

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN KOSUBSTRAT GLUKOSA TERHADAP KONSENTRASI COD DAN MLSS LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



ANNISA APRIANI

12513062

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KOSUBSTRAT GLUKOSA TERHADAP
KONSENTRASI COD DAN MLSS LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

***THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF GLUCOSE AS COSUBSTRATE
TO COD AND MLSS CONCENTRATION IN WASTEWATER TREATMENT
FROM BATIK HOME INDUSTRY***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan.**

Disusun oleh :

Annisa Apriani (12 513 062)

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Any Juliani, ST., M.Sc.(Res.Eng)

Tanggal : 31/10/2016

Pembimbing II

Andik Yulianto, ST., MT

Tanggal : 31/10/2016

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UH

Hudori, S.L., MT

Tanggal : 31/10/2016

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KOSUBSTRAT GLUKOSA TERHADAP
KONSENTRASI COD DAN MLSS LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK**

***THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF GLUCOSE AS COSUBSTRATE
TO COD AND MLSS CONCENTRATION IN WASTEWATER TREATMENT
FROM BATIK HOME INDUSTRY***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan.
Disusun oleh :**

Annisa Apriani (12 513 062)

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Penguji I



Any Juliani,

ST.,M.Sc.(Res.Eng)

Tanggal : 31/10²⁰¹⁶

Penguji II



Andik Yulianto, ST., MT

Tanggal : 31/10²⁰¹⁶

Penguji III



Joni Aldilla Fajri

Dr.,S.T.,M.Eng.

Tanggal : 31/10/2016

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan WISP UII



Hudori, ST.,MT

Tanggal : 01/11/2016

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah dipeoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 25 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



ANNISA APRIANI

NIM: 12 513 062

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain." (Q. S. Al Insyirah ayat 5-7)

Learn from yesterday, live for today, and hope for tomorrow. The important thing is not to stop question

(Albert Einstein)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Robbil'aalamiin. Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*, atas segala kasih sayang dan karunia-Nya, penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. penulisan skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia. Skripsi ini berjudul “pengaruh penambahan *co-Substrate* glukosa terhadap konsentrasi COD dan MLSS limbah cair industri batik secara biologis dengan metode reaktor batch aerob”.

Penulis menyadari bahwa selama menjalani proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan berupa bimbingan, dorongan, motivasi, masukan, dan doa yang diperlukan penulis dari mulai persiapan hingga terusunnya skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih tak terhingga kepada:

1. Bapak DR-Ing Widodo Brontowoyono selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Indonesia.
2. Bapak Hudori S.T., M.T selaku Kepala Jurusan Teknik Lingkungan.
3. Ibu Any Juliani, ST, M.Sc dan Andik Yulianto S.T., MT selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, mendampingi, memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi.
4. Seluruh dosen FTSP UII atas ilmu dan pelajaran berharga yang diberikan kepada penulis.
5. Seluruh laboran Laboratorium Teknik Lingkungan yang sudah memberikan bantuan kepada penulis saat penelitian di laboratorium.
6. Pimpinan dan karyawan Sogan Batik Yogyakarta yang telah bekerjasama dan memberikan bantuan terhadap penulis untuk pemngambilan sampel limbah cair batik.

7. Alm. Mamah tersayang yang selalu menjadi motivasi dan penyemangat bagi penulis. Ayah tersayang yang selalu memberikan semangat dan juga doa.
8. Abang Andi, abang Yayan, abang Eja yang selalu meberikan dukungan, saran, dan doa yang tiada hentinya kepada penulis.
9. Firdhous Galuh Kumalasari yang telah menjadi sahabat aku dari semester satu sampai sekarang dan akhirnya kita jadi partner TA, terimakasih telah membantu, memberikan semangat, motivasi, dan selalu sabar menemani saat sedih, senang. Sepertinya kita susah dipisahkan
10. Sahabat-sahabat aku Mace, Riyani ndut, Estay dan Tetty Tarla yang selalu buat aku ketawa walaupun aku gk mau ketawa, yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Terimakasih buat waktu 4 tahun yang sangat berharga, sayang kalian semua.
11. Nisa kecil, Nadihong, Marlinot yang udah memberikan semangat penulis dalam hal apapun walaupun sekarang udah gak kos bareng-bareng lagi.
12. Makasih paang udah semangatn aku terus untuk ngerjain skripsi, selalu bisa buat aku ketawa, pokoknya makasih ya.
13. Seluruh keluarga besar Teknik Lingkungan 2012 yang telah memberikan bantuan dan doa.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk lebih baik kedepannya. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 25 Agustus 2016

Annisa Apriani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batik.....	5
2.2 Proses Pembuatan Batik.....	6
2.2.1 Pelekatan Lilin Batik	7
2.2.2 Pewarnaan Batik.....	7
2.2.2 Menghilangkan Lilin	7
2.3 Karakteristik Limbah Batik.....	8
2.4 Dampak Buruk Limbah Cair Industri Batik.....	9
2.5 Pengolahan Limbah Cair Industri Batik	11
2.6 Metode Pengolahan Secara Aerob	13

2.6.1	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Aerob	15
2.7	Reaktor Batch.....	16
2.8	Penggunaan Kosubstrat Glukosa Pada Pengolahan Limbah	16
BAB III METODE PENELITIAN		17
3.1	Umum	17
3.2	Waktu Penelitian	17
3.3	Variabel Penelitian	17
3.4	Persiapan Awal.....	17
3.4.1	Karakteristik Limbah Cair	17
3.4.2	Karakteristik Lumpur.....	18
3.4.3	Persiapan Reaktor	18
3.4.3.1	Rangkaian Reaktor pada Tahap <i>Seeding</i>	18
3.4.3.2	Rangkaian Reaktor pada Tahap <i>Running</i>	18
3.4.4	Pembibitan (<i>Seeding</i>) lumpur	19
3.4.5	Tahap <i>Running</i>	20
3.4.6	Parameter yang Diukur	22
3.5	Prosedur Analisis.....	24
3.5.1	Pengambilan Data	24
3.5.2	Pengolahan Data	24
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA.....		25
4.1	Karakteristik Awal Limbah Batik.....	25
4.2	Proses Pengembangbiakan Mikroorganisme (<i>Seeding</i>).....	25
4.2.1	Hasil Analisa VSS.....	27
4.3	Hasil Analisa Limbah Batik Setelah Pengolahan	27
4.3.1	Hasil Analisa COD	27
4.3.2	Hasil Analisa MLSS	30
4.3.3	Nilai Derajat Keasaman (pH) Setelah Proses Pengolahan.....	33

4.3.4 Nilai DO Saat Proses Pengolahan.....	34
4.3.5 Nilai Suhu Saat Proses Pengolahan	35
4.4 Korelasi antara MLSS, pH, dan COD.....	36
4.4.1 Korelasi MLSS terhadap COD	37
4.4.2 Korelasi pH terhadap COD.....	38
4.4.3 Korelasi pH terhadap MLSS.....	39
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Karakteristik Dan Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik.....	9
Tabel 4.1	Karakteristik Awal Limbah Batik.....	25
Tabel 4.2	Hasil Analisa VSS (Volatile Suspended Solid) Lumpur	27
Tabel 4.3	Pedoman Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Reaktor Batch	18
Gambar 3.2 <i>Seeding</i> Lumpur Dengan Magnetic Stirer.....	19
Gambar 3.3 <i>Seeding</i> Lumpur Dengan Bubble Aerator	20
Gambar 3.4 Diagram Alir Tahapan Penelitian	21
Gambar 3.5 Proses Pengolahan Biologi Dengan Reaktor Batch	22
Gambar 4.1 Hasil konsentrasi COD dengan perbandingan konsentrasi air limbah dan Kosubstrat	28
Gambar 4.2 Hasil konsentrasi COD dengan perbandingan konsentrasi air limbah dan Kosubstrat	31
Gambar 4.3 Profil pH Setiap Konsentrasi.....	34
Gambar 4.4 Nilai DO Pada Setiap Konsentrasi	34
Gambar 4.5 Profil Suhu Setiap Konsentrasi	36
Gambar 4.6 Hasil Korelasi Antara MLSS dan COD	38
Gambar 4.7 Hasil Korelasi Antara pH dan COD	39
Gambar 4.8 Hasil Korelasi Antara pH dan MLSS.....	40

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang mempunyai sektor industri batik yang berkembang secara pesat. Hal ini tentunya berdampak positif bagi masyarakat namun diikuti dampak negatif, yaitu pencemaran lingkungan akibat limbah batik yang dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini mengembangkan pengolahan batik secara biologi dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kosubstrat glukosa terhadap konsentrasi COD dan MLSS limbah batik dengan metode reaktor batch. Pada penelitian ini, sampel limbah berasal dari Industri Sogan Batik Yogyakarta. Proses penelitian ini meliputi pembibitan (*seeding*) lumpur yang berasal dari IPLT Sewon Bantul Yogyakarta dan proses pengolahan limbah. Pada proses pengolahan lumpur, limbah cair industri batik, dan *kosubstrat* glukosa dimasukkan ke dalam reaktor batch dengan variasi perbandingan air limbah dan kosubstrat masing-masing (10%:90%, 20%:80% dan 30%:70%) dengan waktu tinggal (1 jam, 2 jam, 3 jam, 5 jam, 23 jam, 24 jam, 25 jam, 26 jam, 28 jam, 46 jam, 47 jam, 48 jam, 49 jam, 51 jam, dan 69 jam). Lumpur, air limbah dan kosubstrat yang sudah tercampur didalam reaktor batch di aerasi dengan menggunakan bubble aerator dan kemudian dilakukan pengamatan terhadap COD dan MLSS. Dari hasil analisa nilai COD yang telah di plot dalam bentuk grafik secara garis besar didapatkan trend yang meningkat hal ini dapat disebabkan karena adanya penambahan kosubstrat organik berupa glukosa yang terhitung sebagai COD. Hasil analisa nilai MLSS secara garis besar juga didapatkan trend meningkat hal ini disebabkan karena penambahan kosubstrat glukosa dapat meningkatkan jumlah biomassa dari mikroorganisme. Namun meningkatnya nilai MLSS tidak diikuti dengan menurunnya nilai COD.

Kata Kunci : limbah batik, *seeding*, COD, MLSS, kosubstrat glukosa, biologis

ABSTRACT

Yogyakarta is the one of cities in Indonesia wich has a batik industry sector growing rapidly. This is certainly has a positive impact for the people, but followed a negative impact enviromental pollution caused by batik waste discharge into the enviroment without firts treatment. This research develop biological treatment with the purpose to determine the effect of co-susbtrate glucose concentration of COD and MLSS waste batik with batch reactor method. This research sample waste batik from Industrial Sogan Batik Yogyakarta. This research process includes seeding sludge from IPLT Sewon Bantul Yogyakarta and waste treatment process. For treatment process sludge, wastewater batik industry, and co-substrate glucose incorporated into betach reactor with each variation of wastewater adn co-substrate (10%:90%, 20%:80% dan 30%:70%) with detention time (1, 2, 3, 4, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49 51, and 69) hours. Sludge, wastewater and co-substrate glucose that have been mixed in batch reactor has aeration with bubble aerator and then carried out observations of COD and MLSS. from the analysis result value COD that has been plotted in charts showed increasing trend this could be due to the addition of organic co-substrate glucose which is counted as COD. MLSS value analysis result also has increasing trend this is because the addition of a co-substrate glucose can increase the amount biomass of microorganisme.

Keyword : Batik industry wastewater, seeding, COD, MLSS, co-Substrate glucose, biological

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan salah satu hasil budaya Indonesia yang telah dikenal secara internasional dan sudah menjadi warisan budaya dunia sejak dikukuhkan oleh UNESCO tahun 2009. Batik yang semula hanya ada di Jawa, khususnya Jawa Tengah sekarang telah menyebar dan berkembang di berbagai daerah di Indonesia. Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang mempunyai sektor industri batik yang berkembang secara pesat. Hal ini tentunya berdampak positif bagi masyarakat namun diikuti dampak negatif, yaitu pencemaran lingkungan akibat limbah batik yang dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dapat menurunkan kualitas lingkungan sehingga diperlukan usaha untuk mengolah limbah tersebut sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan

Industri batik dalam proses produksinya selalu menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan atau pencelupan. Komponen beban pencemar dan kandungan zat pencemar yang ada sangat tergantung dari jenis beban serat dan zat warna yang digunakan maupun bahan kimia lain sebagai pendukung. Limbah cair industri batik mempunyai karakteristik antara lain : berwarna, pH tinggi, kadar BOD, COD, padatan terlarut dan tersuspensi tinggi, serta suhu air limbah relatif tinggi. Selain itu dalam limbah cair industri batik dimungkinkan terdapat logam berat, fenol, foemaldehid, lemak/minyak dalam jumlah relatif kecil.

