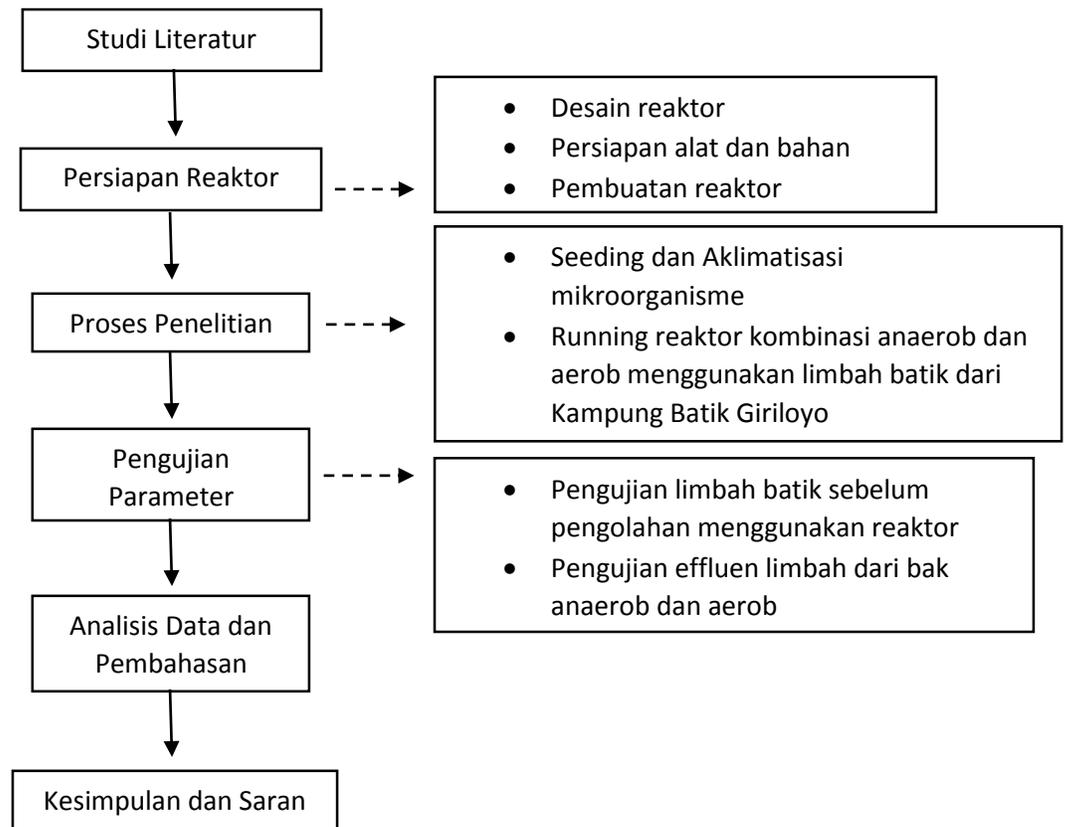


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan dari penelitian ini dimulai dengan pengambilan data primer yang berasal dari limbah industri batik Kampung Batik Giriloyo Bantul. Data sekunder diambil dari survei, studi literatur, buku dan jurnal.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

1.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kampung Batik Giriloyo Bantul sebagai industri batik penghasil limbah cair batik yang digunakan sebagai tempat pengambilan sampel limbah batik. Adapun pengoperasian reaktor dan pengujian parameter dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km 14,5 Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.3. Metode Pengujian

Pemeriksaan parameter uji air limbah batik dalam penelitian ini menggunakan standar pengujian yang diringkas dalam Tabel 3.1

