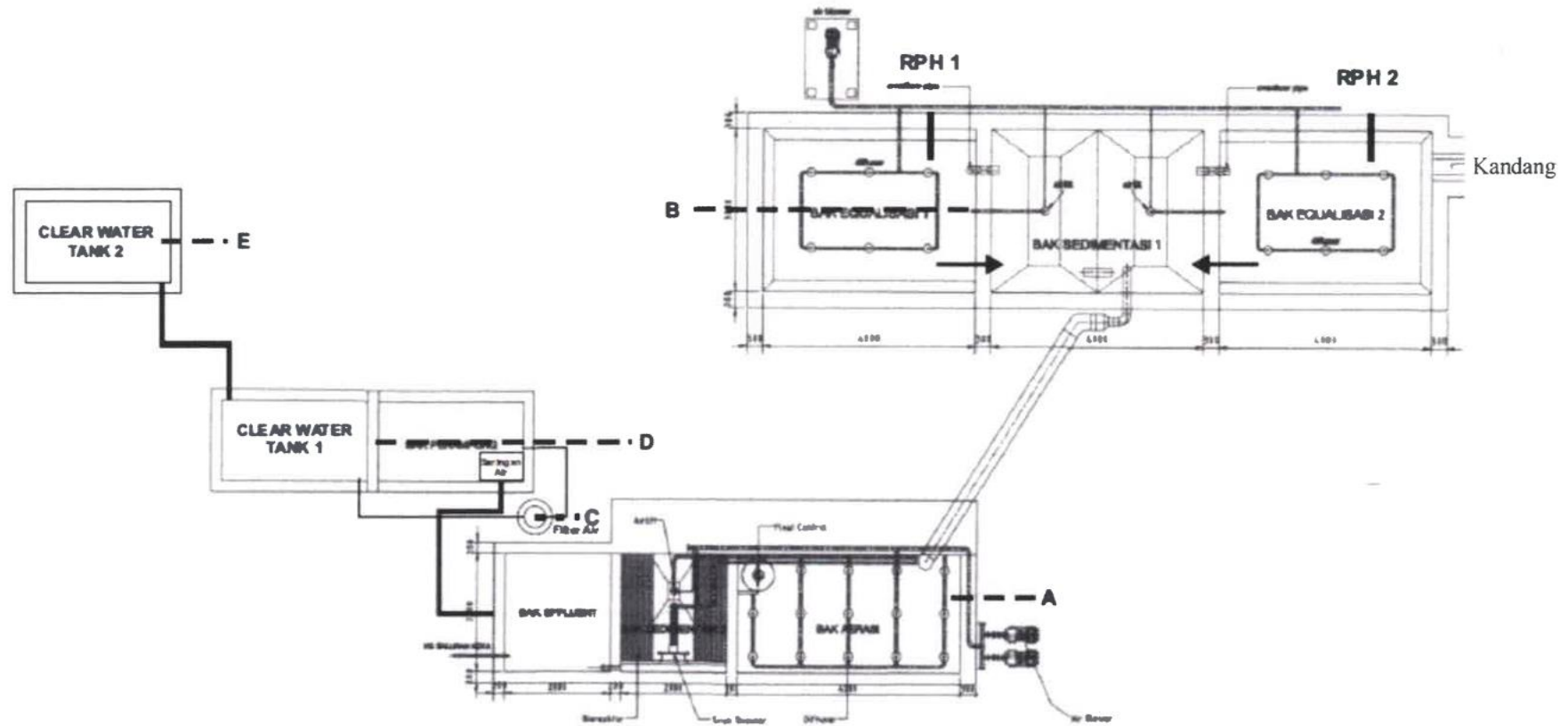
Gambar 2.1

Diagram Alir Pengolahan Air Limbah

Sumber: Penelitian UPTD RPH Kota Tasikmalaya 2024



Gambar 2.2
Layout Unit Kegiatan, IPAL dan Jalur Perpipaan
Sumber: Penelitian UPTD RPH Kota Tasikmalaya 2024



