

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumah Pemotongan Hewan (RPH)

1. Definisi RPH

Rumah Pemotongan Hewan (RPH) adalah suatu bangunan atau kompleks bangunan dengan desain dan konstruksi khusus yang memenuhi persyaratan teknis dan higienis tertentu serta digunakan sebagai tempat pemotongan hewan (PERMENLH RI, 2006). Pada industri peternakan, khususnya pada ternak penghasil daging keberadaan RPH menjadi sangat penting dikarenakan seluruh produk yang dihasilkan dari seekor ternak pedaging harus keluar melalui RPH (Nuraini, 2020).

RPH adalah suatu bangunan atau kompleks bangunan dengan desain dan syarat tertentu yang digunakan sebagai tempat memotong hewan bagi konsumsi masyarakat umum. Lokasi RPH harus memenuhi persyaratan yaitu tidak menimbulkan gangguan dan pencemaran lingkungan serta mempunyai akses air bersih yang cukup untuk pelaksanaan pemotongan hewan, pembersihan serta desinfeksi. RPH memiliki beberapa fungsi diantaranya sebagai sarana pelayanan masyarakat dalam usaha penyediaan daging yang sehat dan bermutu baik, alat untuk memantau kemungkinan terjadi kasus penyakit hewan

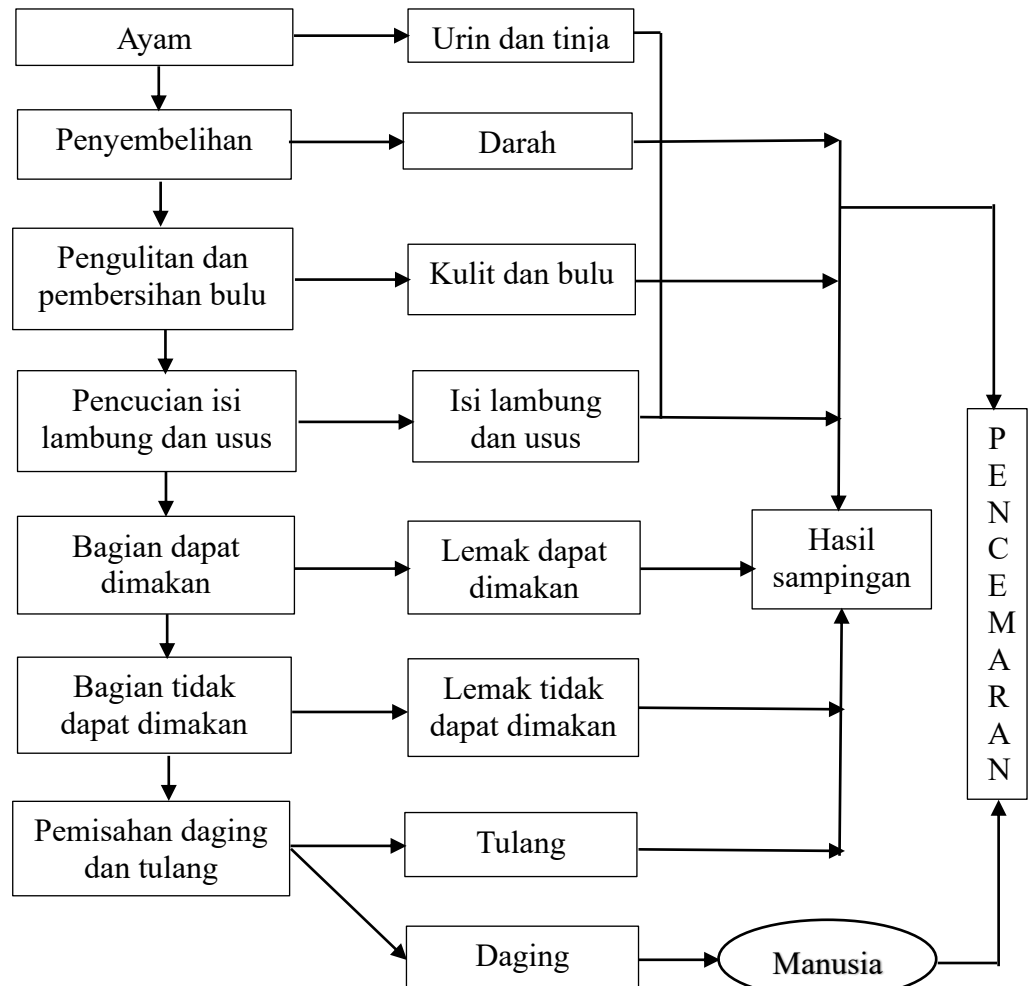
menular dan sebagai sumber pendapatan daerah melalui distribusi dan biaya potong hewan (PERMENTAN RI, 2010).

2. Kegiatan RPH

Usaha dan/atau kegiatan RPH meliputi penerimaan dan penampungan hewan, pemeriksaan sebelum pemotongan (*ante-mortem*), penyembelihan, pengulitan, pengeluaran jeroan, pemeriksaan sesudah pemotongan (*post-mortem*), pembelahan karkas, dan/atau pembersihan karkas serta air sisa perendaman (PERMENLH RI, 2006). Pemeriksaan *ante-mortem* dilakukan untuk mengidentifikasi dan mencegah penyembelihan ternak yang terserang penyakit terutama yang dapat menular pada manusia yang mengonsumsinya. Pemeriksaan *post-mortem* dilakukan untuk memastikan kelayakan daging yang dihasilkan aman dan layak diedarkan untuk dikonsumsi masyarakat. Selain itu, kegiatan ini dilakukan untuk melindungi konsumen dari penyakit yang dapat ditimbulkan karena konsumsi daging atau karkas yang tidak sehat serta melindungi konsumen dari pemalsuan daging (D.A. Anggraini et al, 2021).