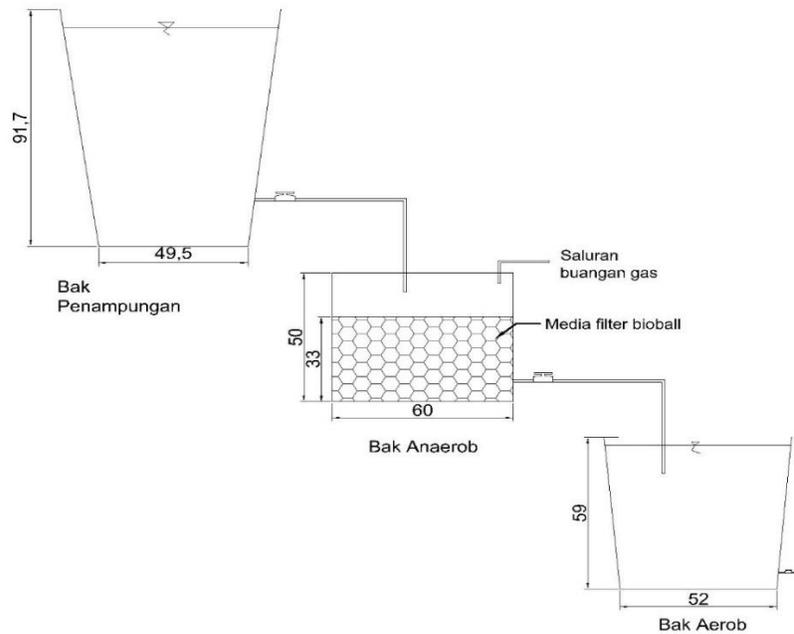
Tabel 3.1 Parameter pengujian

Parameter Uji	Metode Pengujian
BOD (<i>Biochemical Organic Demand</i>)	SNI 6989.72.2009
COD (<i>Chemical Organic Demand</i>)	SNI 6989.2.2009
TSS (Padatan Tersuspensi Total)	SNI 06.6989.3.2004
Pt-Co (Uji Warna)	SNI 6989.80:2011

Pengujian parameter ini dilakukan menggunakan metode pengulangan 2 kali (duplo).

1.4. Desain Reaktor Kombinasi Anaerob-aerob

Unit pengolahan limbah batik menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob terdiri dari 3 bak yaitu, bak penampungan, bak anaerob, bak aerob. Bak penampungan menggunakan material yang berbahan plastik yaitu ember dengan kapasitas 150 liter, dan untuk bak anaerob dan aerob menggunakan material yang berbahan kaca. Bagian penting dalam proses pengolahan ini adalah bak anaerob dengan volume total 180 liter dengan dimensi 60 cm x 60 cm x 50 cm. Dalam bak anaerob ditambahkan media filter dengan ketinggian 33 cm, dan bak aerob kapasitas 80 liter dengan bantuan aerator, adapun desain reaktor kombinasi anaerob-aerob sebagai berikut.



Gambar 3.2 Desain Reaktor Kombinasi Anaerob-aerob (satuan cm)

Pada proses anaerob ditambahkan suatu media sebagai media pertumbuhan mikroorganisme yang diperlukan untuk menjaga kualitas air ataupun menurunkan polutan pencemar pada air/air limbah. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media filter *bioball*. Media ini berdiameter 38 mm, berat 7 gram, berbahan plastik dengan bentuk seperti rambutan (*random packing*). Jenis rambutan ini dapat meminimalkan terjadinya *clogging* (tersumbat) (Siswanti, *et. al*, 2015).



Sumber : Dokumentasi, 2018

Gambar 3.3 Media filter *bioball* rambutan

1.5. Metode Sampling

Dalam penelitian ini menggunakan metode sampling sesuai dengan SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Metode ini digunakan untuk pengambilan contoh air guna keperluan pengujian sifat fisika dan kimia air limbah. Serta menggunakan pengawetan air limbah yang mengacu pada *Standard Methods*. Pengambilan sampel air limbah diambil pada saat limbah yang dihasilkan belum masuk sumur pengolahan. Sehingga sampel pada penelitian ini menggunakan limbah batik asli sebelum adanya pengolahan.