Pada umumnya air limbah dari proses industri batik dibuang begitu saja ke lingkungan, alasan yang paling dominan adalah perajin tidak mempunyai waktu dan biaya untuk mengolah limbah cairnya (Sulaeman dkk, 2001). Untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari pembuangan limbah batik maka

harus dilakukan suatu pengolahan untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan.

Secara umum pengolahan limbah cair menggunakan metode konvensional yaitu fisika, kimia dan biologi. Pengolahan secara fisika merupakan cara yang dianggap paling aman dan tidak merusak lingkungan, namun proses ini hanya mengubah bentuk limbah tanpa menurunkan kandungan berbahaya dari limbah tersebut. Adapun pengolahan secara kimia dianggap efektif karena dapat mengolah limbah dalam skala besar dengan menggunakan zat pengolah, namun pengolahan secara kimia ini dapat menimbulkan efek samping yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan baru yang disebabkan dari bekas-bekas zat kimia yang digunakan dalam mengolah limbah. Pengolahan secara biologi merupakan pengolahan limbah dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme sebagai katalis dalam dalam air limbah (Zuhria Faida, 2014).

Berdasarkan pengolahan yang ada penelitian ini mengembangkan pengolahan secara biologi menggunakan metode batch aerob dengan menambahkan kosubstrat. Pengolahan dilakukan dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme aerob untuk mengikat atau menghancurkan bahan-bahan yang ada dalam limbah cair batik menjadi bahan yang mudah dipisahkan agar tidak memberikan dampak pencemaran terhadap lingkungan.

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pengolahan secara biologi adalah perbandingan nilai BOD dan COD limbah. Menurut Said dan Ineza (2002) pengolahan biologis bisa dilakukan apabila perbandingan antara COD dengan BOD berkisar 0,65. Berdasarkan penelitian Saptarani (2009), dilakukan pengolahan limbah batik cair pada industri batik Indah Yogyakarta dengan karakteristik awal limbah batik yang di dapat untuk hasil BOD adalah 142 mg/l dan untuk nilai COD 269 mg/l, hasil perbandingan nilai BOD dan COD yang didapatkan yaitu 0,52 dan penelitian yang dilakukan oleh Zuhria (2014) pada Industri Batik Rara Djonggrang didapatkan nilai BOD dan COD sebelum adanya pengolahan yaitu 1300 mg/l dan 4400 mg/l, didapatkan hasil perbandingan BOD

dan COD yaitu 0,3. Berdasarkan penelitian yang ada rata-rata nilai perbandingan BOD dan COD tidak melebihi 0,65 maka limbah cair batik dapat diolah secara biologis.

Pada penerapannya, dalam pengolahan ini ditambahkan kosubstrat untuk meningkatkan jumlah biomassa dari mikroorganisme. Jenis kosubstrat yang ditambahkan dapat berupa karbon organik seperti glukosa. Pengaruh penambahan glukosa sebagai kosubstrat dapat memberikan nutrisi pada bakteri sehingga bakteri cepat untuk mendegradasi senyawa-senyawa pencemar.

Dalam reaktor batch aerob ditambahkan unit aerator yang berfungsi untuk memberikan suplai oksigen agar mikroorganisme tetap hidup. Dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal dalam menurunkan konsentrasi zat organik di dalam air limbah cair batik tersebut. Oksigen juga bermanfaat untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia serta dapat menghilangkan bau.

1.2 Rumusan Masalah

Limbah cair industri batik mengandung bahan organik yang tinggi, bila dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu akan menimbulkan dampak negatif berupa penurunan kualitas lingkungan. Upaya penanganan dampak dapat dilakukan dengan pengolahan secara fisika, kimia dan biologis. Bila dibandingkan dengan pengolahan secara fisika dan kimia, pengolahan secara biologis masih jarang dilakukan. Dalam penelitian ini mencoba untuk mengembangkan pengolahan secara biologis dengan cara menambahkan kosubstrat pada limbah industri batik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kosubstrat glukosa terhadap konsentrasi COD dan MLSS limbah cair industri batik secara biologis dengan metode reaktor batch aerob.

2. Mengetahui pengaruh penambahan variasi kosubstrat glukosa sehingga didapatkan variasi optimal untuk pengolahan limbah cair industri batik secara biologis dengan metode batch aerob.

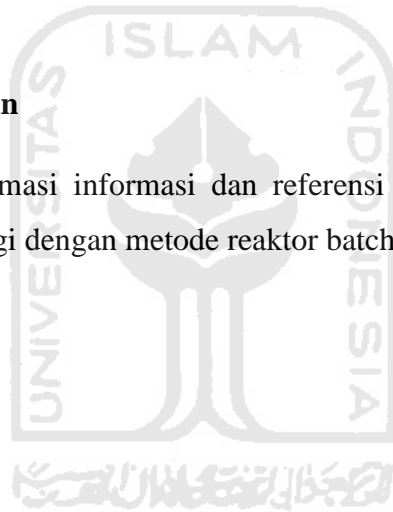
1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Limbah cair batik yang digunakan adalah limbah batik dari industri di Yogyakarta.
2. Pengolahan limbah batik menggunakan pengolahan biologi secara aerob dengan metode reaktor batch dengan parameter penelitian yaitu COD dan MLSS

1.5 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi informasi dan referensi untuk mengolah limbah industri batik secara biologi dengan metode reaktor batch.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batik

Batik adalah suatu karya seni pada sehelai kain dengan berbagai corak dan warna yang dibuat dengan alat yang berupa canting dengan menggunakan lilin batik atau malam sebagai perintang warnanya kemudian dicelupkan pada zat warna (Atikasari, 2005).

Dilihat dari unsur seninya, selembar kain batik merupakan kategori seni rupa dimensional, dimana unsur pokok dari seni rupa dua dimensional terdiri dari unsur garis, warna, bidang (*space*), dan tekstur. Unsur pada garis batik terdapat pada efek goresan canting klowong atau batas-batas bidang motif maupun isian yang bersifat linier. Unsur warna merupakan elemen seni rupa yang sangat dominan, karena sangat mudah tertangkap oleh mata, yang dapat mewakili keindahan dan juga dapat dijadikan sebagai simbol. Unsur bidang (*space*) sangat diperlukan dalam menyusun komposisi disain yang seimbang. Unsur tekstur merupakan nilai raba suatu permukaan (halus, kasar, licin, dsb). Pada teknik batik unsur ini dapat dihasilkan dengan beberapa cara seperti pemberian macam-macam titik (cecek), bermacam-macam isian, remukan lilin, goresan paku (sosrok) pada lilin sebelum proses pencelupan, dan lain-lain (Nurdalia, 2006).

Banyak hal yang dapat diungkap dalam seni batik seperti latar belakang kebudayaan, kepercayaan adat istiadat, sifat, tata kehidupan, alam lingkungan, cita rasa, tingkat keterampilan dan lain sebagainya. Beberapa daerah seperti Yogyakarta, Solo dan Pekalongan terkenal dengan sebutan ‘kota batik’ karena menghasilkan batik dalam jumlah besar dan jenis yang beragam (Isniah, 2009).

2.2 Proses Pembuatan Batik

Menurut Murtihadi dan Mukminatun (1997 : 55) proses pembuatan batik dibedakan menjadi dua yaitu batik tulis dan batik cap :

a. Batik tulis

Batik tulis yaitu bati yang proses pengerjaannya menggunakan alat canting untuk memindahkan lilin cair pada permukaan kain guna menutupi bagian tertentu yang dikehendaki agar tidak terkena zat warna.

b. Batik cap

Batik cap yaitu kain batik yang engerjaannya dilakukan dengan cara mencapkan lilin batik cair pada kain atau mori dengan alat cap berbentuk stampel dari plat tembaga yang sekaligus memindahkan pola ragam hias.

Berdasarkan sumber (World Batik Summit, 2011), proses pembatikan dengan cara tulis meliputi :

1. Nyungging, yaitu proses pembuatan pola atau motif pada kertas
2. Nualak, yaitu memindahkan gambar pada kertas ke kain dengan cara dijiplak
3. Ngolowong, yaitu pelekatan malam dengan canting sesuai motif atau pola
4. Ngiseni, yaitu pemberian isen-isen daa tanahen. Isen-isen yaitu motif pengisi pada ornamen utama, sedangkan tanahen ialah motif pengisi antar bidang kosong
5. Mopok, yaitu menutupi bagian-bagian berwarna dengan malam
6. Nyolet, yaitu pemberian warna secara setempat dengan kuas yang terbuat dari bambu atau rotan. Biasanya warna yang hilang diberikan hanya pada bagian tertentu dengan warna bervariasi
7. Nglorod, yaitu proses pengilangan malam dengan cara merendam kain pada air mendidih hingga lilin yang menempel pada kain larut
8. Nanahi, membatik pada bagian luar mptif background sesuai dengan motif yang diinginkan
9. Nyelup, mencelupkan kain yang telah dibatik pada zat larutan waran
10. Nglorod, menghilangkan malam secara menyeluruh dengan mencelupkan ke air mendidih.

2.2.1 Pelekatan Lilin Batik

Lilin batik berfungsi sebagai penolak terhadap warna yang diberikan pada kain saat pengerjaan berikutnya atau menahan masuknya warna ke dalam kain. Pelekatan lilin pada kain untuk membuat motif batik yang dikehendaki, dengan cara menuliskan menggunakan canting tulis atau dengan cara di cap menggunakan canting cap. Agar dapat distuliskan pada batik, maka lilin batik perlu dipanaskan dahulu pada suhu $\pm 60^{\circ}$ - 70° (Nurdalia, 2006).

2.2.2 Pewarnaan Batik

Pewarnaan dapat berupa pekerjaan mencelup, cotelan atau lukisan (*painting*). Yang dimaksud dengan proses pencelup adalah suatu proses pemasukan zat warna ke dalam serat-serat bahan tekstil, sehingga diperoleh warna yang tahan luntur. Zat warna biasanya digunakan dalam proses pencelupan (Riyanto, dkk, 1997).

Zat warna yang dipakai dapat berupa zat warna alam yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau zat warna sintesis. Zat warna yang banyak dipakai sebagai pewarna pada pembuatan batik adalah naphthol, sebagai warna soga, wedelan dan warna-warna lainnya. Pekerjaan mencelup dengan naphthol meliputi merendam kain dalam larutan zat warna naphthol, mengatur kain yang sudah dicelup, membangkitkan warna dengan larutan diazo, mencunci atau membilas kain yang telah selesai dicelup. Sering kali untuk beberapa proses dilakukan pengulangan proses pencelupan naphthol yang dilanjutkan dengan garam azo (Laksono, 2012)

2.2.3 Menghilangkan Lilin

Menurut Laksono (2012) menghilangkan lilin pada kain batik dapat berupa menghilangkan sebagian atau keseluruhan. Menghilangkan lilin sebagian atau setempat adalah melepaskan lilin pada tempat-tempat tertentu dengan cara menggaruk lilin itu dengan alat semacam pisau, pekerjaan ini disebut ‘ngerok’ atau ‘ngerik’.

Menghilangkan lilin secara keseluruhan dilakukan pada tengah-tengah proses pembuatan batik atau pada akhir proses pembuatan batik. Pada pembuatan kain batik secara lodoran, di tengah-tengah proses pembuatan batik tidak diadakan kerokan, tetapi kain tersebut dilorod dimana lilin dihilangkan seluruhnya. Kemudian pada warna-warna yang tidak boleh ketumpangan warna lain atau di tempat-tempat yang akan tetap putih ditutup dengan lilin (penutupan dilakukan dengan tangan). Menghilangkan lilin keseluruhan pada akhir proses pembuatan batik disebut “mbabar” atau “ngebyok” atau melorod. Menghilangkan lilin secara keseluruhan ini dikerjakan dengan cara pelepasan di dalam air panas, dimana lilin meleleh dan lepas dari kain (Sunarto, 2008).