Kegiatan RPH menghasilkan limbah dalam volume besar dari proses pemotongan dan pembersihan hewan potong untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Dalam proses kegiatannya terdapat produk sampingan berupa limbah, baik limbah cair, padat maupun gas (E. Dwi, 2018). Menurut Ensminger dalam (Sianipar, 2016), kegiatan

RPH meliputi penyembelihan hewan serta pemotongan bagian-bagian tubuh hewan.



Gambar 2.1 Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan (RPH)
Sumber: Ensminger dalam (Sianipar, 2019)

Dari gambar 2.1, dapat diketahui alur kegiatan yang dilakukan RPH. Kegiatan yang dilakukan sebelum pemotongan yaitu pemeliharaan ayam seperti pemberian makan, minum dan pembersihan kandang, kemudian dilakukan proses penyembelihan ayam. Ayam yang telah disembelih kemudian dikuliti dan dibersihkan bulunya. Setelah selesai dikuliti, dilakukan proses pengeluaran sekaligus pencucian isi lambung

dan usus. Pada pengeluaran isi lambung ada bagian yang dapat dimakan dan bagian tidak dapat dimakan. Tahap terakhir dilanjut dengan pemisahan daging dari tulang.

3. Limbah RPH

Air limbah (*wastewater*) merupakan kotoran yang dihasilkan dari proses pengolahan kegiatan masyarakat, rumah tangga dan/atau industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2015). Air limbah RPH adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan RPH yang berwujud cair (PERMEN LH, 2006).

Limbah peternakan meliputi semua kotoran yang dihasilkan dari suatu kegiatan usaha peternakan baik berupa limbah padat, cair dan gas (PERMENTAN, 2010). Limbah RPH dimasukkan dalam kategori air limbah industri yang diperkirakan mempunyai potensi menimbulkan dampak terhadap pencemaran lingkungan (Perda Jateng, 2014). Adapun jenis-jenis limbah RPH terdiri dari:

a. Limbah Padat

Limbah padat adalah semua limbah yang berbentuk padatan. Contohnya: kotoran hewan (feses), isi rumen, kulit, bulu dan tulang hasil dari proses pemotongan hewan. Kotoran hewan merupakan limbah yang paling banyak ditimbulkan dari kegiatan pengumpulan (*stocking*) hewan sebelum dipotong. Bulu merupakan limbah padat

yang berasal dari tempat (mesin) pencabutan bulu (Widya *et al*, 2018:58).

Kotoran hewan dan isi rumen yang tidak mengalami penampungan akibat dari proses dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen menjadi penyebab adanya kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ di dalam air limbah RPH. Sisa lemak yang terbang pada saat membersihkan bagian dalam rumen menjadi penyebab meningkatnya kadar minyak dan lemak (Aini *et al*, 2017).

Studi terbaru yang dilakukan oleh Meiramkulova *et al*, berhasil mengidentifikasi beberapa mikroba patogen (*Escherichia coli*, *Salmonella coliphage*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterococcus faecium*) yang terdapat pada sampel air limbah RPH (Nurcholis, 2018). Sebagian besar kontaminasi berasal dari darah hewan, mukus dari perut dan organ pencernaan (Bustillo-lecompte, 2015). Tingginya konsentrasi polutan dalam air limbah dapat berpengaruh menurunkan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) dalam badan air dimana limbah tersebut dibuang, kemudian menyebabkan pencemaran lingkungan (Liu, 2019).

Cara-cara pemisahan dan pembuangan isi rumen akan mempengaruhi beban limbah. Bahan-bahan isi rumen memiliki kandungan air $\pm 88\%$, rata-rata COD 177.300 mg/L dan BOD₅ 50.200 mg/L. Padatan isi rumen mengandung beban polusi terbesar,

rata-rata $\pm 73\%$ COD dan 40% BOD. Isi rumen dan usus akan meningkatkan jumlah padatan (Sanjaya *et al*, 2006).

b. Limbah Cair

Limbah cair adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair (UU RI, 2019). Limbah cair dari kegiatan RPH sebagian besar berasal dari air pembersih ruang potong, air pembersih intestinal dan pembersihan kandang ternak (Padmono, 2015). Limbah cair RPH memiliki konsentrasi zat organik yang relatif tinggi sehingga termasuk dalam kategori limbah industri (Farahdiba, 2019).

Limbah organik yang dihasilkan dari kegiatan RPH berupa darah, sisa lemak, tinja, isi rumen, dan usus dengan kandungan protein, lemak dan karbohidrat yang cukup tinggi (Sianipar, 2016). Berdasarkan hasil penelitian Syahrurachman dalam (Aini *et al* (2017), terdapat bakteri *E. coli* dan *Salmonella* pada limbah cair RPH yang mempunyai patogenitas untuk menimbulkan diare, demam tifoid dan bakteremia.

Kandungan limbah cair RPH berupa bahan organik, padatan tersuspensi, serta bahan koloid seperti lemak, protein, dan selulosa dengan konsentrasi tinggi sehingga limbah cair RPH termasuk dalam kategori limbah cair kompleks (Budiyono *et al*, 2017). Darah merupakan limbah cair terbesar yang dihasilkan dari kegiatan RPH. Darah dapat meningkatkan kadar *Biochemical Oxygen Demand*

(BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Selain itu, pencucian karkas juga dapat meningkatkan kadar BOD (Sianipar, 2016).