1.6. Seeding dan Aklimatisasi

Seeding dan aklimatisasi ini merupakan tahap pengkondisian limbah dengan media filter yaitu *bioball*. Tujuan *seeding* dan aklimatisasi ini agar bakteri/mikroorganisme yang ada dapat beradaptasi dan menyesuaikan diri terhadap media filter dan limbah. Pada tahap pengkondisian limbah ini terjadi pengembangbiakan mikroorganisme dari EM4 dan air limbah batik. EM4 terlebih dahulu diaktifkan dengan mencampurkan EM4 dengan air menggunakan perbandingan 1:20 dan 5 sdm gula cair untuk perbandingan 1:20, kemudian difermentasikan 2-4 hari dalam kondisi tertutup rapat (Pitriani, 2015). EM4 aktif ditandai dengan adanya peningkatan pH yaitu $pH > 4$, berbau sedap (bau glukosa) dan terdapat lapisan putih/lendir (Munawaroh *et. al*, 2013). Setelah difermentasikan, EM4 dan air limbah akan dicampurkan kedalam reaktor yang di dalamnya telah dipasang media filter *bioball* secara *downflow* kedalam reaktor. Nilai COD yang diukur setiap harinya dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan proses *seeding* dan aklimatisasi, sekaligus penanda bakteri sudah dalam kondisi *steady state* atau belum. (Nugroho, 2014) Nilai pH optimum untuk perkembangbiakan mikroorganisme yaitu 6,4-7,4 sedangkan untuk temperatur dalam kisaran nilai optimum yaitu 26-29°C. (Pitriani, 2015)

1.7. Pengoperasian Reaktor

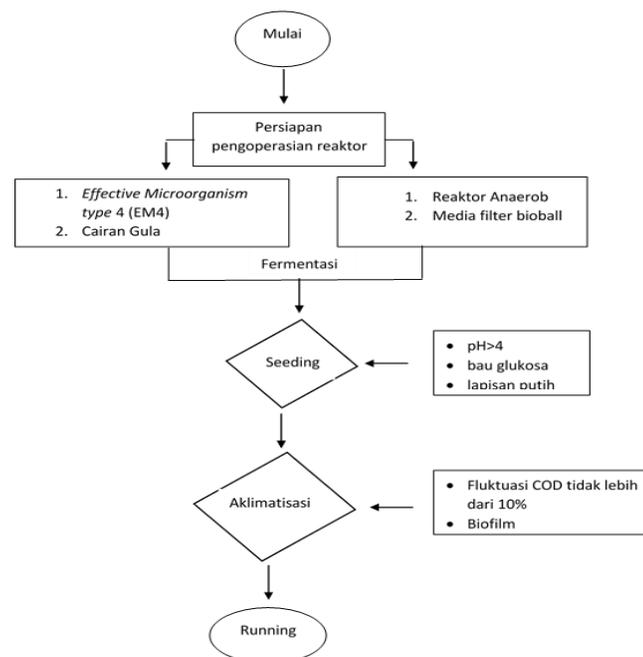
1.7.1. Tahapan persiapan

Sebelum dilakukan pengolahan terhadap air limbah batik perlu dilakukan tahapan untuk mempersiapkan pengolahan secara anaerob dan aerob. Pada penelitian ini menggunakan pengolahan biologis pertumbuhan terlekat (*attached growth*) dengan *batch* sistem pada reaktor anaerob dan aerob. Penelitian ini menggunakan media filter berupa *bioball* pada reaktor anaerob, sedangkan pada reaktor aerob ditambahkan *supply* oksigen menggunakan aerator. Dalam pengoperasian reaktor ini menggunakan sistem *batch*. Prinsip dari reaktor *batch* yaitu reaktor diisi dengan reaktan dan disimpan selama waktu tertentu yang kemudian dilihat perubahan kualitasnya pada selang waktu tertentu.

Pengolahan yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengolahan secara biologis dengan pertumbuhan terlekat. Pengolahan secara biologis dengan pertumbuhan terlekat merupakan pengolahan dengan memanfaatkan suatu mikroorganisme untuk membantu proses perubahan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga diperlukan suatu media penyangga/filter sebagai media melekatnya mikroorganisme. Pada penelitian ini digunakan mikroorganisme yang bersifat anaerob dan fakultatif yaitu mikroba yang berasal dari *Effective Microorganism* (EM4) karena mengandung 95% bakteri *lactobacillus sp* (bakteri asam laktat).