2.3 Karakteristik Limbah Batik

1. Karakteristik fisika

Karakteristik fisika air limbah batik meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah. Bau merupakan parameter yang subyektif. Adanya bau pada air limbah menunjukkan adanya komponen-komponen lain di dalam air tersebut. Pada air limbah, warna biasanya disebabkan oleh adanya materi *disolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa koloid. Padatan yang ada di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi *floating*, *settleable*, *suspended* atau *dissolved*.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air limbah batik meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasi dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O,N,P,H). Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik yang umumnya terdiri atas *sand*, *grit*, dan mineral-mineral, baik *suspended* maupun *disolved*. Misalnya : Klorida, ion, hidrogen, nitrogen, fosfor, logam berat dan asam.

3. Karakteristik Biologis

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air (Purwaningsih, 2008).

Tabel 1.1 Karakteristik dan Baku Mutu Limbah Cair Industri Batik

Parameter	PROSES BASAH		PROSES KERING	
	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (kg/ton)
BOD ₅	85	5,1	85	1,275
COD	250	15	250	3,75
TDS	2.000	120	2.000	30
TSS	60	3,6	80	1,2
Fenol	0,5	0,03	1	0,015
Krom Total (Cr)	1	0,06	2	0,03
Amonia Total (NH ₃ Sebagai N)	3	0,18	3	0,045
Sulfida (sebagai S)	0,3	0,018	0,3	0,0045
Minyak dan Lemak Total	5	0,3	5	0,075
Suhu	± 3°C terhadap suhu udara			
pH	6,0 – 9,0			
Debit limbah Paling Banyak (m ³ /Ton produk batik)	60		15	

Baku mutu : Kep. Gubernur Kepala DIY. No: 7/2016

2.4 Dampak Buruk Limbah Cair Industri Batik

Industri batik merupakan industri yang berpotensi mengandung logam berat, sehingga dapat menyebabkan rusaknya lingkungan. Keberadaan limbah industri dapat diketahui dari pencemaran fisik, seperti berbau menyengat dan air menjadi keruh. Timbulnya gejala tersebut secara mutlak dapat dipakai sebagai salah satu tanda terjadinya tingkat pencemaran air yang cukup tinggi (Wardhana,

2001). Adapun beberapa dampak yang ditimbulkan dari air limbah yang tidak dikelola dengan baik adalah sebagai berikut :

1. Gangguan terhadap kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa penyakit yang ditularkan melalui air limbah. Selain sebagai pembawa penyakit didalam air limbah juga terdapat bakteri pathogen penyebab penyakit (Sugiharto, 2005:45), serta terdapat zat-zat berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi makhluk hidup yang mengkonsumsinya (Ricki M.Mulia, 2005:69).

Salah satu zat berbahaya yang digunakan adalah dari penggunaan zat warna kimia naftol dan reaktif. Efek negatif pewarna kimiawi dalam proses pewarnaan oleh pengrajin batik adalah resiko terkena kanker kulit. Ini terjadi karena pada saat proses pewarnaan, umumnya pengrajin tidak menggunakan sarung tangan sebagai pengaman, walaupun memakai tidak benar-benar terlindung secara maksimal. Akibatnya, kulit tangan terus-menerus bersinggungan dengan pewarna kimia berbahaya naftol yang lazim digunakan dalam industri batik. Bahan kimia yang termasuk dalam kategori B3 (bahan beracun berbahaya) ini dapat memicu kanker kulit (Mubarokah, 2010).

2. Penurunan kualitas lingkungan

Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan (misalnya: sungai dan danau) dapat mengakibatkan pencemaran air permukaan tersebut. Adakalanya, air limbah juga dapat merembes ke dalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar, maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai peruntukannya (Ricki M.Mulia, 2005:69).

Banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air. Hal ini mengakibatkan matinya ikan dan bakteri di dalam air, juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air, sehingga proses *self purification* yang seharusnya dapat terjadi pada air limbah menjadi terhambat (Sugiharto, 2005: 48).

3. Gangguan terhadap kerusakan benda

Air limbah yang mengandung gas karbondioksida yang agresif dapat menyebabkan proses terjadinya perkaratan pada benda yang terbuat dari besi. Dengan adanya kerusakan tersebut maka memperbesar biaya pemeliharaan, sehingga dapat menyebabkan kerugian material. Selain itu, limbah yang berkadar pH terendah atau bersifat asam maupun pH tinggi yang bersifat basa dapat merusak benda-benda yang dilaluinya (Sugiharto, 2005: 50-51).

2.5 Pengolahan Limbah Cair Industri Batik

Pengolahan limbah cair terutama ditujukan untuk mengurangi kandungan bahan pencemaran di dalam air, seperti senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroorganisme patogen dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di alam. Proses pengolahan dilakukan sampai batas tertentu hingga limbah cair tidak mencemari lingkungan hidup.

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologi atau gabungan dari ketiga sistem pengolahan tersebut. Berikut adalah penjelasan dari masing masing pengolahan yang ada :

- a. Pengolahan secara fisika, merupakan metode pemisahan sebagian dari beban pencemaran khususnya padatan tersuspensi atau koloid dalam limbah cair dengan memanfaatkan gaya-gaya fisika (Eckenfelder, 1989 dan Metcalf & Eddy, 2003).
- b. Pengolahan secara kimia, merupakan metode penghilang atau konversi senyawa-senyawa polutan dalam limbah cair dengan penambahan baha-bahan kimia atau reaksi kimia lainnya (Metcalf & Eddy, 2003).
- c. Pengolahan secara biologi dapat menurunkan kadar zat organik terlarut dengan memanfaatkan mikroorganisme atau tumbuhan air. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah adalah bakteri, algae, atau protozoa (Ritman dan Mcarty, 2001). Untuk tumbuhan air yang mungkin dapat digunakan termasuk gulma air (Lisnasari, 1995).

Berdasarkan penelitian yang ada Setyaningsih (2007), telah melakukan penelitian tentang pengolahan limbah batik dengan proses kimia dan adsorpsi karbon aktif. Tujuan utamanya adalah menghilangkan warna dari limbah batik dengan menggunakan koagulan FeSO_4 dan Ca(OH)_2 . Pengolahan dilanjutkan dengan adsorpsi secara batch terhadap perubahan waktu kontak dan konsentrasi dari variasi karbon yang digunakan. Jenis karbon aktif yang digunakan adalah tempurung kelapa, sekam, padi baru bara lokal dan batu bara impor. Dari hasil penelitian tersebut karbon aktif dari sekam padi dapat menurunkan warna paling besar yaitu 95,16 % sedangkan dengan tempurung kelapa hanya 75,81 %.

Penelitian yang dilakukan Asih (2001) bertujuan untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan TSS dalam limbah cair batik dari proses pewarnaan dan proses penghilang lilin dengan menggunakan koagulan tawas dan lilin.

Soedarsono dan Syahputra (2007) melakukan penelitian secara fisika pada pengolahan limbah batik dengan proses kombinasi elektrokimia, filtrasi dan adsorpsi. Metode elektrokoagulasi juga dilakukan Purwaningsih (2008) dalam penelitiannya untuk mengolah limbah cair batik dengan pengukuran parameter COD dan warna. Proses elektrokoagulasi digunakan elektroda lempengan Stainless Steel sebagai anoda bermuatan positif dan lempengan Aluminium sebagai katoda yang bermuatan negatif. (Saptarini, 2009).

Pengolahan secara biologi telah diterapkan dalam pengolahan limbah cair batik yaitu dengan menggunakan lumpur aktif pada penelitian yang dilakukan Rafika dkk (2012). Dalam penelitiannya dapat menurunkan kadar COD sebesar 80,42 %, kadar BOD sebesar 79,03 % dan Pb sebesar 75,13 %. Waktu optimal perlakuan lumpur aktif terhadap penurunan kadar COD dan BOD pada air limbah adalah 12 jam dan untuk Pb adalah 8 jam. Hasil dari penelitian ini di dapatkan bahwa lumpur aktif memberikan pengaruh yang paling baik dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Pb.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pengolahan secara adsorpsi maupun elektrolisis memiliki efisiensi yang baik dalam pengolahan limbah batik tetapi juga menimbulkan limbah baru yaitu flok/koagulan yang tidak dapat digunakan lagi, dan pengolahan ini membutuhkan

biaya yang cukup tinggi. Sedangkan untuk proses koagulasi-flokulasi memiliki beberapa kelebihan yaitu lebih cepat, efektif dan efisien menghilangkan bahan-bahan limbah dalam bentuk koloid, dengan menambahkan koagulan, namun masalah yang ditimbulkan dalam pengolahan ini adalah banyaknya endapan lumpur yang dihasilkan sehingga membutuhkan penanganan lebih lanjut (Ramalho, 1983; Eckenfelder, 1989; Metcalf & Eddy, 2003). Sedangkan untuk pengolahan secara biologis pada limbah cair batik dirasa lebih mudah dioperasikan, sederhana dan lebih murah. Dalam penelitian pengolahan limbah cair batik dilakukan dengan proses secara biologis dengan metode aerob.

2.6 Metode Pengolahan Secara Aerob

Pengolahan limbah cair dengan proses aerobik adalah memanfaatkan aktifitas mikroorganisme atau metabolisme sel untuk menurunkan atau menghilangkan senyawa-senyawa organik biodegradable yang terkandung di dalam air limbah. Proses metabolisme sel dapat dibedakan atas 2 jenis proses yaitu proses anabolisme dan proses katabolisme (Manahan, 1994; Ritmann McCarty, 2001; Suriawiria, 1996). Pada proses katabolisme atau disebut juga disimilasi atau bioenergi, nutrien berfungsi sebagai penerima energi. Sumber energi pada bakteri berupa bahan organik sederhana yang diuraikan menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana. Energi yang dihasilkan berupa energi kimia yang diperlukan untuk aktifitas sel, misalnya perkembangbiakan, pembentukan spora, pergerakan, biosintesa dan lain sebagainya. Nutrien yang berfungsi sebagai penerima energi diantaranya adalah oksigen dan KNO_3 (Rittmann dan McCarty, 2001). Pada proses anabolisme atau asimilasi atau biosintesa, nutrien berperan sebagai bahan baku. Tanpa adanya nutrien maka proses biosintesa tidak dapat berlangsung (Suriawiria, 1996).

Pada prinsipnya pengolahan limbah secara biologis diterapkan dengan memanfaatkan mikroorganisme yang diperoleh secara alamiah (Ritmann and McCarty, 2001; Metcal and Eddy, 2003). Pengolahan limbah cair secara biologis

merupakan cara yang efektif karena sistem ini relatif murah dengan biaya operasional yang rendah (Fardiaz, 1992).

A. Mekanisme Proses Aerobik

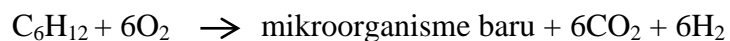
Di dalam proses aerobik, mekanisme transfer oksigen dilalui dalam 2 tahap, yaitu pertama-tama gelembung udara dilarutkan dalam air limbah yang disebarkan oleh aerator, kemudian larutan oksigen diserap oleh mikroorganisme di dalam metabolisme dari bahan organik yang terdapat di dalam air limbah. Bakteri aerob akan memakan bahan organik dalam air limbah dengan bantuan O₂ agar bakteri dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik.

Perombakan yang terjadi di dalam proses ini sangat tergantung pada bakteri yang memerlukan udara, baik untuk pertumbuhan maupun untuk respirasi. Dengan ketersediaan oksigen makan bahan organik akan disintesa menjadi sel-sel baru dan sebagian lagi akan di konversi menjadi produk akhir yang stabil seperti CO₂, H₂O dan NO₃. (Irene, 2013).

Beberapa reaksi biokimia yang terjadi di dalam proses aerobik :

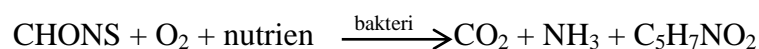
1. Sintesis

Reaksi bahan organik dengan oksigen untuk membentuk CO₂, H₂ dan sel mikroorganisme yang baru. Contoh reaksi :



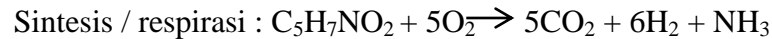
2. Respirasi *Endogenous*

Bahan sel mikroorganisme dan bahan organik yang sudah mengalami assiliasi, kemudian dilanjutkan dengan degradasi aerobik melalui respirasi endogenous sebagai berikut :



Bahan organik

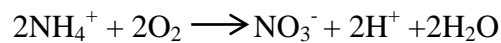
Bahan sel tak aktif



Reaksi respirasi endogenus mengakibatkan produksi padatan tersuspensi perlahan lahan mengendap atau dikonsumsi oleh protozoa.

3. Nitrifikasi

Proses oksidasi nitrogen (ammonium) menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrosomonas* sp dan *Nitrobacter* sp dalam kondisi aerob disebut sebagai proses nitrifikasi. Secara keseluruhan reaksinya menjadi :



Penghilang amonia dari air limbah sangat penting, karena amonia bersifat racun, khususnya bagi biota aquatic. Sebagian besar proses oksidasi biologis berada pada kisaran suhu mesofilik yaitu anatar 20-40 °C (Eckenfelder, 2000).

B. Sistem Aerasi Untuk Pengolahan Limbah Secara Aerob

Oksigen sangat diperlukan dalam pengolahan limbah secara biologis aerob untuk keperluan pernapasan dan pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan pada proses tersebut. Oksigen ditambahkan ke dalam proses biologis secara aerasi. Aerasi merupakan proses dimana udara disirkulasikan melalui, dicampur dengan, atau dilarutkan dalam cairan. Secara garis besar ada dua jenis aerasi, aerasi secara difusi dan secara mekanis. Dalam penelitian ini digunakan aerasi secara difusi yaitu dengan dimasukkan/dialirkanya oksigen atau udara ke dalam badan air dalam bentuk gelembung dan oksigen ditransfer dari gelembung ke dalam air (Hismi, 2015).

2.6.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Aerob

Proses aerob sangat di pengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, pH, waktu tinggal, hodrolisis dan nutrient. Teperatur optimum untuk proses aerob yaitu berkisar antara 25-40°C. pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah sebesar 6,5-7,5. Sedangkan waktu tinggal, semakin lama waktu tinggal

maka penyisihan yang terjadi akan semakin besar. Mikroorganisme juga membutuhkan nutrien untuk sintesa sel dan pertumbuhan (Said, 2000).

2.7 Reaktor Batch

Reaktor batch merupakan reaktor dimana saat terjadinya reaksi tidak ada penambahan maupun pengeluaran bahan ($\text{feed inlet} = \text{feed outlet} = 0$). Dalam reaktor batch, reaksinya terjadi dalam sekali proses, sistem batch juga berfungsi sebagai pengolahan limbah dengan pengadukan sempurna. Reaktor jenis ini biasanya di gunakan untuk produksi berkapasitas kecil seperti pelarutan padatan, pencampuran produk, reaksi kimia, batch distillation, kristalisasi, ekstraksi cair-cair, polimerisasi, dan fermentasi (Nauman, 2002).

2.8 Penggunaan Kosubstrat Glukosa Pada Pengolahan Limbah

Kosubstrat merupakan senyawa pendamping substrat yang jenis senyawanya berbeda dengan substrat. Kosubstrat dapat digunakan untuk menyediakan koenzim dan energi untuk kehidupan mikroorganisme (Prior et al, 1998). Jenis kosubstrat yang dapat digunakan berupa karbon organik seperti glukosa. Glukosa mengandung unsur atau senyawa karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai energi untuk mendegradasi limbah.

Berdasarkan penelitian Laksmsari (2014), glukosa di gunakan sebagai kosubstrat dalam pengolahan air limbah minyak solar menggunakan sistem *High Rate Alga Reactor* (HRAR). Sistem HRAR ini ditambahkan substrat untuk meningkatkan jumlah biomassa. Semakin banyak penambahan glukosa menyebabkan semakin tinggi nilai efisiensi penyisihan kandungan minyak. Penambahan glukosa sebagai kosubstrat dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri sehingga meningkatkan efisiensi penyisihan minyak solar.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini dibagi menjadi dua langkah. Langkah pertama adalah penelitian awal yang berupa proses *seeding* dan langkah kedua adalah penelitian utama, yaitu pengoperasian batch reaktor. Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagaimana **Gambar 3.4**.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan kurang lebih selama satu bulan yang dilanjutkan dengan pengolahan data dan penyusunan laporan.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Variasi kosubstrat adalah 90%, 80% dan 70% dengan variasi air limbah cair industri batik adalah 10%, 20% dan 30%. Variasi waktu pengambilan adalah (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

2. Variabel terikat

Pengaruh metode reaktor batch aerob terhadap kadar COD dan MLSS yang berasal dari limbah cair Industri Sogan Batik.

3.4 Persiapan Awal

3.4.1 Karakteristik Limbah Cair

Pengambilan sampel air limbah cair industri batik berada di Sogan Batik Dusun Rejodani, Sleman, Yogyakarta. Pengujian karakteristik limbah cair industri batik dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan FTSP UII.

Analisa sampel limbah cair industri batik terdiri dari analisa COD, TSS, dan pH yang mengacu pada Keputusan Gubernur Kepala DIY. No. 7/2016.

3.4.2 Karakteristik Lumpur

Pengambilan lumpur dilakukan di IPLT Sewon, Bantul, Yogyakarta. Pengujian karakteristik lumpur dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan FTSP UII. Pada pengujian karakteristik awal lumpur dilakukan analisa VSS untuk mengetahui jumlah biomassa lumpur awal.

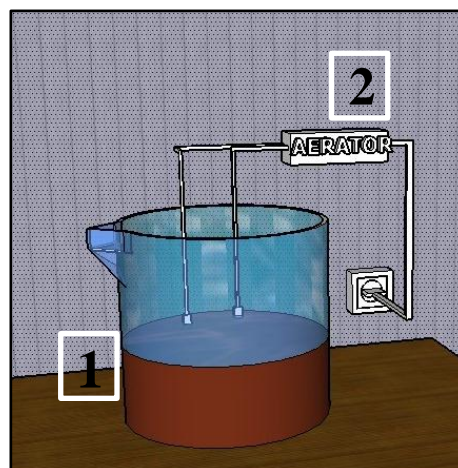
3.4.3 Persiapan Reaktor

3.4.3.1 Rangkaian Reaktor pada Tahap *Seeding*

Proses *seeding* dilakukan dengan menggunakan dua tahap. Pada tahap pertama menggunakan reaktor berupa erlenmeyer berukuran 1000 ml dan stirrer. Tahap kedua menggunakan reaktor berupa ember berukuran 5 L dan bubble aerator.

3.4.3.2 Rangkaian Reaktor pada Tahap *Running*

Rangkaian sketsa dari batch yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Reaktor Batch

Keterangan :

1. Reaktor Batch
2. Aerator

Reaktor batch yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beaker glass yang bervolume 1000 ml yang terbuat dari kaca. Pada reaktor batch ini juga ditambahkan alat aerator yang diletakkan di dasar wadah. Selain sebagai sumber oksigen untuk mikroorganisme aerator juga berfungsi sebagai pengaduk.

3.4.4 Pembibitan (*Seeding*) Lumpur

Seeding merupakan pembiakan mikroba yang merupakan langkah awal dari penelitian biologis. Bibit mikroorganisme diambil sebanyak 1000 ml dan dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan di bawa ke laboratorium. Sebelum proses pembibitan (*seeding*) dilakukan analisis VSS terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan biomassa lumpur. Pembibitan (*Seeding*) lumpur dilakukan dengan mencampurkan sebanyak 500 ml lumpur dengan air secukupnya lalu ditambahkan sukrosa sebanyak 12 gr dan pupuk cair sebanyak 1 sendok makan, kemudian melakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama 24 jam. Dilanjutkan menganalisis nilai VSS setelah dilakukan pembibitan untuk mengetahui kenaikan biomassa dari lumpur tersebut. Berikut adalah gambar pembibitan (*seeding*) lumpur dengan menggunakan magnetic stirrer :



Gambar 3.2 Seeding Lumpur dengan magnetic stirrer

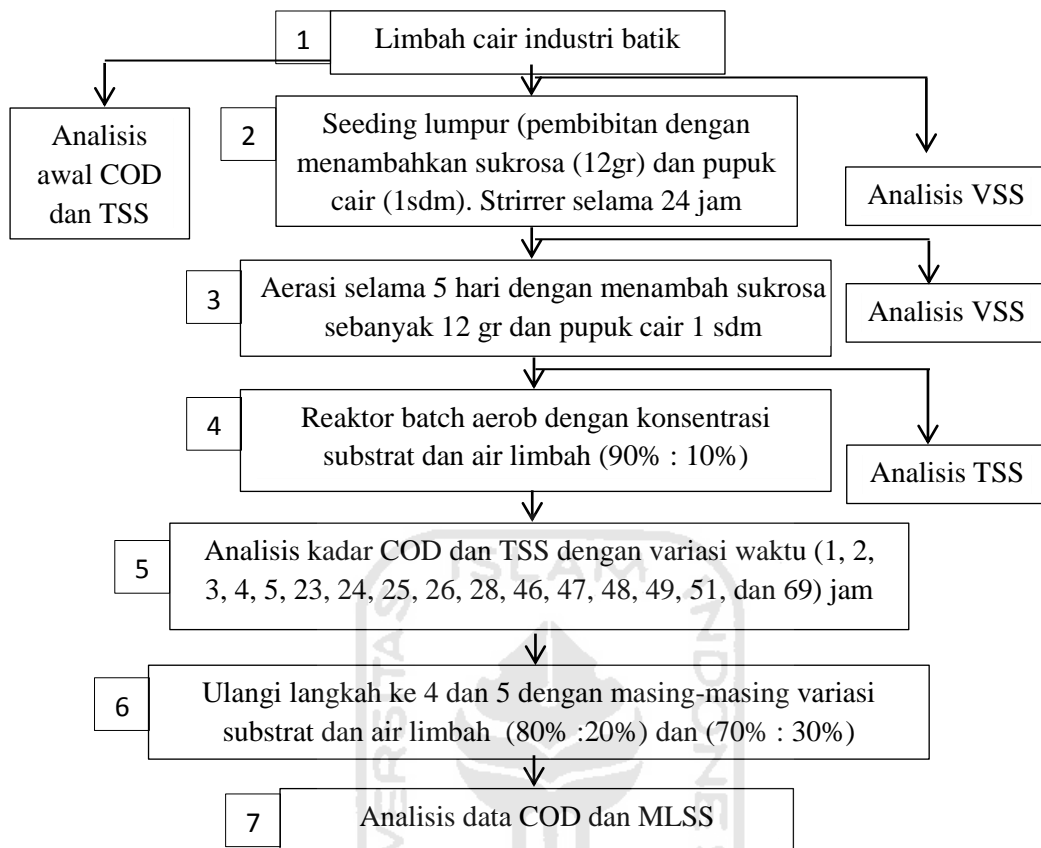
Proses pembibitan dilanjutkan dengan menambahkan lumpur ke dalam wadah ember, di beri air secukupnya agar lumpur tidak terlalu mengental. Ditambahkan juga sukrosa sebanyak 12 gr, 1 sdm pupuk cair. Proses pembibitan ini dilakukan secara aerob dengan aerasi menggunakan bubble aerator, proses ini dilakukan selama 5 hari. Setelah dilakukannya seeding kemudian lumpur kembali di analisis biomassa nya dengan metode TSS. Proses pembibitan (*seeding*) dengan menggunakan bubble aerator dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Seeding lumpur dengan bubble aerator

3.4.5 Tahap *Running*

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Setelah pelaksanaan pembibitan (*seeding*) terhadap lumpur, lumpur di masukkan ke dalam batch reaktor yang diendapkan selama 1 jam terlebih dahulu agar endapan lumpur terpisah dari air. Setelah diendapkan didapatkan volume lumpur sebanyak 600 ml dan volume air sebanyak 400 ml. Volume air yang telah didapatkan dibuang dan kemudian diganti dengan substrat glukosa sebanyak 360 ml (90%) dan air limbah 40 ml (10%) kemudian di aerator. Proses pengolahan secara biologi dengan reaktor batch dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Proses pengolahan secara biologi dengan reaktor Batch

Penelitian ini menggunakan variasi waktu jam ke-1 jam ke-2 jam ke-3 jam ke-5 dan jam ke-23. Setelah jam ke-23 kemudian konsentrasi air limbah dan substrat diganti dengan perbandingan (20% : 80%), langkah tersebut diulangi dengan mengganti konsentrasi air limbah dan substrat dengan perbandingan (30% : 70%).

3.4.6 Parameter yang Diukur

Parameter utama yang dianalisa pada tahap penelitian utama meliputi analisa COD, dan MLSS. Beberapa pengujian tambahan yang dilakukan adalah pH, DO dan Suhu.

1. COD

Analisis COD merupakan penentuan besarnya kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk dapat mengurai senyawa organik secara kimiawi. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri mengacu pada SNI 06.6989.2-2004. Pengambilan sampel untuk analisa COD pada tahap running dilakukan dengan interval waktu tertentu yaitu setiap (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

2. MLSS

Untuk pengujian MLSS mengacu pada metode *Total Suspended Solid (TSS)* SNI 06-6989.3-2004 tentang pengujian padatan tersuspensi *Total Suspended Solid (TSS)* secara gravimetri. Pengambilan sampel untuk analisa MLSS pada tahap running dilakukan dengan interval waktu tertentu yaitu (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

3. pH

pH adalah istilah universal untuk menyatakan intensitas kondisi keasaman atau kebasaan suatu larutan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan alat pH meter. Pengambilan sampel untuk analisa pH pada tahap running dilakukan dengan interval waktu tertentu yaitu setiap (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

4. DO

DO menyatakan jumlah oksigen yang berada dalam sistem. Analisis DO kali ini dilakukan dengan menggunakan metode elektrokimia, yakni langsung menentukan oksigen terlarut menggunakan alat DO meter yang lebih efektif dibandingkan analisa DO winkler (pentitrasian), prinsip kerjanya adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pengambilan sampel untuk analisa DO pada tahap running dilakukan dengan interval waktu tertentu yaitu setiap (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

5. Suhu

Analisis suhu dilakukan dengan menggunakan alat pH meter, dimana disini bersamaan saat mengukur pH secara langsung didapatkan nilai suhunya. Pengambilan sampel untuk analisa suhu pada tahap running dilakukan dengan

interval waktu tertentu yaitu setiap (1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 jam) untuk masing-masing variasi kosubstrat dan air limbah.

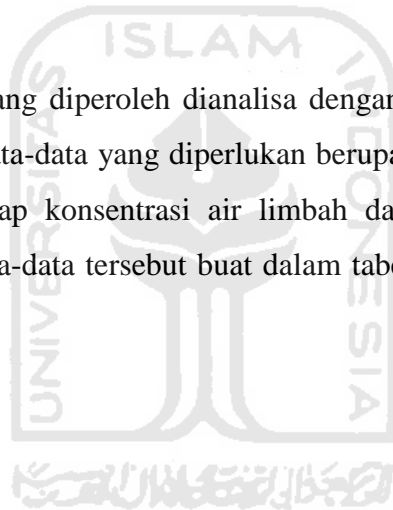
3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan variabel yang telah ditentukan. Setelah waktu pada jam ke-1, 2, 3, 5, 23, 24, 25, 26, 28, 46, 47, 48, 49, 51, dan 69 terpenuhi kemudian dilakukan pengambilan data sesuai kebutuhan untuk dianalisa kadar COD dan MLSS.

3.5.2 Pengolahan Data

Hasil penelitian yang diperoleh dianalisa dengan metode deskriptif yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan berupa data (COD, MLSS, pH, DO dan suhu) pada setiap konsentrasi air limbah dan kosubstrat yang telah ditentukan. Kemudian data-data tersebut buat dalam tabel yang kemudian di plot dalam bentuk grafik.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Awal Limbah Batik

Hasil karakteristik awal limbah batik sebelum dilakukan pengolahan dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Batik

Parameter	Baku Mutu	Limbah Cair Batik
COD	100 mg/l	5.260 mg/l
TSS	200 mg/l	34.978 mg/l
pH	6-9	5

Di dapatkan hasil untuk parameter COD yaitu 5.260 mg/l untuk parameter TSS didapatkan hasil 34.978 mg/l, pH untuk air limbah 5. dapat dilihat parameter limbah cair industri batik yang akan dilakukan pengolahan melebihi ambang batas dari baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri di Propinsi DIY, yaitu Peraturan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta No: 7/2016.

4.2 Proses Pengembangbiakan Mikroorganisme (*Seeding*)

Seeding atau disebut juga sebagai pembiakan mikroorganisme merupakan langkah awal dari penelitian reaktor biologis. Dalam tahapan ini dilakukan upaya untuk menambah jumlah biomassa pada lumpur. Mikroorganisme sangat penting peranannya dalam pengolahan secara biologis.

Pembibitan (*Seeding*) lumpur dilakukan dengan mengambil sedimen lumpur yang berlokasi di IPLT Sewon, Bantul, Yogyakarta dengan kondisi awal lumpur berwarna hijau ke hitaman dan berbau. Penggunaan lumpur IPLT ini

dipilih karena kaya akan mikroorganisme selain itu telah ada penelitian sebelumnya dengan menggunakan lumpur aktif untuk mengolah limbah.

Sebelum proses pembibitan, terlebih dahulu dilakukan analisis nilai VSS (*Volatile Suspended Solids*) yang menunjukkan nilai biomassa yang terkandung dalam mikroorganisme. Dalam proses pembibitan lumpur ditambahkan nutrisi berupa substrat sukrosa sebanyak 12 gr dan pupuk cair sebanyak 1 sdm lalu di homogenkan dengan stirrer selama 24 jam. Penambahan substrat sukrosa akan mempercepat pertumbuhan dari mikroorganisme dikarenakan salah satu unsur utama dari pembentukan sel mikroorganisme yang baru berupa unsur karbon (C) yang mudah di serap (Copithorm dkk, 2010; Terasaka dkk, 2011). Setelah dilakukan stirrer selama 24 jam kemudian lanjutkan dengan analisis nilai VSS.

Proses pembibitan dilanjutkan dengan menambahkan lumpur, air secukupnya dan juga nutrisi berupa sukrosa sebanyak 12 gr dan pupuk cair sebanyak 1 sdm. Pada proses pembibitan ini dilakukan dalam ember dengan menambahkan unit aerator sebagai suplai oksigen. Diharapkan dengan aerasi yang cukup mikroorganisme dapat suplai oksigen yang cukup dan baik untuk pertumbuhan mikroorganisme, waktu pembibitan dilakukan selama 5 hari. Kemudian dilakukan analisis VSS kembali.

Menurut Sudaryati (2011) nilai VSS melebihi 2000 mg/l menunjukkan tingkat pertumbuhan mikroorganisme dalam lumpur aktif memasuki *Accelaration phase*, yaitu suatu kondisi dimana mikroorganisme mengalami penurunan waktu generasi dan peningkatan laju pertumbuhan sehingga mikroorganisme mampu melakukan aktivitas dalam menguraikan bahan organik maupun anorganik yang ada. Penambahan nutrisi seperti glukosa dan pupuk cair juga mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme serta jumlah biomassa dalam lumpur.

4.2.1 Hasil Analisa VSS

Tujuan dari analisa VSS adalah untuk mengetahui kandungan biomassa yang terdapat pada lumpur. Berikut hasil dari analisa VSS lumpur pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Hasil Analisis VSS lumpur

Parameter	Sebelum	Sesudah
VSS (mg/L)	5279,1 mg/l	Stirer (24 jam) 5393,3 mg/l
		Aerasi (5 hari) 9400 mg/l

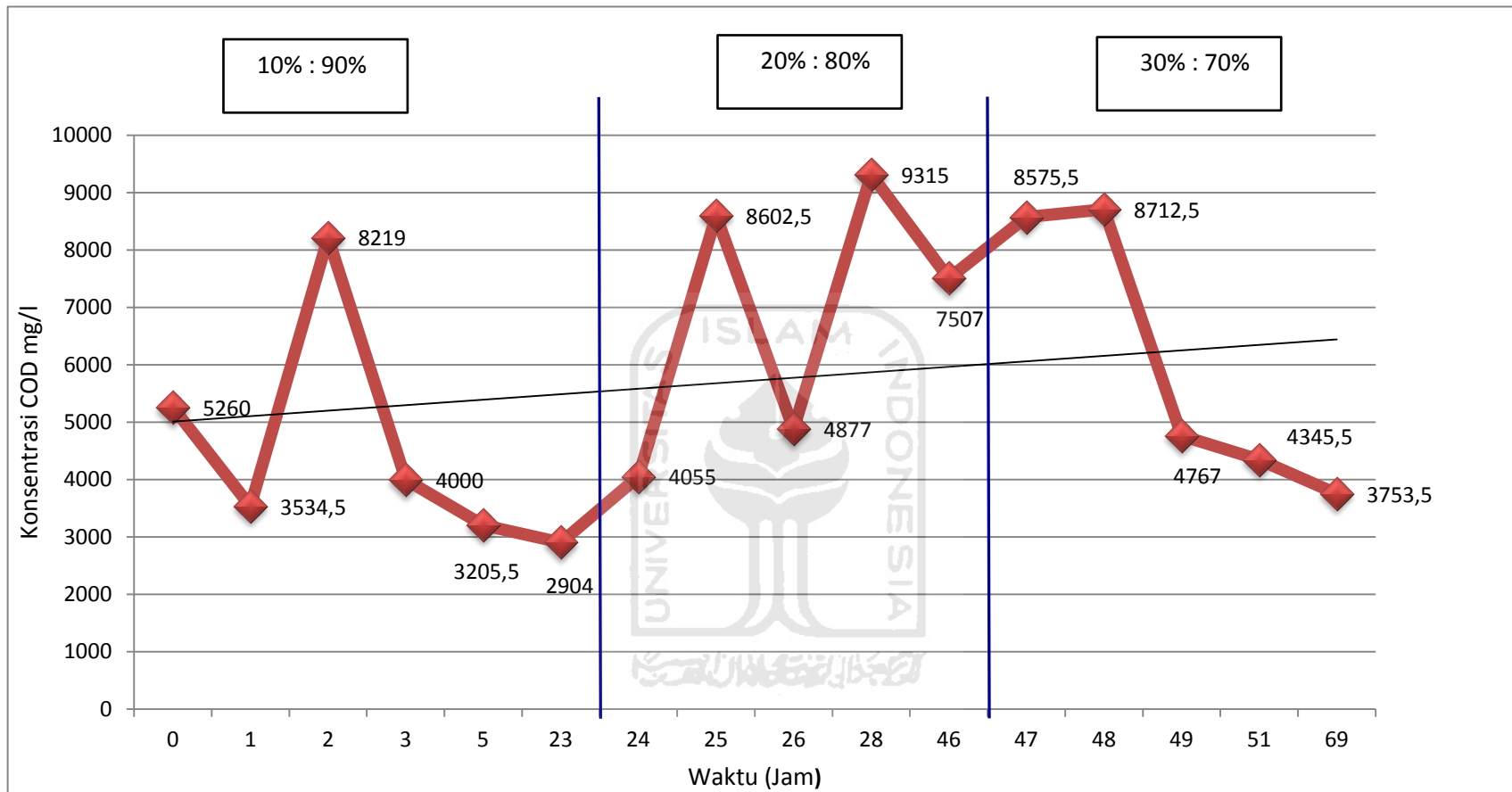
Dari hasil analisis yang didapat nilai VSS mengalami kenaikan, hal ini dapat dikarenakan penambahan nutrient yang menaikkan jumlah biomassa mikroorganisme di dalam lumpur.

4.3 Hasil Analisa Limbah Batik Setelah Pengolahan

Hasil penelitian untuk pengukuran kualitas COD, MLSS, pH, DO, dan suhu setelah dilakukanya pengolahan limbah cair batik dengan metode Batch Aerob.

4.3.1. Hasil Analisa COD

Analisis COD dilakukan dengan pembacaan nilai absorbansi sampel secara duplo. Hasil analisa COD terhadap air limbah cair industri batik yang telah mengalami pengolahan dengan variasi waktu, air limbah dan substrat dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Hasil konsentrasi COD dengan perbandingan konsentrasi air limbah dan kosubstra

a. Variasi waktu terhadap konsentrasi COD

Dalam penelitian ini waktu yang digunakan saat proses pengolahan yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 5 jam dan 23 jam, 24 jam, 25 jam, 26 jam, 28 jam, 46 jam, 47 jam, 48 jam, 49 jam, 51 jam, dan 69 jam. Secara teori, semakin lama waktu kontak mikroorganisme dengan air limbah maka semakin besar pula penurunan kadar pencemar dari air limbah tersebut. Effendi (2003) mengatakan kesempatan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik semakin besar dan bahan organik yang terurai semakin banyak jika waktu tinggal yang digunakan semakin lama.

Dari **Gambar 4.1** dapat dilihat bahwa nilai COD mengalami naik-turun (*fluktuatif*), ini dikarenakan pada setiap jam jumlah mikroorganisme yang ada di dalam reaktor berbeda-beda. Menurut Satriawan dodi (2015) kemampuan mikroorganisme disetiap waktu berbeda karena jumlah mikroorganisme yang baru terbentuk dan jumlah mikroorganisme pada kondisi *stationary* dan mati berbeda tiap waktunya. Selain faktor internal terdapat faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi nilai konsentrasi COD yaitu keterbatasan waktu penelitian yang hanya dilakukan kurang lebih 3 hari (69 jam), karena pengolahan secara biologis membutuhkan waktu kurang lebih selama satu bulan. Pada penelitian ini juga hanya digunakan satu reaktor yang dilakukan secara seri untuk setiap variasi konsentrasi air limbah (10%,20% dan 30%) dan kosubstrat (90%,80% dan 70%). Pada penelitian ini lebih baik digunakan tiga reaktor untuk masing-masing konsentrasi air limbah dan *kosubstrat*.

b. Variasi konsentrasi air limbah batik dan kosubstrat glukosa terhadap konsentrasi COD

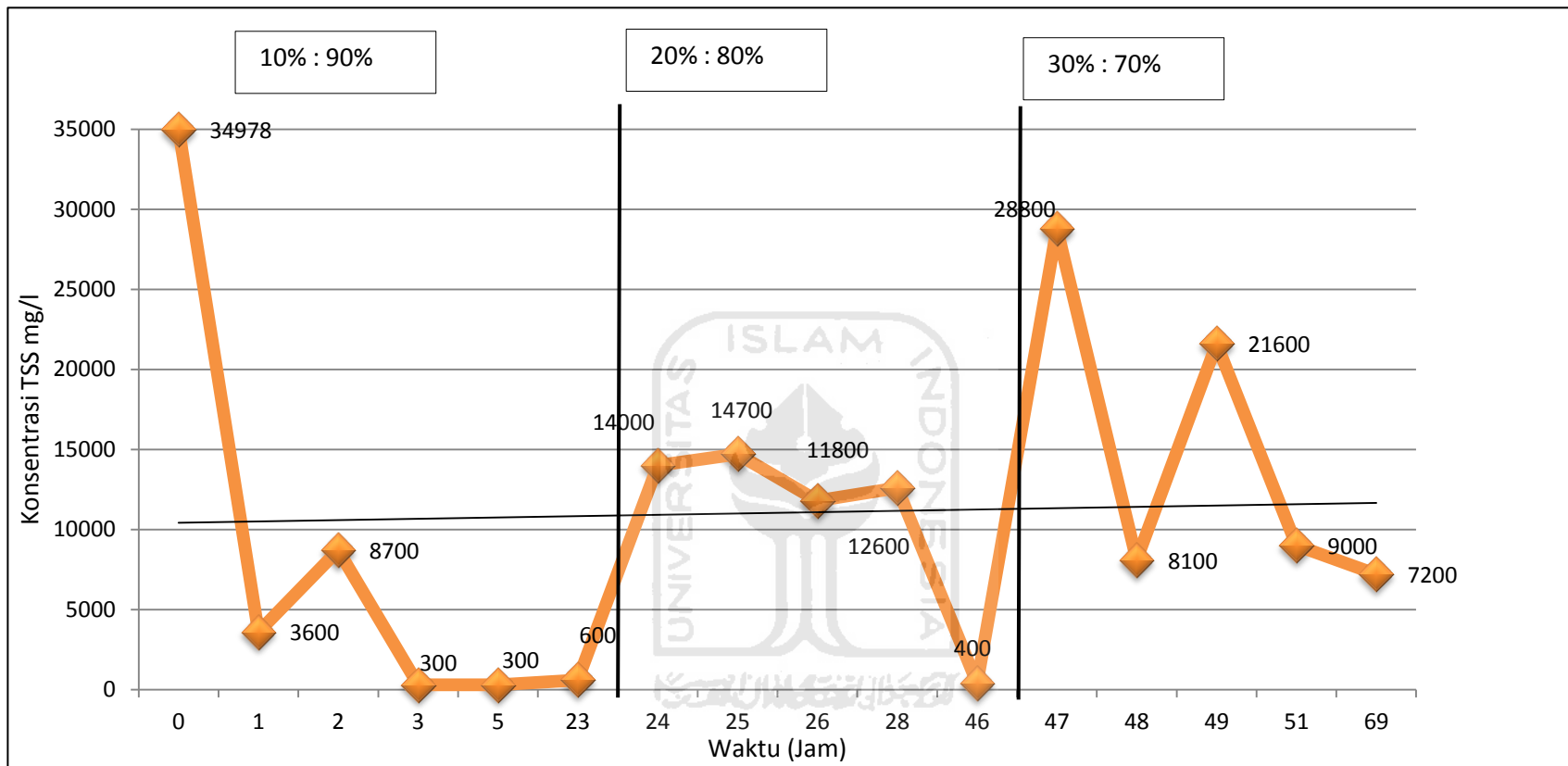
Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi air limbah batik yaitu 10%, 20% dan 30% dan variasi konsentrasi kosubstrat glukosa yaitu 90%, 80% dan 70%. Penambahan kosubstrat glukosa dan air limbah batik sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai COD. Berdasarkan **Gambar 4.1** nilai COD mengalami kenaikan pada jam ke-2, ke-25 dan ke-28 hal ini disebabkan karena adanya *lysis* yang terjadi pada mikroorganisme. Pada penelitian Dian, dkk (2014) peningkatan konsentrasi COD pada pertengahan analisis dikarenakan adanya *lysis* (perpecahan

sel mikroorganisme). Pada saat terjadi *lysis*, bahan organik yang terdapat di dalam sel mikroorganisme akan terukur sebagai bahan organik yang dapat menaikkan konsentrasi COD, yang menyebabkan fluktuatifnya konsentrasi COD.

Secara keseluruhan nilai COD memiliki trend yang meningkat. Peningkatan nilai COD disebabkan karena adanya penambahan kosubstrat organik berupa glukosa yang terhitung sebagai COD.

4.3.2. Hasil Analisa MLSS

Pengujian MLSS (*Mixed Liqour Suspended Solid*) bertujuan untuk mengetahui kuantitas padatan tersuspensi yang terkandung pada larutan dalam reaktor. Dengan kata lain, analisis MLSS digunakan sebagai indikator yang menunjukkan kuantitas mikroorganisme pada sistem lumpur. Proses perombakan bahan organik dalam limbah yang dilakukan oleh mikroorganisme sangat bergantung pada nilai MLSS. Semakin tinggi nilai MLSS maka semakin banyak jumlah mikroorganisme yang ada dalam lumpur. Sehingga dalam suatu pengolahan air limbah terutama yang bersifat kontinyu nilai MLSS diharapkan bertambah (Febrina dkk, 2013). Hasil analisa MLSS dapat dilihat pada **Gambar 4.2.**



Gambar 4.2 Hasil konsentrasi COD dengan perbandingan konsentrasi air limbah dan *kosubstrat*

a. Variasi waktu terhadap konsentrasi MLSS

Variasi waktu yang digunakan dalam analisis konsentrasi MLSS yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 5 jam dan 23 jam, 24 jam, 25 jam, 26 jam, 28 jam, 46 jam, 47 jam, 48 jam, 49 jam, 51 jam, dan 69 jam. Berdasarkan **Gambar 4.2** pada konsentrasi air limbah dan substrat 10% : 90% konsentrasi MLSS mengalami kenaikan pada jam ke-2 dari 3600 mg/l menjadi 8700 mg/l lalu mengalami penurunan hingga jam ke-23 sampai konsentrasi 600 mg/l. saat konsentrasi air limbah dan substrat 20%:80% konsentrasi MLSS juga mengalami kenaikan pada jam ke-25 dari 14000 mg/l menjadi 14700 mg/l lalu mengalami penurunan pada jam ke-26 yaitu 11800 mg/l kemudian naik pada jam ke-28 menjadi 12.600 dan pada jam ke-46 mengalami penurunan yaitu hingga 400 mg/l. Dan untuk konsentrasi air limbah dan substrat 30% : 70% konsentrasi MLSS mengalami penurunan pada jam ke-48 dari 28800 mg/l hingga 8100 mg/l sedangkan pada jam ke-49 mengalami kenaikan yaitu 21600 mg/l dan mengalami penurunan kembali pada jam ke-51 dan jam ke-69 hingga 7200 mg/l.

(Sudaryati, 2007) mengatakan bahwa mikroorganisme membutuhkan waktu yang cukup untuk berkembangbiak dan apabila komponen yang dibutuhkan tersedia, maka mikroorganisme akan berkembang pesat. Fluktuatifnya nilai MLSS seiring pertambahan waktu dapat diidentifikasi sebagai menurunnya pula jumlah mikroorganisme pendegradasi di dalam sistem. penurunan hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor yang mungkin terjadi seperti tidak dapat beradaptasinya mikroorganisme terhadap penambahan kosubstrat yang tinggi serta dapat pula disebabkan karena mikroorganisme mengalami *lysis* yang berpengaruh terhadap kenaikan COD, selain itu terdapat faktor lain yang disebabkan karena keterbatasan waktu penelitian yang dilakukan selama 69 jam atau kurang lebih tiga hari.

b. Variasi konsentrasi air limbah batik dan kosubstrat glukosa terhadap konsentrasi MLSS

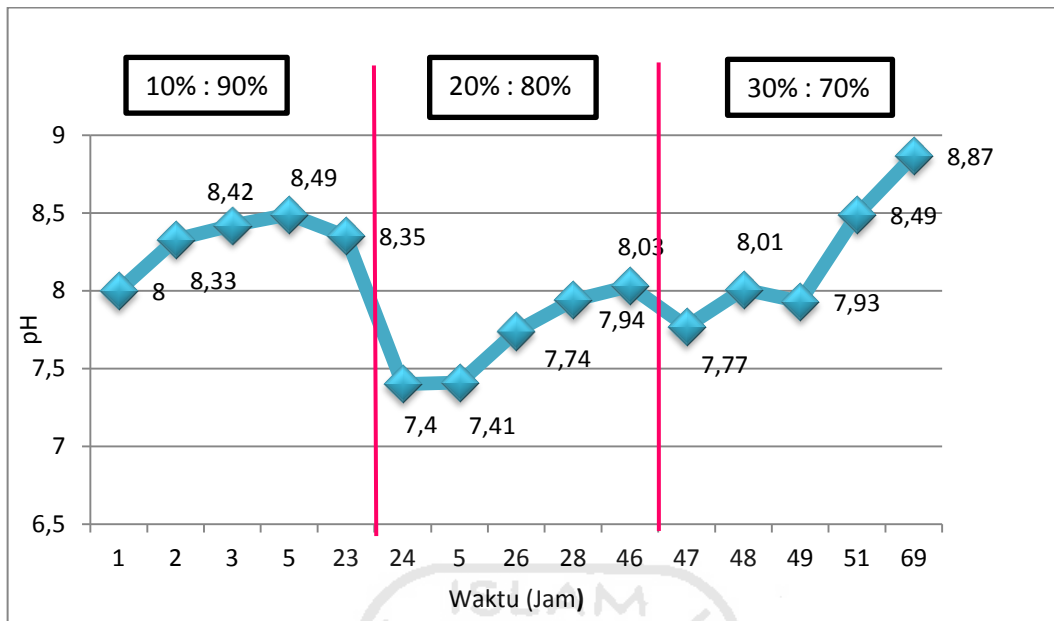
Pada **Gambar 4.2** dapat dilihat bahwa trend nilai MLSS secara keseluruhan mengalami kenaikan. Pada saat konsentrasi air limbah dan substrat 10%:20% nilai MLSS mengalami penurunan dari konsentrasi 3600 mg/l menjadi 600 mg/l, pada

konsentrasi selanjutnya yaitu 20% : 80% nilai konsentrasi pada jam ke-1 MLSS yaitu 14000 mg/l sedangkan pada jam ke-23 mengalami kenaikan konsentrasi hingga 400 mg/l dan untuk konsentrasi 30% : 70% nilai MLSS 28800 mg/l turun menjadi 7200 mg/l.

Bila dilihat secara keseluruhan trend konsentrasi MLSS mengalami kenaikan, konsentrasi MLSS ini menandakan jumlah biomassa mikroorganisme di dalam reaktor. Semakin tinggi jumlah biomassa maka semakin tinggi pula jumlah mikroorganisme. Besarnya konsentrasi MLSS juga dipengaruhi oleh produksi oksigen. Menurut (Dian, dkk 2014) peningkatan nilai MLSS dapat dipengaruhi oleh banyaknya bahan organik yang dioksidasi. Bahan organik dioksidasi oleh mikroorganisme untuk menghasilkan energi tersebut digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Sehingga, semakin banyak jumlah substrat atau bahan organik yang dioksidasi menyebabkan meningkat pula konsentrasi MLSS yang terdapat pada reaktor. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan kosubstrat glukosa dapat meningkatkan jumlah biomassa dari mikroorganisme.

4.3.3 Nilai derajat keasaman (pH) setelah proses pengolahan

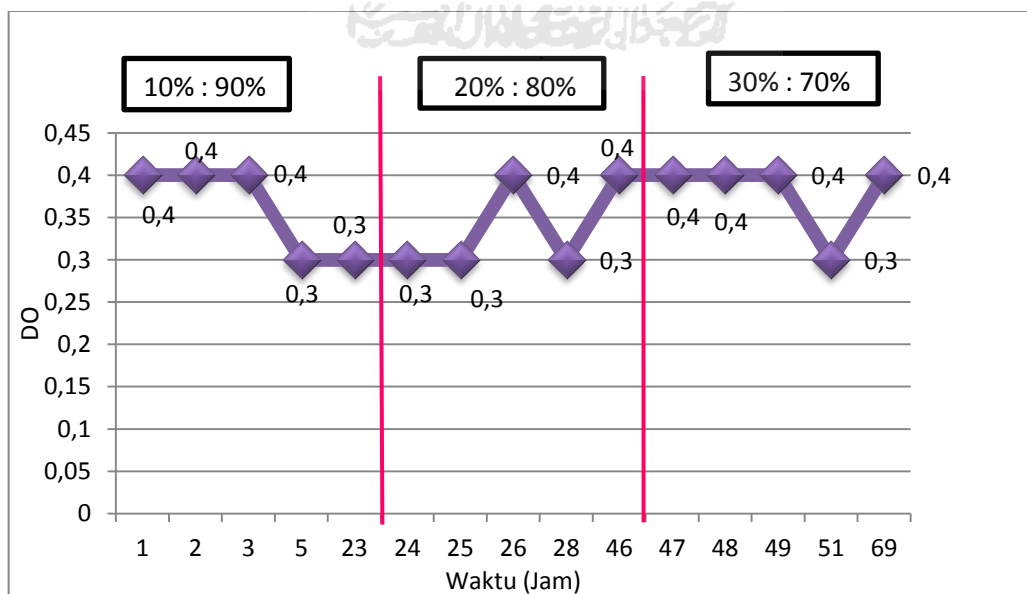
pengukuran nilai pH dapat dilihat pada **Gambar 4.3**. Mikroorganisme dalam cairan memerlukan keadaan lingkungan yang cocok, salah satunya yaitu pH. pH optimum bagi pertumbuhan mikroorganisme adalah sebesar (6,5-7,5). Berdasarkan **Gambar 4.3** nilai pH rata-rata berada pada kisaran 7-8, bila dilihat secara keseluruhan pH pada setiap konsentrasi mengalami kenaikan. Dapat dikatakan dengan hasil pH yg didapatkan sudah memenuhi kriteria untuk mikroorganisme hidup dalam sistem.



Gambar 4.3 Profil pH setiap konsentrasi

4.3.4 Nilai DO saat proses pengolahan

Analisis DO dilakukan dengan menggunakan metode elektrokimia, yakni langsung menenrukan oksigen terlarut menggunakan alat DO meter. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai DO dalam **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Nilai DO pada setiap konsentrasi

Berdasarkan **Gambar 4.4** nilai DO secara keseluruhan berkisaran antara 0,3-0,4 ini menunjukkan bahwa adanya proses anoksik yang terjadi didalam reaktor. Proses anoksik merupakan proses yang ditunjukkan dengan kondisi lingkungan yang dimana oksigen terlarut (DO) didalam air memiliki konsentrasi mendekati nol dan lebih kecil dari 1 mg/l dan dalam proses anoksik dapat dipastikan semua aktivitas biologis aerobik telah berakhir.

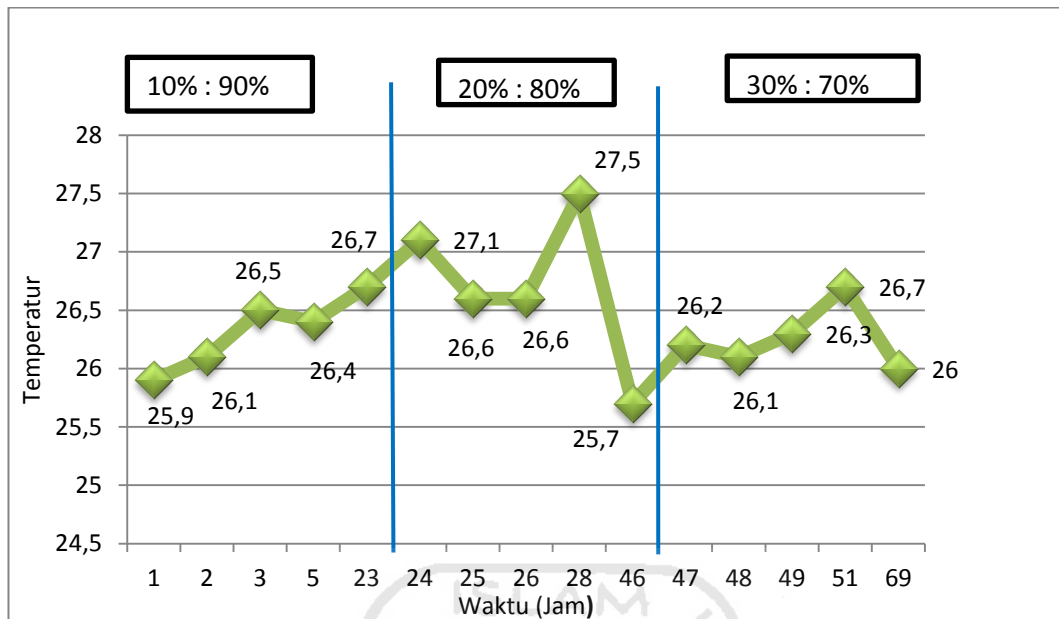
Pada kondisi anoksik terjadi proses denitrifikasi, proses denitrifikasi merupakan proses reduksi nitrat dan nitrit menjadi nitrogen gas, dimana bakteri heterotof akan memanfaatkan senyawa dalam bentuk teroksidasi seperti nitrat, nitrit dan sulfat sebagai senyawa penerima elektron dalam proses metabolisme dan sintesa sel. Berikut adalah reaksi dari proses denitrifikasi :



Proses denitrifikasi berlangsung cukup baik pada pH sekitar 7-7,5 (Grady dan Lim, 1980). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Muhammad Lindu (2001) studi penyisihan COD-Organik pada tahap nitrifikasi dan denitrifikasi dalam SBR menggunakan air limbah coklat, proses anoksik dapat menyisihkan kadar COD hingga mendekati 96%.

4.3.5 Nilai suhu saat proses pengolahan

Suhu optimum untuk proses aerob yakni berkisaran antara 25-40⁰C. Berdasarkan **Gambar 4.5** nilai suhu berkisar antara 25-27⁰C. Pada konsentrasi air limbah dan kosubstrat 10% : 90% nilai suhu mengalami kenaikan, sedangkan pada konsentrasi air limbah dan kosubstrat 20% : 80% dan 30% : 70% nilai suhu mengalami naik-turun (*fluktuatif*). Berikut adalah nilai perubahan suhu pada sampel limbah batik dapat dilihat dalam **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Profil suhu setiap konsentrasi

4.4 Korelasi antara MLSS, pH dan COD

Dalam analisi korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen atau variabel dependen (Sugiyono, 2012). Hasil perhitungan angka memberikan tiga alternatif yaitu :

- Apabila nilai r mendekati positif (+) satu variabel berarti variabel X mempunyai hubungan yang kuat dan positif terhadap variabel Y.
- Apabila nilai r mendekati negatif (-) berarti variabel X mempunyai pengaruh yang kuat dan negatif terhadap perkembangan variabel Y
- Apabila r mendekati nol (0) maka variabel X kurang mempengaruhi terhadap perkembangan variabel Y. Hal ini berarti bahwa bertambahnya atau berkurangnya variabel Y tidak mempengaruhi variabel X.

Menurut Sugiyono (2012) untuk dapat memberikan penafsiran besar kecilnya koefisien korelasi, dapat berpedoman pada ketentuan tabel berikut ini.

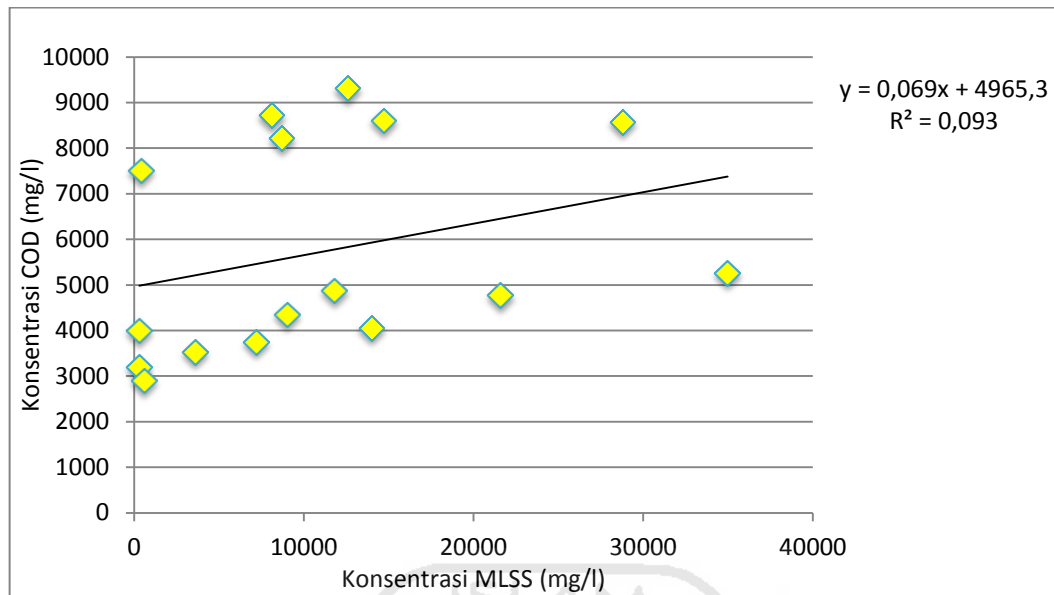
Tabel 4.3 Pedoman interpretasi terhadap koefisien korelasi

interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00-0,199	Sangat rendah
0,20-0,399	rendah
0,40-0,599	sedang
0,60-0,799	kuat
0,80-1,00	sangat kuat

4.4.1 Korelasi MLSS terhadap COD

Secara teori korelasi hubungan MLSS dan COD adalah semakin besar konsentrasi MLSS berarti semakin banyak jumlah mikroorganisme yang terdapat dalam lumpur. Sehingga semakin banyak limbah yang terdegradasi oleh mikroorganisme dan penurunan COD semakin besar (Young-Gyun Cho, Sung-Keun Rhee, Sung-Taik Lee, 2000).