Gambar 2.3
 Layout IPAL UPTD Rumah Potong Hewan dan Pasar Hewan Kota Tasikmalaya
 Sumber: Penelitian UPTD RPH Kota Tasikmalaya 2024

2. Mekanisme Pemanfaatan Air Limbah
 - a. Air hasil pengolahan IPAL dilakukan proses lanjutan menggunakan sand filter dan karbon filter yang selanjutnya dimanfaatkan untuk penyiraman lahan/tanaman secara manual menggunakan selang.
3. Pengelolaan Lumpur Dan/Atau Gas Yang Dihasilkan
 - a. Lumpur hasil pengolahan berasal dari septic tank dan unit sedimentasi.
 - b. Lumpur hasil pengolahan septic tank dilakukan penyedotan oleh pihak ketiga 1 (satu) tahun sekali.
 - c. Lumpur dari unit sedimentasi akan dikuras secara periodik dan akan digunakan sebagai pupuk untuk tanaman di area kegiatan.

J. Parameter Air Limbah RPH

Parameter ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 6989 yang diadaptasi dari *American Public Health Association* (APHA) dan *American Material Testing Methods* (ASTM). Parameter di bawah ini telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair, yang meliputi:

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Pemeriksaan BOD dalam limbah adalah proses untuk mengukur reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen yang dilakukan oleh bakteri. BOD dinyatakan dalam ppm atau mg/L dan menunjukkan kadar oksigen yang diperlukan untuk mengurai bahan organik. Semakin tinggi tingkat BOD, semakin besar pengurangan kadar oksigen dalam air. Hasil tes BOD digunakan untuk menentukan kebutuhan oksigen untuk stabilisasi biologis,

ukuran fasilitas pengolahan, efisiensi proses pengolahan, dan kesesuaian dengan standar kualitas limbah cair yang diizinkan (Andika et al., 2020).



Gambar 2.4

A. Alat ukur BOD Sensor dan B Inkubator khusus BOD

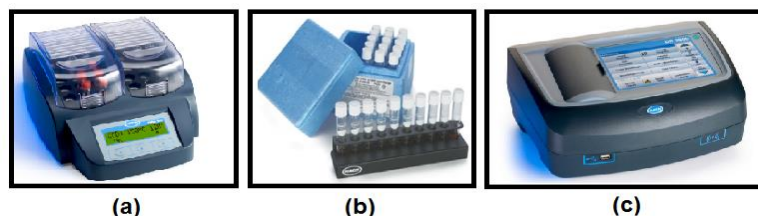
Sumber: Saka (2015)

2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah parameter penting dalam menilai kualitas air limbah, setelah pH. Pengukurannya terdiri dari dua tahap: destruksi dan analisis. Pada tahap destruksi, sampel dipanaskan pada suhu 150°C selama 120 menit. Setelah itu, analisis dapat dilakukan melalui teknik titrasi atau fotometri. Sebelum analisis, sampel hasil destruksi harus didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Pada alat spektrofotometer, COD diukur pada panjang gelombang 420 nm untuk konsentrasi rendah dan 620 nm untuk konsentrasi tinggi.

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air melalui reaksi kimia. Nilai COD digunakan sebagai parameter untuk mendeteksi tingkat pencemaran air; semakin tinggi nilai COD, semakin buruk kualitas air tersebut (Andara et al., 2014). Analisis kimia pengujian COD membantu mengetahui tingkat polutan dalam air limbah dan dapat juga digunakan

untuk mengukur senyawa organik yang tidak dapat dipecah secara biologis (Basri et al., 2016).



Gambar 2.5

Kebutuhan Uji COD secara Spektrofotometri (a) Reaktor, (b) reagen COD dan (c) Spektrofotometer

Sumber: Saka (2015)

3. *Total Suspended Solid (TSS)*

Padatan tersuspensi adalah partikel yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap dengan cepat. Partikel ini termasuk tanah liat, bahan organik, dan sel-sel mikroorganisme, dengan ukuran dan berat yang lebih kecil dibandingkan sedimen. Sumber oksigen dalam perairan berasal dari partikel tersuspensi, yang terdiri dari komponen biotik seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, dan fungi, serta komponen abiotik seperti detritus dan partikel anorganik.



Gambar 2.6

Alat TSS Portable

Sumber: Saka (2015)

4. Lemak dan Minyak (*Oil and Grease*)

Minyak dan lemak dalam air limbah, yang dikenal sebagai *Oil and Grease*, adalah kumpulan senyawa yang menutupi material terlarut dalam

air limbah. Parameter ini dianggap berbahaya bagi kehidupan akuatik dan manusia, sehingga termasuk dalam baku mutu limbah. Kandungannya terdiri dari senyawa lipid, ester, alkohol, dan senyawa volatil lainnya (Burton dan Kerri E., 2015). Senyawa ini tidak larut dalam air dan biasanya memiliki massa jenis lebih ringan, sehingga mengapung di permukaan. Kekurangan oksigen di perairan dapat menyebabkan kematian biota air, terutama ketika minyak membentuk lapisan yang menutupi permukaan air, menghalangi cahaya matahari. Minyak dan lemak sering terdapat dalam bentuk tetesan kecil yang mengandung senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik yang toksik bagi makhluk hidup. Menurut *American Public Health Association* (APHA) 5520, metode ekstraksi-gravimetri lebih disarankan karena lebih mudah diterapkan dibandingkan metode lainnya.



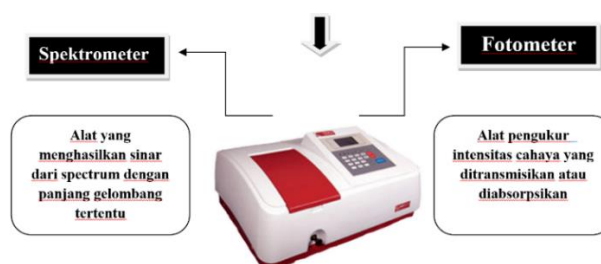
Gambar 2.7
Alat Ekstraksi Metode Randall
Sumber: Saka (2015)

5. Amonia (NH_3)

Amonia (NH_3) adalah senyawa kimia yang berbentuk gas tidak berwarna dan mudah larut dalam air, membentuk larutan amonium hidroksida. Amonia (NH_3) memiliki bau yang kuat dan dapat mempengaruhi karakteristik fisik air, serta berdampak negatif pada ekosistem perairan. Kandungan amonia yang tinggi sering kali berasal dari

dekomposisi protein, menandakan adanya pencemaran dari sumber organik kaya protein (Reno, 2020).

Pengukuran nilai amonia dapat dilakukan dengan metode spektrofotometri, menggunakan teknik seperti metode fenat, Nessler, atau salisilat. Ketiga metode ini disarankan oleh standar seperti SNI, USEPA, dan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Meskipun menggunakan reagen yang berbeda, ketiganya mengukur persentase cahaya yang terserap oleh senyawa kompleks yang terbentuk. Panjang gelombang untuk metode fenat adalah 640 nm, sementara untuk Nessler dan salisilat masing-masing adalah 425 nm dan 655 nm.



Gambar 2.8
Alat Spektrofotometri Uv-Vis
Sumber: Saka (2015)

6. Derajat Keasaman (pH)

Power of Hydrogen (pH) atau derajat keasaman adalah parameter utama yang perlu dianalisis dalam sampel air limbah. Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan larutan serta dapat mengindikasikan zat-zat kontaminan dalam air. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter Mettler Toledo. Prosedur dimulai dengan menyalakan alat dan melakukan kalibrasi menggunakan larutan pH 4 dan pH 7. Setelah kalibrasi, pH meter

dicelupkan ke dalam sampel cair dan ditunggu hingga nilai pada layar stabil.

Kemudian, nilai pH dicatat (Afwa et al., 2021).



Gambar 2.9
Alat Ph meter Mettler Toledo
Sumber: Saka (2015)

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Rumah Potong Hewan

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
Minyak dan Lemak	mg/L	15
NH ₃ -N	mg/L	25
pH	mg/L	6 - 9
Volume air limbah [paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5m ³ /ekor/hari		
Volume air limbah [paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15m ³ /ekor/hari		
Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m ³ /ekor/hari		

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No 5 Tahun 2014
Tentang Baku Mutu Air Limbah

K. *Bioball*



Gambar 2.10
Bioball
Sumber: Nagajaya123

1. Biofilter *Bioball*

Dalam pengolahan limbah, *bioball* merupakan salah satu bentuk media biofilter, di mana mikroorganisme membentuk biofilm di permukaan media. Biofilm adalah lapisan mikroorganisme yang menempel pada permukaan material dan berfungsi untuk menguraikan kontaminan dalam air limbah, seperti amonia. Menurut Metcalf & Eddy (2014) menjelaskan bahwa media biofilter yang berpori atau berongga, seperti *bioball*, menyediakan lingkungan yang ideal untuk pembentukan biofilm. Mikroorganisme ini memanfaatkan nutrisi (amonia) dari air limbah dan menguraikannya menjadi senyawa yang lebih tidak berbahaya melalui reaksi kimia biologis.

Bioball terbuat dari media plastik yang berfungsi sebagai tempat bagi bakteri nitrifikasi untuk mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat. Biasanya, *bioball* ditempatkan setelah filter mekanis dalam sistem filtrasi (Papilon M.U dan Efendi M., 2017). Dengan menggunakan *bioball*, media biofilter dapat membentuk biofilm, yang membantu pertumbuhan populasi mikroorganisme dan menyediakan tempat nutrisi (Pramita et al., 2020). Bakteri nitrifikasi seperti *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. tumbuh pada *bioball*, mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrit menjadi nitrat (O-fish, 2012). Dengan demikian, *bioball* berfungsi sebagai filter biologis yang membantu meningkatkan kualitas air dengan menghilangkan amonia, serta memiliki tujuan penting dalam proses pengolahan air limbah, seperti:

a. Sebagai Filtrasi Biologis

Filter *bioball* adalah jenis filter biologis yang memanfaatkan mikroorganisme, terutama bakteri nitrifikasi, untuk menghilangkan zat berbahaya dari air. Bakteri yang terdapat pada *bioball* berfungsi secara aktif untuk mengubah zat beracun menjadi zat yang lebih aman, sehingga meningkatkan kualitas air.

b. Menguraikan Amonia Pada Air

Filter *bioball* memiliki fungsi utama untuk menguraikan amonia, zat beracun yang dihasilkan oleh organisme, melalui proses oksidasi. Dengan metode filtrasi *bioball*, amonia diubah menjadi bentuk yang lebih aman, sehingga meningkatkan kualitas perairan.

Kinerja proses biofiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti karakteristik media filter, Waktu Kontak Hidrolik (WTH), dan mode operasi (*upflow* atau *downflow*). Media biofilter harus memenuhi kriteria berikut:

- 1) Permukaan yang mendukung pertumbuhan biomassa.
- 2) Luas permukaan yang besar untuk meningkatkan pertumbuhan.
- 3) Tekstur permukaan yang baik untuk menahan biomassa dari gaya geser.

Salah satu media filter yang efektif adalah PVC, karena memiliki struktur dan sifat fisikokimia yang stabil, ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme.

2. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan eksperimen ini terdiri dari tiga tahap: persiapan, aklimatisasi, dan pengujian Waktu Tinggal Hidrolik (WTH) (*Empty Bed Retention*

Time/EBRT). *Bioball* dipilih karena stabil secara fisik, kimia, dan biologis, dengan luas spesifik sekitar $225 \text{ m}^2/\text{m}^3$ (Said, 2005).

Pengujian pengaruh Waktu Tinggal Hidrolik (WTH) bertujuan untuk mengetahui dampak waktu kontak air dengan media filter terhadap penurunan polutan dan kualitas efluen. Pengujian dilakukan pada Waktu Tinggal Hidrolik (WTH) 1, 2, 3, dan 4 jam, dengan pengambilan sampel air sebanyak tiga kali dalam periode 23 jam. Kinerja proses dievaluasi berdasarkan parameter TSS, kekeruhan, warna, amonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-), dan COD (Shareefdeen et al., 2011).

3. Penyisihan Amonium dan Nitrat

Amonia (NH_3) dalam air dapat membentuk kesetimbangan dengan senyawa amonium (NH_4^+), dimana amonium lebih dominan pada suhu dan pH normal. Dalam sistem pengolahan air yang menggunakan filtrasi biologis, amonium berfungsi sebagai sumber nitrogen bagi mikroorganisme untuk membentuk sel baru. Proses ini, yang dikenal sebagai nitrifikasi, terjadi ketika amonium memasuki lapisan aerob biofilm dan dioksidasi menjadi nitrit, lalu menjadi nitrat (NO_3^-).

Dengan waktu pengoperasian 1 hingga 4 jam, reaktor biofiltrasi dapat mengurangi kadar amonia sebesar 25-50% pada operasi *downflow*. Efisiensi pengurangan amonia (NH_3) meningkat seiring bertambahnya waktu tinggal reaktor, karena semakin lama waktu kontak antara air baku dan biomassa biofilm, semakin banyak amonia yang teroksidasi (Suprihatin dan Yani M., 2021).

4. Faktor Efektivitas *Bioball*

Menurut Metcalf & Eddy (2003), efektivitas media biofilter seperti *bioball* dalam menghilangkan amonia dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- a. Luas Permukaan Spesifik: Sesuai ukuran dari total area permukaan media biofilter per unit volume. Bervariasi tergantung pada desain spesifik *bioball* (misalnya, ukuran, bentuk, dan bahan pembuatan). Semakin besar luas permukaan, semakin banyak mikroorganisme yang bisa hidup dan berkembang biak di media tersebut yang memungkinkan untuk tumbuh dan berfungsi menguraikan amonia (NH_3).
- b. Waktu Tinggal Hidrolik (*Hydraulic Retention Time/HRT*): Waktu tinggal yang lebih lama memberikan kesempatan bagi air limbah untuk bersentuhan lebih lama dengan mikroorganisme, sehingga meningkatkan efektivitas penguraian amonia.
- c. Suhu: Aktivitas nitrifikasi optimal terjadi pada suhu antara 15-30°C. Suhu di luar rentang ini dapat menghambat fungsi bakteri nitrifikasi, sehingga mengurangi efektivitas penghilangan amonia.

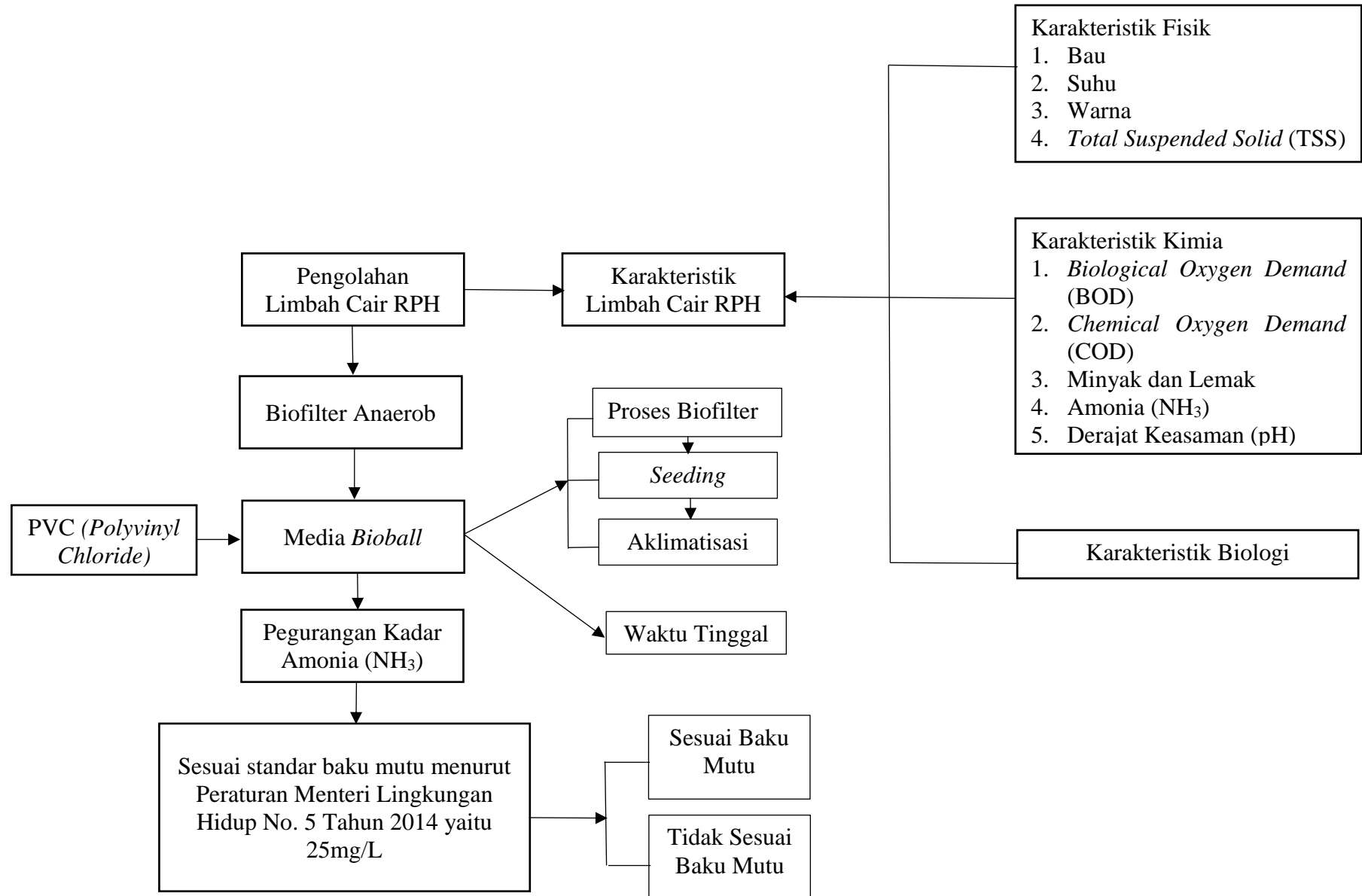
5. Keuntungan Penggunaan *Bioball* dalam Sistem Pengolahan

Menurut Metcalf & Eddy (2003), biofilter seperti *bioball* memiliki beberapa keuntungan dalam sistem pengolahan air limbah:

- a. Perawatan yang Mudah: Desain *bioball* yang berongga dan bebas dari komponen rapuh membuatnya tidak mudah tersumbat, sehingga memerlukan perawatan minimal.

- b. Kapasitas Pengolahan yang Tinggi: *Bioball* menyediakan luas permukaan yang besar untuk pertumbuhan biofilm, mendukung pengolahan limbah dengan kapasitas tinggi dalam waktu tinggal yang relatif singkat.
- c. Meningkatkan Proses Nitrifikasi: Dengan memaksimalkan kontak antara air limbah dan bakteri nitrifikasi yang ada di biofilm, *bioball* efektif dalam mengurangi konsentrasi amonia dalam air limbah.

L. Kerangka Teori



Gambar 2.11
Kerangka Teori

Modifikasi dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, Rahayu D., (2019), Ginting, (2010), (Said, 2005).