Tahap persiapan untuk membentuk lapisan biofilm pada media *bioball*, dilakukan tahap seeding dan aklimatisasi. Seeding merupakan proses pengembangbiakan mikroorganisme, proses pengembangbiakan dilakukan pada mikroba yang berasal dari EM4. Tahapan seeding pada EM4 dilakukan pada reaktor anaerob yang telah dimasukkan media *bioball* sebanyak 1600 buah dengan cara fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan cara mencampurkan 2 liter EM4 dan 40 liter air serta penambahan cairan gula setiap 2 hari sekali sebanyak 10

sdm. Proses fermentasi dilakukan secara anaerob dalam reaktor anaerob. Tujuan fermentasi ini untuk mengembangbiakan mikroorganisme yaitu bakteri asam laktat yang ditandai dengan terbentuknya lapisan putih dan berbau glukosa serta peningkatan nilai $\text{pH} > 4$. Setelah proses *seeding*, dilakukan tahap aklimatisasi. Tahap aklimatisasi bertujuan untuk mengadaptasikan mikroba yang sudah aktif dengan limbah batik agar dapat terbiasa dengan kondisi limbah batik sehingga dapat terjadi proses perombakan senyawa kompleks yang terkandung dalam limbah batik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada tahap aklimatisasi dilakukan pengujian nilai COD setiap harinya sebagai parameter keberhasilan tahap aklimatisasi, selain nilai COD pembentukan biofilm menjadi tolak ukur keberhasilan tahap aklimatisasi. Tahapan aklimatisasi dilakukan dengan mengalirkan air limbah batik pada bak penampungan menuju reaktor anaerob secara *downflow* dengan debit $0.003 \text{ m}^3/\text{jam}$ selama 24 jam. Tujuan mengalirkan air limbah selama 24 jam agar mikroba yang telah diaktifkan pada tahap *seeding* tidak mengalami *shocked*.



Gambar 3.4 Skema tahap persiapan

1.7.2. Tahap Running

Selanjutnya setelah proses *seeding* dan aklimatisasi selesai, langkah selanjutnya adalah *running* air limbah dengan waktu tinggal 3 hari. Dalam pengoperasian reaktor ini menggunakan sistem *batch*. Prinsip dari reaktor *batch* yaitu reaktor diisi dengan reaktan dan disimpan selama waktu tertentu yang kemudian dilihat perubahan kualitasnya pada selang waktu tertentu. Pengambilan sampel dilakukan setelah di *batch* selama 1, 2 dan 3 hari di bak anaerob, kemudian dialirkan ke bak aerob dan diaerasi selama 1, 2 dan 3 hari. *Effluent* hasil pengolahan anaerobik maupun aerobik dianalisis parameter warna, BOD, COD, dan TSS. Adapun tahapan *running* air limbah batik menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob dengan sistem *batch* dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tahapan Running

Data	Anaerob	Aerob	Jumlah Sampel
R1	1 Hari	1 Hari	Duplo (2 sampel)
R2-1	2 Hari	1 Hari	Duplo (2 sampel)
R2-2		2 Hari	
R3-1	3 Hari	1 Hari	Duplo (2 sampel)
R3-2		2 Hari	
R3-3		3 Hari	

Keterangan

R1 :Reaktor 1 dengan perlakuan *batch* 1 hari anaerob dan 1 hari aerob

R2-1 :Reaktor 2 dengan perlakuan *batch* 2 hari anaerob dan 1 hari aerob

R2-2 :Reaktor 2 dengan perlakuan *batch* 2 hari anaerob dan 2 hari aerob

R3-1 :Reaktor 3 dengan perlakuan *batch* 3 hari anaerob dan 1 hari aerob

R3-2 :Reaktor 3 dengan perlakuan *batch* 3 hari anaerob dan 2 hari aerob

R3-3 :Reaktor 3 dengan perlakuan *batch* 3 hari anaerob dan 3 hari aerob



Sumber: Dokumentasi, 2018

Gambar 3.5 Reaktor Kombinasi Anaerob-Aerob

1.8. Analisis Data

Untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD, COD, TSS, warna (Pt-Co) pada air limbah batik Kampung Batik Giriloyo Bantul dengan menggunakan prosedur *Standard Methods*. Perhitungan efisiensi dapat dihitung dengan perbandingan *influent* dan *effluent* yang dinyatakan dalam presentase. Perhitungan efisiensi dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hasana, 2017)

$$\text{Efisiensi (E)} = \frac{\text{Influent} - \text{Effluent}}{\text{Influent}} \times 100\%$$

Keterangan

E = Efisiensi

Influent = Konsentrasi awal parameter sebelum pengolahan

Effluent = Konsentrasi terakhir parameter setelah pengolahan

Setelah itu data yang telah diperoleh akan dilakukan perbandingan dengan hasil pengujian sebelum adanya pengolahan dan pengujian setelah adanya pengolahan menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob.