

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pengolahan limbah cair rumah potong hewan dapat dilakukan dengan berbagai teknologi. Beberapa teknologi yang ada, yaitu *biofilter aerob*, *biofilter anaerob*, *upflow anaerobik filter*, *elektrokoagulasi*, dan lain sebagainya. Teknologi ini memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dipilih teknologi yang tepat untuk pengolahan limbah cair di RPA PD.X.

Kareth (2018) melakukan pengolahan air limbah rumah potong hewan di Kabupaten Manokwari menggunakan sistem *biofilter anaerob-aerob* ramah lingkungan dengan konstruksi bata berlapis beton, beton bertulang, pasir urug, pipa PVC, dan media penyaring tipe plastik sarang tawon. Kareth (2018) memilih sistem ini karena memiliki beberapa keunggulan yaitu, pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit dan dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi, energi suplai udara untuk aerasi kecil, dapat digunakan untuk limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi, dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS).

Pengolahan limbah cair rumah potong hewan yang direncanakan Kareth (2018) menggunakan teknologi *biofilter anaerob-aerob* dilengkapi dengan bak pemisah lemak minyak, bak ekualisasi, bak pengendap awal, dan bak pengendap akhir. Efisiensi penurunan COD, TSS dan Ammonia Total sebesar 90%, 82% dan 65%.

Nusa Idaman dan Satmoko Yudo (2006) melakukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Potong Hewan Ayam di kawasan industri PT JIEP di Kelurahan Jatinegara, Kecamatan Cakung dengan Proses *biofilter*. Efisiensi penurunan COD dengan metode *biofilter* sebesar 86,52%, BOD 88,79% dan TSS sebesar 94,10%.

Sri Hastutiningrum (2017) melakukan perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) Industri Rumah Potong Hewan di Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta dengan unit pengolahan berupa *bar screen*, bak sedimentasi, *biofilter*

anaerobik dan aerobik, bak sedimentasi akhir, dan bak pengendap lumpur. Biaya perencanaan IPAL ini adalah Rp 717.129.718,10.

2.2 Rumah Potong Ayam

Rumah potong ayam merupakan industri yang mengolah ayam hidup menjadi daging olahan untuk konsumsi. Rumah potong hewan dibedakan menjadi RPA skala kecil (tradisional) dan RPA skala besar (pabrik pengolahan ayam). RPA dapat menjadi salah satu penyebab kerusakan lingkungan (Arimbi, 2017). Kegiatan rumah potong ayam meliputi pemotongan, pembersihan lantai tempat pemotongan, pembersihan kandang penampung, serta pembersihan isi perut.

2.3 Limbah Cair Rumah Potong Ayam

Limbah cair (air limbah) adalah campuran air dan bahan pencemar baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbawa oleh air sehingga tercampur dengan air tanah, air permukaan atau air hujan. Limbah cair juga disebut sebagai sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair (Permen LHK Nomor 5 Tahun 2014).

Limbah cair rumah potong ayam dihasilkan dari pemotongan, pembersihan lantai tempat pemotongan, pembersihan kandang penampung, pembersihan karkas yang telah tercampur dengan darah, tulang-tulang kecil, serta air bekas pembersihan isi perut. Limbah rumah potong ayam (RPA) mengandung zat pencemar berupa BOD, COD dan Ammonia yang tinggi. Zat pencemar tersebut umumnya melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan (Ratnawati, 2018). Karakteristik limbah cair RPA menurut Sari (2018) adalah sebagai berikut:

a. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD merupakan kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan semua zat-zat organik terlarut maupun tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Semakin besar angka BOD maka semakin sulit makhluk air lainnya yang membutuhkan oksigen untuk bertahan hidup. Nilai BOD dalam limbah cair RPA berkisar antara 400 – 3000 mg/L.

b. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan organik yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi atau banyaknya

oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik. COD merupakan salah satu parameter kunci untuk mendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD, maka semakin buruk kualitas air yang ada.

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS merupakan jumlah lumpur kering dalam mg/L yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan. Padatan ini menyebabkan kekeruhan air dan tidak dapat langsung mengendap.

d. Minyak dan Lemak

Minyak mempunyai berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air yang menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fikasi oksigen bebas terhambat.

e. pH (Derajat Keasaman)

Pengukuran pH berkaitan dengan proses pengolahan biologis karena pH yang kecil akan sulit untuk diolah dan mengganggu kehidupan di dalam ekosistem air.

f. Amonia (NH₃-N)

Amonia dalam air buangan industri berasal dari oksidasi bahan bahan organik oleh bakteri diubah menjadi CO₂, H₂O, NH₃. Di ekosistem perairan, amonia terdapat dalam bentuk ion terdisosiasi NH₄⁺ (ammonium) menjadi NH₃ (ammonia) yang ketoksitasnya akan semakin meningkat apabila pH meningkat.

Tabel 2. 1 Karakteristik Limbah Cair Rumah Potong Ayam

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	BOD	mg/l	400 – 3000
2	COD	mg/l	400 – 3000
3	TSS	mg/l	400 – 3000
4	Minyak dan lemak	mg/l	200 – 1000
5	Amonia (NH ₃ -N)	mg/l	60 – 1000
6	Ph		6-9

Sumber: Hastutiningrum, 2017

2.4 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Ayam

Menurut Supriyatin (2015) baku mutu limbah cair adalah ukuran batas atau kadar maksimum unsur pencemar yang akan dibuang ke lingkungan. Limbah cair rumah potong ayam yang dibuang ke perairan dapat dikategorikan aman jika memenuhi baku mutu air limbah industri rumah potong hewan yang telah ditetapkan yaitu Peraturan daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	BOD	mg/L	100
2	COD	mg/L	200
3	TSS	mg/L	100
4	Minyak dan Lemak	mg/L	15
5	NH ₃ -N	mg/L	25
6	Ph		6 – 9
Volume air limbah maksimum untuk unggas			0,1 m ³ /ekor/hari

Sumber : Perda Kaltim no 02 tahun 2011

2.5 Tahapan Perencanaan IPAL RPA

Limbah cair rumah potong ayam dapat menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga perlu diolah agar aman ketika dibuang ke lingkungan. Perencanaan IPAL RPA PD.X dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, penentuan teknologi terbaik, perhitungan detail, gambar teknik, rencana anggaran biaya (RAB), dan penyusunan laporan.

2.5.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk perencanaan IPAL RPA PD.X berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan yaitu kualitas air limbah rumah potong ayam, luas lahan kosong di RPA PD.X dan volume limbah cair RPA PD.X. Sedangkan data sekunder berupa baku mutu limbah cair untuk kegiatan rumah pemotongan ayam dan harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kota Pontianak tahun 2022.

2.5.2 Pengambilan Sampel/Contoh

Kualitas limbah cair berupa parameter fisika, kimia, dan biologi diambil secara langsung menggunakan SNI 6989.59:2008 tentang metoda pengambilan contoh air limbah. Sampel air limbah terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Contoh sesaat (*grab sample*), air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu
- Contoh gabungan waktu, campuran contoh yang diambil dari satu titik pada waktu yang berbeda dengan volume yang sama
- Contoh gabungan tempat, campuran contoh yang diambil dari titik yang berbeda pada waktu yang sama, dengan volume yang sama
- Contoh gabungan waktu dan tempat, campuran contoh yang diambil dari beberapa titik dalam suatu lokasi pada waktu yang berbeda, dengan volume yang sama
- Contoh duplikat, contoh yang diambil dari titik pengambilan yang sama dengan rentang waktu antar pengambilan yang sekecil mungkin. Duplikat contoh digunakan untuk menguji ketelitian tata kerja pengambilan contoh
- Contoh yang diperkaya (*spike sample*), contoh yang ditambah dengan standar yang bersertifikat dalam jumlah tertentu untuk keperluan pengendalian mutu
- Contoh yang terbelah (*split sample*), contoh dikumpulkan dalam satu wadah, dihomogenkan dan dibagi menjadi dua atau lebih sub contoh dan diperlakukan seperti contoh, selanjutnya dikirim kebeberapa laboratorium yang berbeda.

Pengambilan sampel memerlukan beberapa peralatan yang harus memenuhi persyaratan agar tidak mengubah karakteristik sampel, yaitu alat pengambilan sampel dan wadah sampel (SNI 6989.59:2008). Alat pengambilan sampel harus memenuhi persyaratan diantaranya, terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi atau mengubah sifat sampel, mudah dicuci, mudah dipindahkan, aman dibawa. Alat pengambil sampel terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

- Alat pengambil sampel sederhana
- Botol biasa secara langsung
- Botol biasa yang diberi pemberat

2.5.3 Unit Pengolahan

Pemilihan unit pengolahan mempertimbangkan beberapa hal, yaitu kuantitas dan kualitas limbah cair RPA yang akan diolah, biaya investasi, biaya pengoperasian dan pemeliharaan, kemudahan pengoperasian, pemeliharaan dan sumber daya manusia. Alternatif pengolahan limbah cair RPA adalah sebagai berikut:

2.5.3.1 Pengolahan pendahuluan

a. Sumur pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi untuk menampung dari saluran air limbah yang berasal dari sumber berbeda beda ke satu bak yang sama. Desain sumur pengumpul berdasarkan karakteristik *screw pump* yang digunakan, sehingga ukuran sumur pengumpul sesuai dengan volume air buangan serta jumlah dan ukuran *screw pump*. Sumur pengumpul direncanakan dengan kapasitas yang cukup besar untuk mencegah kerja pompa yang terus menerus. Namun, kapasitas sumur pengumpul juga harus memerhatikan waktu detensi yang tidak terlalu lama sehingga berpotensi mengakibatkan terjadi proses biologi yang menyebabkan bau berlebihan.

b. *Screw Pump*

Screw pump berfungsi untuk memompakan air limbah dari sumur pengumpul ke instalasi pengolahan air limbah.

c. *Bar Screen*

Bar screen berfungsi untuk menghilangkan sampah padat seperti plastic, kain, atau kertas yang dapat merusak dan menyumbat aliran air, pipa maupun pompa. *Bar screen* dibagi menjadi dua, yaitu *coarse screen* (saringan kasar) dan *fine screen* (saringan halus). *Coarse screens* dapat menghilangkan benda benda berukuran besar serta mempunyai ukuran celah 6-150 mm. *Fine screens* mempunyai ukuran besar celah 1,5-6mm (Liu and Liptank, 1999). Menurut Liu and Liptank (1999) beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan *bar screen* adalah:

- Kecepatan aliran
- Jarak antar bar
- Ukuran bar
- *Head loss* yang diizinkan

2.5.3.2 Pengolahan Primer (Fisik)

a. Bak Ekualisasi

Proses ekualisasi berfungsi untuk mengendalikan fluktuasi aliran dan menghomogenkan konsentrasi limbah cair. Proses pencampuran dan aerasi diperlukan pada proses ini untuk menghindari kondisi septik. Bak ekualisasi berfungsi untuk menyeragamkan debit air limbah yang berfluktuasi pada kondisi puncak dan minimum. Waktu detensi maksimum di bak ekualisasi adalah 30 menit untuk mencegah terjadinya pengendapan dan dekomposisi.

b. Bak Sedimentasi (Pengendapan)

Proses ini digunakan untuk menghilangkan zat padat yang tersuspensi yang akan menggumpal pada saat partikel tersebut menuju dasar tangki sedimentasi, sehingga mempengaruhi laju pengendapan. Fungsi bak sedimentasi awal adalah menurunkan kadar *solid* yang terdapat dalam limbah cair.

2.5.3.3 Pengolahan Biologi

Pengolahan biologi adalah penguraian bahan organik yang terkandung dalam air limbah oleh jasad renik/bakteri sehingga menjadi bahan kimia sederhana berupa unsur unsur dan mineral yang siap dan aman dibuang ke lingkungan. Beberapa alternatif pengolahan biologi adalah sebagai berikut:

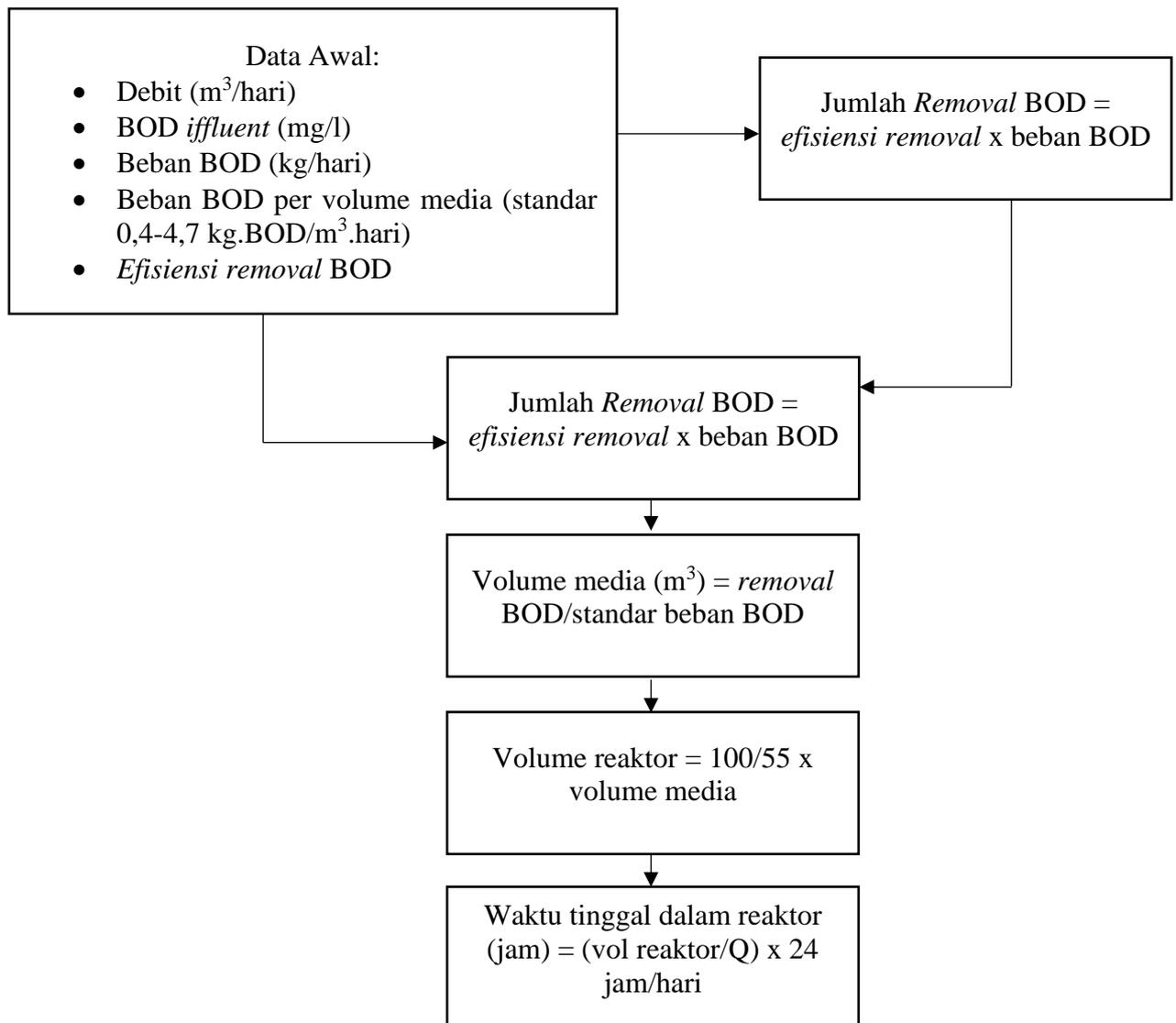
a. *Biofilter aerob*

Biofilter aerob adalah reaktor yang memanfaatkan mikroorganismme tumbuh dan berkembang pada media *filter* dan menghasilkan *biofilm*. Proses ini dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang diisi dengan media *filter* untuk perkembangbiakan mikroorganisme.(Neshard, dkk. 2021). Secara keseluruhan reaksi dapat dilihat sebagai berikut:



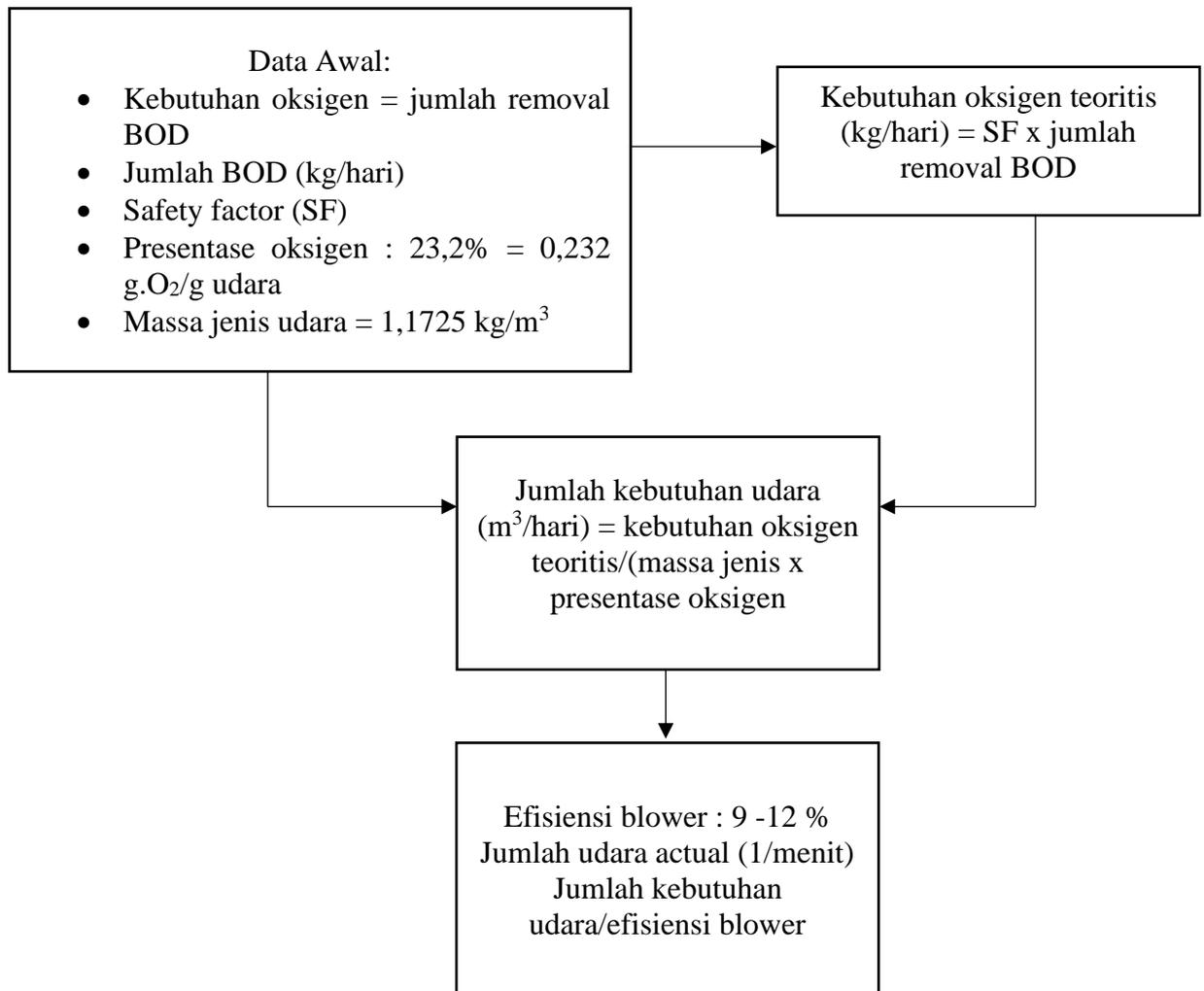
Tahap perhitungan volume reaktor *biofilter aerobik* dapat dilakukan dengan cara mengetahui semua data awal berupa debit, BOD *influent*, beban BOD per volume media dan *efisiensi removal* BOD. Selanjutnya jumlah removal BOD didapatkan dari hasil kali *efisiensi removal* dengan beban BOD, volume media didapatkan dari hasil bagi antara removal BOD dengan standar beban BOD.

- Volume Reaktor



Gambar 2. 1 Diagram alir perhitungan reaktor *biofilter aerobik*

- Kebutuhan oksigen



Gambar 2. 2 Diagram alir perhitungan kebutuhan oksigen reaktor *biofilter aerobic*

Tabel 2. 3 Tabel Pemilihan *Surface Aerator*

Model	Motor		Aerator				Pumping rate (m ³ /menit)
	Hp	Pole	Kg O ₂ /hari	DM (m)	DZ	D	
SFA-02	2	4	3	6	12	2-3	5
SFA-03	3	4	4,2	9	18	3-4	7
SFA-05	5	4	6,6	12	24	3-4	9
SFA-07	7,5	4	9,6	16	32	5-6	11
SFA-10	10	4	11,5	19	38	5-6	19
SFA-15	15	4	16,5	27	54	5-6	24
SFA-20	20	4	21	32	64	5-6	29
SFA-25	25	4	27,5	36	72	5-6	33
SFA-30	30	4	31	40	80	5-6	37
SFA-40	40	4	38	45	90	5-6	46
SFA-50	50	4	50	50	100	5-6	55
SFA-60	60	4	61	56	112	5-6	65
SFA-75	75	4	73	62,5	125	5-6	80
SFA-100	100	4	95	70	140	5-6	120

Sumber: *Anandita, 2019*

2.5.3.4 Media Biofilter

Media biofilter secara umum dapat menggunakan bahan material organik atau anorganik. Bahan material organik banyak dibuat dengan cara dicetak dari bahan tahan karet dan ringan, misalnya PVC dan memiliki luas permukaan dan volume rongga (porositas) yang besar. Contoh media biofilter organik adalah dalam bentuk tali, jaring, sarang tawon maupun papan. Sedangkan media dari bahan anorganik contohnya kerikil, batu marmer, ataupun batu bata. Pada tabel berikut ditunjukkan perbandingan luas permukaan spesifik dari berbagai media biofilter.

Tabel 2. 4 Luas Permukaan Spesifik Media Biofilter

No.	Jenis media	Luas permukaan spesifik (m ² /m ³)
1	<i>Tricking filter</i> dengan batu pecah	100 – 200
2	Modul sarang tawon (<i>honeycomb modul</i>)	150 – 240
3	Tipe jaring	50
4	RBC	80 -150
5	<i>Bioball</i>	200 -240

Sumber: Anandita, 2019

Tabel 2. 5 Contoh Pembobotan untuk Pemilihan Media Biofilter

No	Tipe Media	A	B	C	D	E	F	G
1	Luas permukaan spesifik	5	1	5	5	5	5	5
2	Volume rongga	1	1	1	1	4	5	5
3	Diameter celah bebas	1	3	1	1	2	2	5
4	Ketahanan terhadap penyumbatan	1	1	1	1	3	3	5
5	Material	5	5	5	5	5	5	5
6	Harga persatuan luas	5	3	3	5	4	1	4
7	Kekuatan mekanik	5	5	1	1	2	2	5
8	Berat media	1	1	5	5	4	5	5
9	Fleksibilitas	2	2	1	3	3	4	4
10	Perawatan	1	1	1	1	3	3	5
11	Konsumsi energi	2	2	1	5	4	5	5
12	Sifat dapat basah	5	5	3	3	3	1	5
	Total bobot	34	32	28	36	42	41	56

Sumber: Pedoman Biofilter DepKes RI, 2010

Keterangan:

A = *Gravel* atau kerikil kecil

B = *Gravel* atau kerikil besar

C = *Mash pad*

D = *Brillo pad*

E = *Bioball*

F = *Random dumped*

G = Media terstruktur (sarang tawon)

Bobot: 1=terburuk 5=terbaik

2.5.3.4 Bak Desinfeksi

Proses desinfeksi ini bertujuan untuk menghilangkan keberadaan bakteri *total coliform* pada air limbah domestik menggunakan zat klorin. *Coliform* merupakan bakteri yang hidup di dalam saluran pencernaan manusia dan hewan dengan karakteristik tidak berspora, berbentuk batang, gram negatif, dan dapat hidup dalam kondisi aerob-anaerob fakultatif (Batt dan Tortorello, 2014).

Klorin terkandung dalam senyawa $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ atau biasa dikenal dengan kaporit. Kaporit di pasaran berbentuk serbuk, tablet, atau pil yang pada umumnya dilarutkan pada air sebelum diaplikasi ke air yang akan diolah. Penggunaan zat klorin sebagai desinfektan memiliki beberapa kelebihan, diantaranya bakteri *total coliform* mudah didesinfeksi oleh klorin, waktu kotak singkat, dan mudah didapatkan di pasaran dengan harga terjangkau (Patmawati, 2019).