Limbah isi rumen, kotoran hewan, sisa lemak dan darah dalam limbah cair dapat meningkatkan kadar TSS (Aini *et al*, 2017). TSS sangat dipengaruhi oleh bahan anorganik seperti lumpur, partikel tanah dan bahan organik seperti sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati, *fitoplankton*, *zooplankton*, jamur/fungi dan bakteri (Widya *et al*, 2018:57). Beban limbah cair total pada industri RPH dapat diturunkan dengan pemisahan bahan isi rumen dari sumbernya dikombinasi dengan penanganan limbah padat dan pembuangannya (Jenie dan Rahayu, 2013:23).

c. Limbah Gas

Limbah gas adalah semua limbah berbentuk gas (Yuriski, 2018). Contohnya: H_2S , NH_3 , CO_2 , CH_4 . Proses pembusukan di dalam air dapat mengakibatkan kandungan NH_3 dan H_2S diatas baku mutu kualitas air, sehingga kedua gas tersebut menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau busuk ini muncul karena ada proses pembusukan bahan organik oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut, sehingga bakteri membutuhkan oksigen dalam jumlah yang cukup banyak untuk mendegradasi bahan buangan organik (Sulistiyorini *et al*, 2014:71).

Selain menimbulkan gas berbau busuk, adanya pemanfaatan oksigen terlarut yang berlebihan dapat mengakibatkan kekurangan oksigen bagi biota air (Roihatin dan Rizqi, 2019). Aktifnya bakteri-bakteri dapat menguraikan bahan-bahan organik bersamaan dengan habisnya oksigen terkonsumsi. Oksigen terkonsumsi yang habis menyebabkan biota lain yang membutuhkan oksigen kekurangan oksigen dan biota tersebut tidak dapat hidup (Ginting, 2010). Kotoran isi rumen dan feses yang tidak mengalami penampungan akibat dari proses dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen menjadi penyebab adanya kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ di dalam air limbah RPH (Widya et al, 2018:58).

4. Karakteristik Limbah RPH

Parameter air limbah yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pematangan Hewan meliputi:

a. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme untuk menguraikan zat organik yang terdapat dalam air limbah (Alaerts dan Santika, 2014). Kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) semua zat-zat organik yang terlarut maupun tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana (Ginting, 2010:51). BOD sendiri

merupakan parameter pengujian yang digunakan untuk mengetahui baku mutu air limbah industri dengan menentukan tingkat pencemaran air buangan industri tersebut (Wardani dan Suwardari, 2021:19).

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri. Penguraian zat organik merupakan suatu peristiwa alamiah (Devi, 2019). Apabila air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi. Keadaan tersebut dapat mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Suhartini, 2019). Beberapa zat organik maupun anorganik yang dapat bersifat racun seperti sianida, tembaga, dan sebagainya harus dikurangi sampai batas yang digunakan (Alaerts dan Santika, 2014).

Besarnya kadar BOD menunjukkan besarnya derajat kotor tidaknya suatu air limbah. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak juga kandungan bahan-bahan organik di dalamnya (Asmadi dan Suharno, 2012:12). Nilai BOD dipengaruhi oleh suhu, cahaya, matahari, pertumbuhan biologis, gerakan air dan kadar oksigen (Ardelia, 2019).

Terdapat pembatasan BOD yang penting sebagai petunjuk dari pencemaran organik. Apabila ion logam yang beracun terdapat dalam sampel, maka aktivitas bakteri akan terhambat sehingga nilai

BOD menjadi lebih rendah dari yang seharusnya (Mahida, 2011). Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses pemurnian air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah akan terhambat, sehingga air limbah menjadi sulit terurai (Pambudhy, 2021).

Berkurangnya oksigen selama biooksidasi sebenarnya selain digunakan untuk oksidasi bahan organik, digunakan juga dalam proses sintesa sel serta oksidasi sel dari mikroorganisme. Uji BOD tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak zat organik, maka semakin tinggi kadar BOD didalamnya (Wardani dan Suwardari, 2021:22).

Selama pemeriksaan BOD, sampel yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga agar oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar ± 9 ppm pada suhu 20°C (Sawyer & Mc Carty, 1978).

Penguraian bahan organik secara biologis di alam, melibatkan bermacam-macam organisme dan menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O)

(Suhartini, 2021). Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktivitas biologis dengan kecepatan reaksi yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu. Selama pemeriksaan BOD, suhu harus diusahakan konstan pada 20°C yang merupakan suhu umum di alam (Ardelia, 2021:22).

Waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sampai bahan organik terurai menjadi CO₂ dan H₂O tidak terbatas. Biasanya berlangsung selama 5 hari dengan anggapan bahwa selama waktu tersebut persentase reaksi cukup besar dari total BOD. Penentuan waktu inkubasi BOD dilakukan selama 5 hari karena lamanya waktu inkubasi tersebut dapat mengurangi kemungkinan hasil oksidasi amonia (NH₃) yang cukup tinggi (Devi, 2021). Amonia sebagai hasil sampingan dapat dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat, sehingga dapat mempengaruhi hasil penentuan BOD (Lailatul, 2010).

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut, sehingga akan mengakibatkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian dapat disebabkan oleh adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada hewan dan tumbuhan air (Benefield, D.L, 2012).

Nilai BOD yang semakin besar berakibat pada semakin sulitnya biota air yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup (Ginting, 2010:52). Kadar BOD yang tinggi dalam air biasanya ditandai dengan kandungan mikroorganisme yang tinggi. Mikroorganisme yang biasanya terkandung di dalamnya seperti bakteri kelompok *Coliform*, *Escherichia coli* dan *Streptococcus faecalis* (Naillah, 2021: 487-494).

Bakteri *E. coli* jika masuk ke dalam saluran pencernaan dalam jumlah yang banyak dapat membahayakan kesehatan, seperti mengalami gangguan pencernaan yaitu diare. Selain itu, infeksi bakteri jenis *Streptococcus* dan *Staphylococcus* sering kali masuk ke pori-pori kulit pada lapisan kulit terluar (epidermis). Hal tersebut dapat menyebabkan kejadian iritasi kulit akibat kontak langsung dengan air yang tercemar (Rachmawati, 2019).

b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganik dan organik secara kimia (Asmadi dan Suharno, 2012:11). COD merupakan bentuk lain pengukuran terhadap kebutuhan oksigen dalam air limbah. Pengukuran ini menekankan pada kebutuhan oksigen secara kimia, dimana senyawa-senyawa yang diukur merupakan bahan-bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia (Naillah et al, 2021).

COD berasal dari hasil buangan kegiatan industri yang sering digunakan sebagai ukuran bagi polutan dalam air limbah untuk menilai kekuatan pembuangan air limbah Industri tersebut (Fadzry, 2020:80-89). Keberadaan COD di lingkungan akan memberikan dampak pada manusia dan lingkungan. Banyak biota air yang mati dikarenakan konsentrasi oksigen terlarut dalam air terlalu sedikit dan semakin sulitnya mendapatkan air yang memenuhi baku mutu yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Ardelia, 2021:10).

COD memiliki dampak pada kesehatan manusia yaitu apabila konsentrasi COD yang tinggi dalam badan air, menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi yang telah ditumbuhi bakteri-bakteri patogen beserta hasil metabolismenya. Keadaan tersebut dapat menimbulkan bau menyengat dan dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia maupun hewan yang ada di sekitar perairan tersebut (Fardiaz, 2012). Kebanyakan penyakit yang muncul akibat tingginya konsentrasi COD yaitu berasal dari penyakit saluran pencernaan seperti kolera, disentri, demam tifoid (tifus), dan lainnya (Ady, 2019).

Dampak COD pada lingkungan timbul apabila konsentrasi COD tinggi yang dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam badan air menjadi rendah, bahkan habis. Faktor ini dapat mengakibatkan oksigen yang menjadi sumber kehidupan bagi

mahluk hidup yang berada dalam air tidak dapat terpenuhi. Biota air tersebut bisa terancam mati dan tidak dapat berkembang biak dengan baik (Boyles, 1997).

Tujuan dari pengujian COD adalah untuk penentuan beban cemaran dan besarnya kebutuhan oksigen total yang akan mengoksidasi bahan organik dalam limbah menjadi CO₂ dan H₂O (Pamungkas, 2016). Uji COD merupakan suatu cara untuk mengetahui jumlah bahan organik yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan (Fardiaz, 2015).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi yang dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Alaerts dan Santika, 2014). Air dengan kadar COD yang tinggi dapat mengurangi tingkat oksigen terlarut sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik (Sutamihardja dan Husin, 1983).

Pencemaran air oleh zat anorganik dapat diukur dengan angka COD (Ginting, 2010:52). Kadar COD dalam air limbah biasanya lebih tinggi daripada kadar BOD, hal ini disebabkan karena senyawa kimia lebih banyak dioksidasi secara kimia daripada oksidasi secara biologi (Sutamihardja dan Husin, 1983). Kadar COD yang tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak oksigen yang

digunakan untuk menguraikan senyawa-senyawa anorganik dalam cairan, akibatnya oksigen yang digunakan sebagai sumber kehidupan biota air menjadi semakin sedikit (Fadzry, 2020).

Sebagai limbah, jika kadar COD melebihi baku mutu yang ditentukan maka dampaknya harus dilakukan *treatment* khusus dalam pembuangannya. Limbah tersebut tidak boleh begitu saja dibuang ke lingkungan tanpa diturunkan kadar COD-nya (Waluyo, 2010).

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS merupakan semua zat padat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti *fitoplankton*, *zooplankton*, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik lainnya. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak dapat dibuang langsung ke badan air (Supriyanto, 2007).

Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Setyobudi dan Khairi, 2009). Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis yang menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam

air oleh tanaman. Jika sinar matahari terhalang untuk mencapai dasar perairan, maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati (Tarigan dan Edward, 2013).

Dampak TSS terhadap kualitas air dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air (Metcalf dan Eddy, 2009). TSS dapat menyebabkan kekeruhan air yang tidak terlarut, tidak dapat mengendap langsung dan mengurangi cahaya yang dapat masuk ke dalam air. Akibatnya manfaat air dapat berkurang, dan organisme yang butuh cahaya akan mati. Kematian organisme ini akan mengganggu ekosistem akuatik (Pramestiasia, 2022).

TSS sangat dipengaruhi oleh bahan anorganik seperti lumpur, partikel tanah dan bahan organik seperti sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati, *fitoplankton*, *zooplankton*, jamur/fungi dan bakteri (Widya *et al*, 2008:57). Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang mengapung dalam air. Kandungan TSS juga dapat menyebabkan penurunan kejernihan dalam air (Alaerts dan Sumestri, 2004).

Apabila jumlah materi tersuspensi akan mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga pengaruhnya terhadap kesehatan menjadi tidak langsung (Soemirat, 2004). Bahaya

mengonsumsi dan/atau menggunakan air yang sudah tercemar bakteri akan memberikan dampak buruk pada tubuh. Bakteri akan membawa virus ke dalam tubuh dan menimbulkan penyakit seperti diare, kolera, disentri dan lain-lain (Yosia, 2021).

d. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah bahan organik yang bersifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri. Limbah ini berat jenisnya lebih kecil daripada air. Lemak dan minyak akan menyebabkan lapisan pada permukaan air sehingga membentuk selaput yang dapat mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk ke dalam air (Ginting, 2010:54). Menurut Tchobanoglous dalam (Asmadi dan Suharno, 2012:10), keberadaan minyak dalam limbah cair dapat menghambat aktivitas biologi mikroba terhadap pengolahan limbah cair. Minyak dan lemak dapat merusak sistem perpipaan pada IPAL (A. Sari, 2018).

e. Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Amonia adalah senyawa nitrogen yang dapat berubah menjadi NH_4 pada pH rendah. Amonia didapat dari proses reduksi senyawa nitrat (nitrifikasi) atau hasil sampingan dari proses industri (Muryanto, 2020:44). Amonia dalam air buangan industri berasal dari oksidasi bahan-bahan organik yang diubah oleh bakteri menjadi CO_2 , H_2O , NH_3 (E. Dwi, 2018).

Adanya amonia dalam air menunjukkan adanya pencemaran oleh kotoran manusia atau kotoran hewan dalam perairan. Apabila limbah yang mengandung kadar amonia tinggi dibuang langsung ke badan air, maka akan menyebabkan penyakit pada manusia. Jalur penularannya yaitu secara *oral-fecal infection*, bahkan ada juga infeksi secara langsung melalui penetrasi kulit, seperti penyakit cacing tambang dan *Schistosomiasis* (Ady, 2019).

f. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Perubahan pH pada air limbah, baik ke arah basa maupun asam akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya (Ginting, 2010:22).

Kadar pH yang baik adalah masih memungkinkan berlangsungnya kehidupan biota di dalam air. pH netral ($\text{pH} = 7$) adalah kadar pH yang baik untuk air limbah (Salsabila, 2023). Air buangan yang mempunyai pH rendah bersifat sangat korosif terhadap baja, sehingga sering menyebabkan pengkaratan pada pipa-pipa besi (Atika, 2018).

Kandungan pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi merupakan salah satu parameter pencemaran oleh bahan kimia. Limbah cair yang mengandung bahan kimia dapat membahayakan kesehatan manusia. Bahan pencemar kimia tersebut yang apabila

dibuang langsung ke lingkungan akan menimbulkan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung. Penyakit yang sering terjadi diantaranya dermatitis, iritasi pada mata dan pada titik ekstrim yang dapat menimbulkan keracunan akut (Ady, 2019)

5. Baku Mutu Limbah RPH

Baku mutu air limbah bagi kegiatan RPH adalah ukuran batas atau kadar maksimum unsur pencemar dan/atau jumlah pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah kegiatan RPH yang akan dibuang atau dilepas ke media lingkungan. Baku mutu air limbah bagi kegiatan RPH ditetapkan dengan tujuan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup serta menurunkan beban pencemaran lingkungan melalui upaya pengendalian pencemaran dari kegiatan RPH. Sasaran penetapan baku mutu air limbah bagi kegiatan RPH dimaksudkan untuk mendorong penanggungjawab usaha dan/atau kegiatan RPH mengolah air limbah sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan (PERMENLH, 2006).

Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Potong Hewan Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah RPH

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:		1,5 m ³ /ekor/hari
Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba:		0,15 m ³ /ekor/hari
Volume air limbah paling tinggi untuk babi:		0,65 m ³ /ekor/hari

Sumber: PERMENLH Nomor 5 Tahun 2014

B. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) merupakan suatu konsep sistem pengolahan air limbah yang bertujuan untuk membersihkan dan mengolah air limbah sebelum dibuang ke lingkungan (E. Dwi, 2019). Penggunaan IPAL menjadi sangat penting, mengingat jumlah populasi manusia yang terus bertambah serta meningkatnya kegiatan industri yang menghasilkan limbah. Dengan adanya IPAL, limbah yang dihasilkan dapat diolah sehingga tidak mencemari lingkungan dan dapat digunakan kembali untuk keperluan lainnya (Supratman, 2023:6).

Prinsip instalasi pengolahan limbah tersedia sejumlah *input* untuk diolah menjadi *output*. *Input* adalah limbah sebagai bahan baku sedangkan *output* adalah limbah yang memenuhi syarat baku mutu (Maarif, 2021). Model instalasi pengolahan limbah tergantung pada jenis parameter pencemar, volume limbah yang diolah, syarat baku mutu yang harus dipenuhi, kondisi lingkungan dan lain-lain (Muchlisin, 2021).

Tujuan pengolahan air limbah diantaranya untuk memperbaiki kualitas air limbah, mengurangi kadar BOD, COD dan partikel tercampur, menghilangkan bahan nutrisi dan komponen beracun, menghilangkan zat tersuspensi, mendekomposisi zat organik dan menghilangkan mikroorganisme patogen (Asmadi et al, 2021). Didalam proses pengolahan air limbah khususnya yang mengandung polutan senyawa organik, teknologi yang digunakan sebagian besar menggunakan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa polutan organik (Sumiyati et al, 2023:21).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 82 Pasal 8 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air, klasifikasi dan kriteria kelas mutu air limbah industri salah satunya limbah RPH dapat dikategorikan dalam kelas ketiga. Klasifikasi dan kriteria tersebut meliputi air yang diperuntukkan untuk membudidayakan ikan air tawar, peternakan, mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang dipersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Instalasi Pengolahan Air Limbah RPH merupakan instalasi pengolahan air limbah yang dirancang untuk menerima dan mengolah limbah agar tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan, kemudian langsung dialirkan ke badan penerima air limbah (sungai). Proses pengolahan air limbah dengan aktivitas mikroorganisme biasa disebut dengan “proses biologis”. Proses pengolahan air limbah secara biologis dilakukan pada kondisi aerob (menggunakan oksigen), kondisi anaerob (tanpa oksigen) atau

kombinasi antara anaerob dan aerob. Proses biologis aerob biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerob digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi (Atika,2019).

1. Proses Anaerob

Pengolahan dengan sistem anaerob dilakukan pada kondisi tanpa penggunaan oksigen. Menurut Vigneswaran *et al* dalam (Ginting, 2010:116), pengolahan limbah konsentrasi padatan yang tinggi pada umumnya dilakukan dengan pengolahan secara anaerob. Pengolahan secara anaerob berfungsi untuk mereduksi kandungan organik secara biologi dengan bantuan bakteri anaerob.

Pengolahan anaerob didesain dengan sistem tertutup untuk dapat menerima kandungan organik yang tinggi. Zat padat yang terbawa aliran air limbah akan mengendap pada dasar kolam dan diuraikan secara anaerob oleh bakteri yang terkandung dalam air limbah (Widyatama et al, 2016). Hasil akhir yang dominan dari proses anaerob yaitu biogas (campuran CH₄ dan CO₂), uap air serta sedikit lumpur berlebih (*excess sludge*) (Zuhriyah, 2023).

Proses anaerob pada zat organik meliputi rangkaian tahapan mulai dari bahan organik dihidroksida enzim ekstraseluler (protalase, amilase, selulase, lipase) menjadi produk terlarut sehingga ukurannya dapat menembus membran sel. Senyawa terlarut ini kemudian dioksidasi secara anaerob menjadi asam lemak rantai pendek, alkohol, karbon

dioksida, hidrogen dan amonia. Asam lemak rantai pendek (selain asetat) dikonversi menjadi asetat, gas hidrogen dan karbon dioksida. Selain itu, metanogenesis berasal dari reduksi karbon dioksida (hidrogen dan asetat) (Atika, 2019).

2. Proses Aerob

Dalam proses aerob, penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dapat terjadi dengan penggunaan oksigen sebagai *electron acceptor* dalam air limbah (Shalindry, 2015). Proses aerob biasanya dilakukan dengan bantuan lumpur aktif (*activated sludge*), yaitu lumpur yang banyak mengandung bakteri pengurai. Hasil akhir yang dominan dari proses ini bila konversi terjadi secara sempurna adalah CO₂, uap air dan *excess sludge*. Lumpur aktif tersebut sering disebut dengan MLSS (*Mixed Liquor Suspended Solid*), karena merupakan padatan tersuspensi (E. Dwi, 2019).

Dalam sistem lumpur aktif, limbah cair dan biomassa dicampur secara sempurna dalam suatu reaktor dan diaerasi (Budhijanto, 2015). Terdapat dua hal penting dalam proses ini, yaitu proses pertumbuhan bakteri dan proses penambahan oksigen. Bakteri akan berkembang biak apabila jumlah makanan di dalamnya cukup tersedia, sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konsisten (Sari, 2019).

Pada permulaannya bakteri berkembang biak secara konstan dan agak lambat pertumbuhannya karena adanya suasana baru pada air limbah tersebut, keadaan ini dikenal sebagai Fase lag. Setelah beberapa

jam, bakteri tumbuh berlipat ganda. Fase ini dikenal sebagai Fase akselerasi. Setelah tahap ini berakhir maka terdapat bakteri yang tetap dan bakteri yang terus meningkat jumlahnya (Riadi, 2016).

Pertumbuhan yang sangat cepat setelah fase kedua ini disebut sebagai *lag-growth phase*. Selama *lag-growth phase* diperlukan banyak persediaan makanan, sehingga terdapat pertemuan antara pertumbuhan bakteri yang meningkat dan penurunan jumlah makanan yang terkandung didalamnya. Apabila tahap ini jalan terus, maka akan terjadi keadaan dimana jumlah bakteri dan makanan tidak seimbang dan keadaan ini disebut *declining growth phase* (Muchlisin, 2016).

Pada akhirnya makanan akan habis dan kematian bakteri akan meningkat terus mencapai suatu keadaan dimana jumlah bakteri yang mati dan tumbuh mulai berkembang yang dikenal sebagai *stationary phase*. Setelah jumlah makanan habis dipergunakan, maka jumlah kematian akan lebih besar dari jumlah pertumbuhannya, maka keadaan ini disebut *endogenous phase*. Pada saat itu bakteri menggunakan energi simpanan ATP untuk pernapasannya sampai ATP habis kemudian akan mati (Rochmadi, 2015: 61).

Pada praktiknya terdapat 2 cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu:

- a. Memasukan udara ke dalam air

Memasukkan udara ke dalam air limbah secara langsung dapat menggunakan alat bernama *porous* atau *nozzle*. Penempatan

nozzle harus dipertimbangkan oleh karakter pencampuran (*mixing characteristic*) yang terjadi akibat memasukan oksigen ke dalam air limbah. Semakin baik karakter pencampuran, semakin besar kemungkinan kontak antara *activated sludge* dengan bahan organik dalam air limbah (Nadhiroh, 2014:6).

b. Memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen dilakukan menggunakan bantuan *blower* atau pemutaran baling-baling (*aerator*) yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini air limbah akan terangkat ke atas dan kontak langsung dengan udara di sekitarnya. Apabila terdapat senyawa nitrat organik, hasil akhir juga mengandung nitrat dan terjadi penurunan pH (Atika, 2019).

3. Proses Biofilter Anaerob-Aerob

Pada proses ini seluruh air limbah dialirkan ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya masuk ke bak pengumpul atau bak ekualisasi. Setelah itu, dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak kontaktor anaerob dengan cara dialirkan dari atas ke bawah dan dari bawah ke atas. (Sulistyorini et al, 2014:71).

Di dalam bak kontaktor anaerob diisi dengan media dari bahan plastik tipe sarang tawon. Jumlah bak kontaktor anaerob terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah

dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerob. Air limpasan dari bak kontak anaerob dialirkan ke bak kontak aerob. Proses ini sering dinamakan aerasi kontak (*contact aeration*) (Ginting, 2010:52).

a. Bak *Grease Trap* (Pemisah Lemak)

Penggunaan bak pemisah lemak ini bertujuan untuk memisahkan lemak yang berasal dari limbah pemotongan hewan ternak agar tidak masuk ke dalam unit pengolahan selanjutnya. Akan tetapi, zat organik biodegradasi tidak dapat diendapkan pada bangunan ini karena waktu tinggal yang sangat singkat (Aini et al, 2017:48).

Dinding *baffle* pada bak ini berguna untuk mengurangi turbulensi dan menahan zat-zat yang mengapung pada air limbah (Widya et al, 2008:62). Menurut Gotzenberger dalam (Assidiqy, 2017:16) minyak dan lemak yang tersaring perlu dibersihkan secara manual tiap minggu. Kelebihan *grease trap* yaitu sederhana, tahan lama dan membutuhkan lahan yang kecil. Sedangkan kekurangan dari *grease trap* yaitu hanya merupakan unit *pre-treatment* dan perlu dibersihkan secara berkala.

b. Bak Ekualisasi (Tangki Aliran Rata-rata)

Ekualisasi adalah perendaman (pengurangan) aliran yang tidak kontinyu menjadi aliran yang mendekati konstan. Bak ekualisasi digunakan untuk mengatasi masalah yang timbul didalam operasional akibat perubahan aliran (aliran yang berubah-ubah

dan/atau turbulen) serta memperbaiki hasil pada proses berikutnya (Budiyono et al, 2007). Setelah input limbah cair masuk ke *inlet*, kemudian melalui proses *screening* dari bak pemisah lemak akan dialirkan ke dalam bak ekualisasi (Padmono, 2015).

Keuntungan pemakaian bak ekualisasi yaitu menyediakan aliran limbah yang memenuhi kebutuhan pengolahan biologi dan dapat menstabilkan pH serta meminimalisir kebutuhan bahan kimia untuk netralisasi. Selain itu, pemakaian bak ini dapat mengurangi turbulensi aliran dan mengurangi konsentrasi bahan beracun yang tinggi pada pengolahan air limbah secara biologis (Huda,2009). Debit atau aliran dan konsentrasi limbah yang fluktuatif akan disamakan debit dan konsentrasinya dalam bak ekualisasi, sehingga dapat memberikan kondisi yang optimum pada pengolahan selanjutnya (Mohmoud, 2010).

Menurut Yuriski (2018:21), tujuan proses ekualisasi untuk mengolah limbah industri adalah:

- 1) Mengurangi fluktuasi bahan organik yang diolah untuk mencegah *shock loading* pada proses biologis.
- 2) Mengontrol pH atau meminimalisasi kebutuhan bahan kimia yang disyaratkan untuk proses netralisasi.
- 3) Meminimalisir aliran pada proses pengolahan fisik-kimia dan mengetahui rata-rata kebutuhan bahan kimia.
- 4) Memberikan kapasitas untuk mengontrol aliran limbah.

5) Mencegah tingginya konsentrasi bahan berbahaya yang masuk pada proses pengolahan biologis.

c. Bak Aerasi Aerob

Bak aerasi aerob adalah pengolahan air limbah dimana bakteri aerob digunakan untuk mendekomposisi senyawa organik yang ada di dalam air limbah, dan proses ini membutuhkan oksigen untuk mendapatkan DO (dissolve oxygen ≥ 2 mg/L), dengan pH 7 s/d 8,5 serta temperatur 26 - 38° C dan ditambahkan nutrisi bakteri aerob untuk sintesis bakteri. Menurut A, Sari (20018:26), aerasi adalah suatu bentuk perpindahan gas atau suplai oksigen yang ditransfer ke dalam air limbah dan digunakan dalam berbagai bentuk variasi operasi, meliputi:

- 1) Tambahan oksigen untuk mengoksidasi besi dan mangan terlarut;
- 2) Pembuangan karbon dioksida;
- 3) Pembuangan hidrogen sulfida untuk menghilangkan bau dan rasa;
- 4) Pembuangan minyak yang mudah menguap dan bahan-bahan penyebab bau dan rasa serupa yang dikeluarkan oleh ganggang serta mikroorganisme serupa.

d. Bak Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan lumpur aktif dari bak aerasi yang nantinya akan dikembalikan ke bak aerasi (RAS =

Return Activated Sludge) untuk mempertahankan konsentrasi mikroorganisme di bak aerasi biologi. Untuk mengetahui apakah lumpur aktif dalam bak aerasi biologi sudah berlebih atau cukup, bisa melihat secara visual dengan menggunakan alat *imhoff cone*, dimana bisa lihat SV 30 (*sludge volume* dalam waktu 30 menit) dengan patokan antara 30%-45% dari 1000 ml air sampel. Dan apabila melebihi patokan tersebut lumpur aktif harus dibuang ke *sludge drying bad*, agar konsentrasi di bak aerasi tetap stabil dengan lumpur aktif yang terkandung antara 30%-45% sehingga kerja bakteri lebih maksimal.

e. Torn Koagulasi

Koagulasi adalah proses penambahan koagulan dengan pengadukan cepat untuk destabilisasi koloid dan partikel tersuspensi. Dalam koagulasi biasa ditambahkan koagulan kimia yang akan larut dalam air sehingga partikel koloid menjadi tidak stabil dan membentuk partikel flok-flok dari gabungan koloid yang bermuatan negatif dengan non ion positif yang terbentuk dari koagulan. Proses koagulasi pada umumnya diterapkan bersamaan dengan proses flokulasi tetapi dengan kecepatan pengadukan yang berbeda.

f. Torn Flokulasi

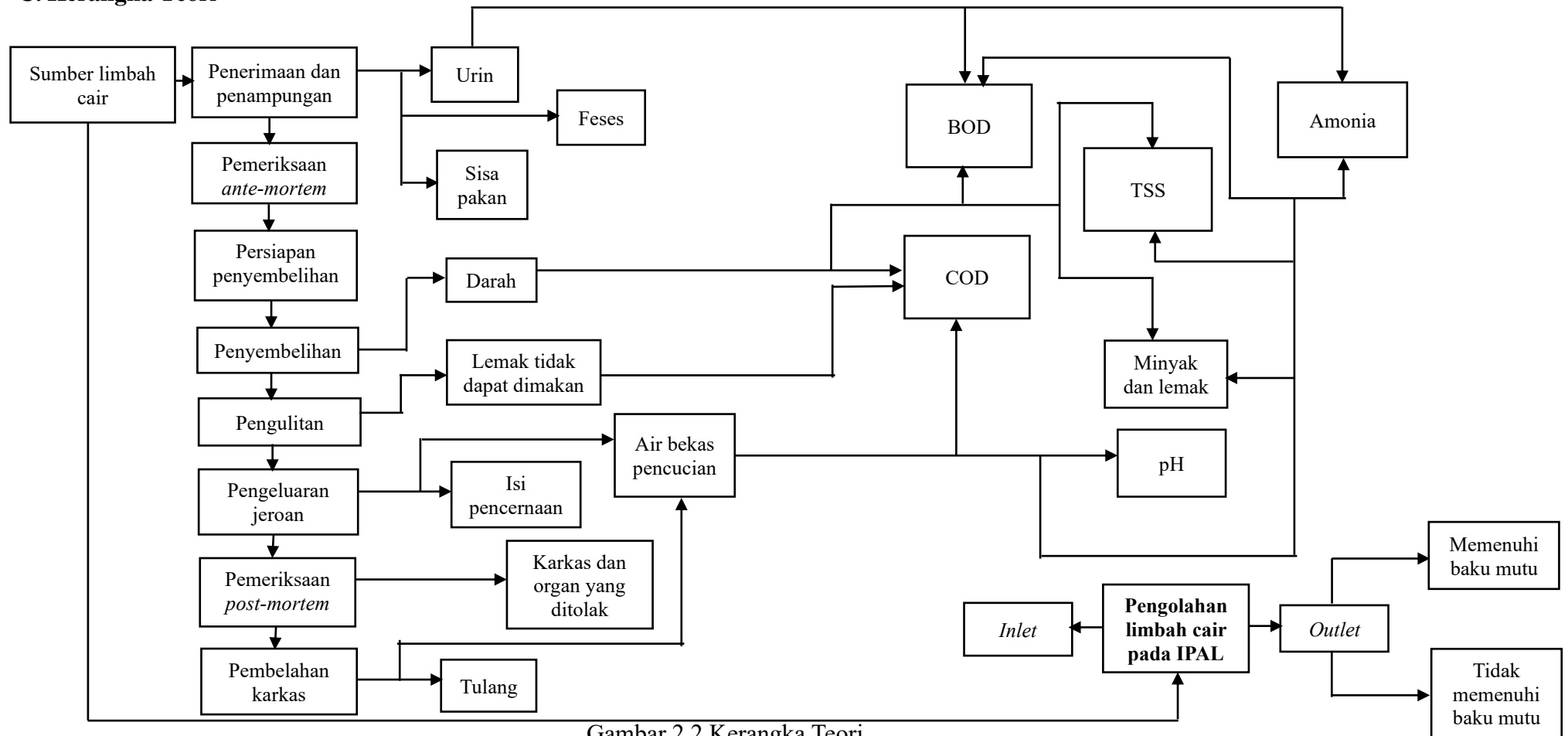
Flokulasi adalah pengadukan secara lambat untuk menggabungkan partikel-partikel yang sudah tidak stabil dan

membentuk flok-flok yang dapat diendapkan pada bak sedimentasi. Pertemuan atau penggumpalan partikel koloid yang sudah terkoagulasi bertujuan untuk membentuk butiran padat atau flok yang dapat mengendap dengan sendirinya. Untuk memperoleh penggabungan partikel-partikel yang telah mengalami destabilisasi, kontak antar partikel dibantu oleh pengadukan secara lambat.

g. Filterisasi

Untuk mendapatkan air hasil proses lebih maksimal, maka kandungan TSS yang tinggi dan bau bisa direduksi oleh *sand filter* (media *zeolite*) dan *carbon filter* (media karbon aktif) agar hasil filtrasi TSS (*Total Suspended Solid*) dan bau serta warna bisa lebih baik sesuai baku mutu buangan air limbah cair sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

C. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Sumber: PERMENLH RI (2006), PERMENTAN RI (2017), Lubis et al (2017)