Secara garis besar nilai konsentrasi COD mengalami kenaikan hal ini dapat di sebabkan karena beberapa faktor yaitu seperti penambahan kosubstrat organik berupa glukosa yang dihitung sebagai COD. Nilai MLSS secara keseluruhan juga mengalami kenaikan hal ini bisa di sebabkan karena mikroorganisme mampu beradaptasi dengan penambahan kosubstrat glukosa. Dapat dikatakan nilai MLSS dan COD tidak sesuai dengan teori yang ada, karena kenaikan nilai MLSS juga diikuti dengan kenaikan nilai COD. Korelasi MLSS terhadap COD dapat dilihat pada **gambar 4.6**.

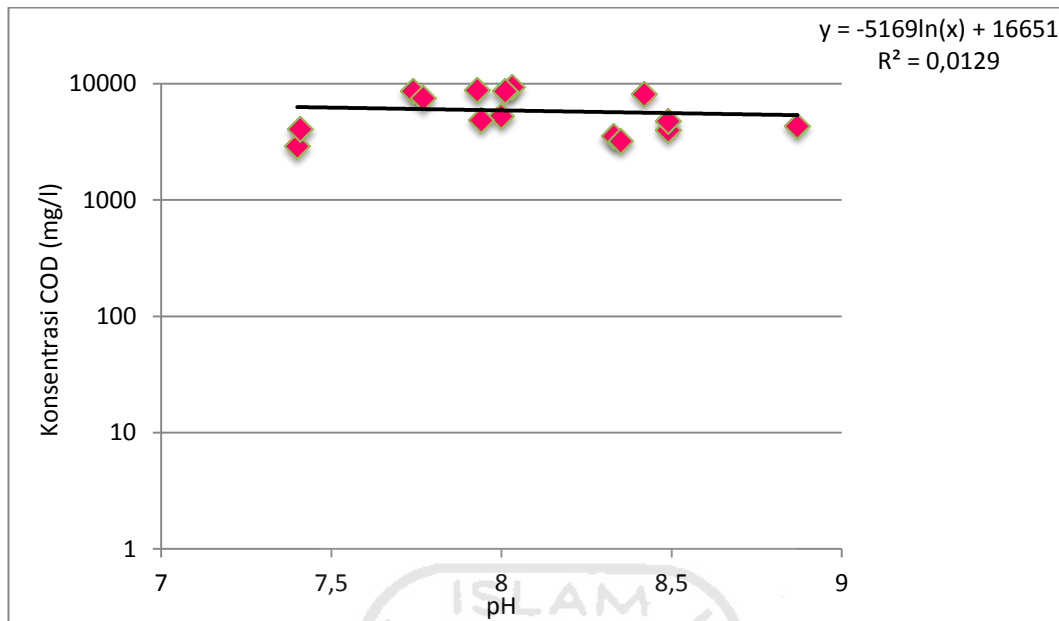


Gambar 4.6 Korelasi antara MLSS terhadap COD

Nilai R menunjukkan besar atau kecilnya koefisien korelasi yang didapatkan. Berdasarkan **Gambar 4.6** di dapatkan nilai R^2 yaitu 0,093 yang menunjukkan bahwa tingkat hubungan korelasi antara MLSS dan COD memiliki hubungan korelasi yang sangat rendah.

4.4.2 Korelasi pH terhadap COD

Hasil pH yang telah didapat pada **Gambar 4.3** menunjukkan bahwa nilai pH rata-rata berada pada kisaran 7-8, bila dilihat secara keseluruhan pH pada setiap konsentrasi mengalami kenaikan. Menurut Armenate (1997) yang menyatakan bahwa efektifitas presipitasi dapat meningkat dengan naiknya pH. Peningkatan pH juga terbukti mampu menaikkan tingkat biodegradabilitas limbah. Korelasi pH terhadap COD ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.

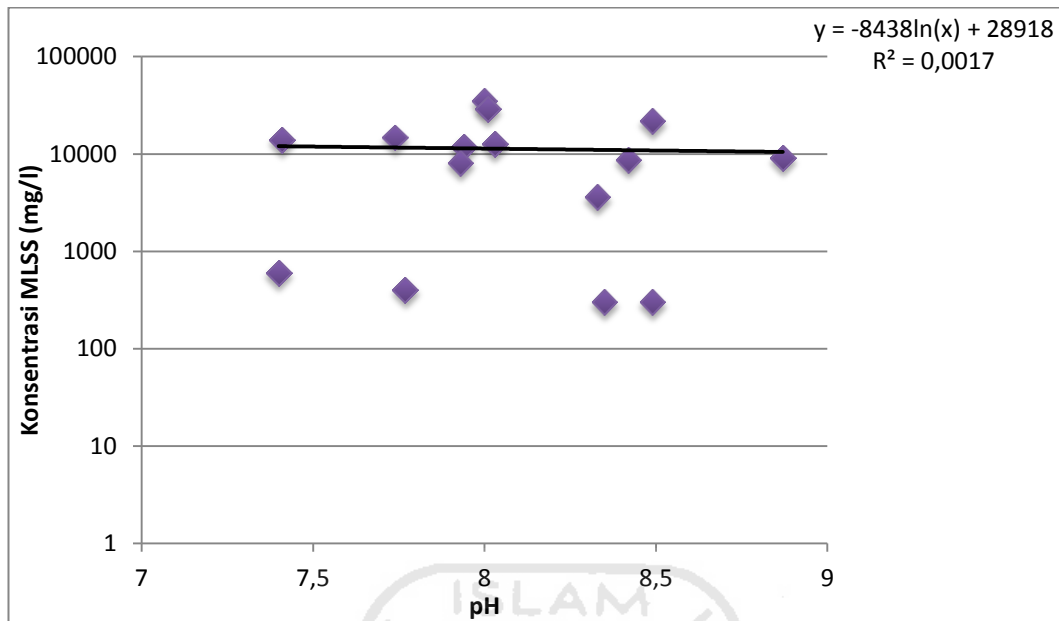


Gambar 4.7 Korelasi pH terhadap COD

Pada **Gambar 4.7** di dapatkan nilai R^2 yaitu 0,0129. Berdasarkan nilai R^2 yang telah di dapatkan dari gambar tersebut, ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan korelasi antara pH dan COD memiliki hubungan korelasi yang sangat rendah.

4.4.3 Korelasi pH terhadap MLSS

Kenaikan pH mampu meningkatkan besarnya kadar MLSS. hal tersebut dapat terjadi karena kisaran pH optimum untuk pertumbuhan bakteri yaitu 6,5-7,2 (Appels et al, 2008). Berikut adalah grafik korelasi antara pH terhadap MLSS yang ditunjukkan pada **Gambar 4.8**.



Gambar 4.8 korelasi antara pH dan MLSS

Berdasarkan **Gambar 4.8** di dapatkan nilai R^2 yaitu 0,0017 yang menunjukkan bahwa tingkat hubungan korelasi antara pH dan MLSS memiliki hubungan korelasi yang sangat rendah. Trend line yang di dapatkan juga mengalami penurunan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh penambahan kosubstrat glukosa untuk menurunkan parameter COD pada pengolahan biologis limbah batik dengan reaktor batch aerob dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan kosubstrat glukosa sangat berpengaruh terhadap konsentrasi COD dan MLSS
2. Penambahan kosubstrat glukosa dengan variasi konsentrasi air limbah dan kosubstrat masing-masing 10% : 90%, 20% : 80% dan 30% : 70% belum dapat menurunkan kadar COD
3. Penambahan kosubstrat glukosa dengan variasi konsentrasi air limbah dan kosubstrat masing-masing 10% : 90%, 20% : 80% dan 30% : 70% dapat menaikkan nilai MLSS.

5.2 Saran

Berdasarkan data-data sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa saran agar penelitian selanjutnya dapat lebih maksimal :

1. Penelitian ini hanya menggunakan satu reaktor untuk tiga variasi konsentrasi air limbah dan *kosubstrat* karna terbatasnya lumpur, kedepannya agar menggunakan tiga reaktor untuk masing-masing variasi konsentrasi
2. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menyediakan cadangan lumpur yang cukup untuk pengolahan
3. Untuk memperoleh kinerja yang optimal perlu diperhatikan konsentrasi lumpur, limbah, dan kosubstrat serta perlu diperhatikan untuk waktu tinggal
4. Perlu dilakukannya pengujian kadar BOD terhadap air limbah sehingga dapat memenuhi kriteria pengolahan biologis
5. Pada proses *seeding* perlu diperhatikannya penambahan nutrisi agar didapatkan hasil yang optimal.

6. Penelitian secara biologis sebaiknya dilakukan dalam waktu minimal satu bulan untuk setiap variasi konsentrasi agar mendapatkan hasil yang optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Arya Wardhana, W., 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta.
- Asih, puji. 2001. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik (Studi Kasus di Kecamatan Keraton, Mantirejon, Mergangsan, Kota Yogyakarta). Tesis S-2 Ilmu Lingkungan, UGM, Yogyakarta.
- Atikasari Antum., 2005. Kualitas Tahan Luntur Warna Batik Cap di Griya Batik Larissa Pekarolngan : Universitas Negeri Semarang.
- Copithorn, Rhodes R., Boltz, Joshua P., deBarbadillo, Christine., dkk., 2010, Biofilm Reactor. Wefpress., USA.
- Driyanti Rahayu, 2007, Produksi Polohidroksialkanoat Dari Air Limbah Industri Tapioka Dengan Sequencing Batch Reaktor, Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Eckenfelder, W.W., 1989, Industrial Water Pollution Control, 2nd ed., Mc Graw Hill Inc., New York.
- Eckenfelder., 2000. Industrial water Pollution Control. 3rd ed. Sinagore: McGraw Hill Companies,inc.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Submerdaya Dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Fardiaz, S., 1992, Polusi Air dan Udara, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fahida, Zuhria., 2014. Penurunan COD,BOD dan TSS Limbah Cair Pewarnaan Industri Battik “Rara Djinggrang” Dengan Metode Elektrokoagulasi. Tesis Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik.
- Febrina Rantifa, Raudhah, Abubakar., 2013. Perbandingan Limbah dan Lumpur Aktif Terhadap Pengaruh Sistem Aerasi Pada Pengolahan Limbah CPO.

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Grady, C.P.L., Lim, H.C., *Biological Wastewater Treatment, Theory and Applications*, Marcel Dekker, Inc., New York: hal 787-798, 1980.

Hismi, Susane., 2015. *Sistem Pemanfaatan Microbubble Generator Untuk Pengolahan Limbah Aerobik/ Program Studi Magister Teknik Sistem UGM*.

Ignasius DA, Sutapa, 1999., *Lumpur Aktif: Alternatif Pengolahan Limbah Cair*, Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan & Lingkungan; No.3; 25-38, Peneliti Puslitbang Limbnologi-LIPI, Cibinong.

Irene, Jovita., 2013. *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Aren di Dukuh Bendo, Desa Daleman, Kec. Tulung, Kab. Klaten Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Dengan Metode Pengolahan Aerob*. Minat Studi Magister Teknik Program Studi S-2 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin dan Industri UGM.

Isniah Beta Aris., 2009. *Revitalisasa Batik Semarang.Undip Semarang 1970-2007* Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Keputusan 51 Tahun 1995 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri.

Isti Mubarakah., 2010. *Gabungan Metode Aerasi Dan Adsorbsi dalam menurunkan Kadar Fenol dan COD pada Limbah Cair Ukm Batik Purnama Desa Kliwonan, Kecamatan Mesaran, Kabupaten Sragen Tahun 2010*. Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang.

Laksmisari Rahma P, Agus Slamet, Joni Hermana., *Pengaruh Penambahan Glukosa Sebagai co-Substrate Dalam Pengolahan Air Limbah Minyak Solar Menggunakan Sistem High Rate Alga Reactor (HRAR)*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

- Lindu, Muhammad. "Studi Penyisihan COD-Organik Pada Tahap Nitrifikasi dan Denitrifikasi Dalam SBR Menggunakan Air Limbah Coklat," Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.2, No.1, Januari 2001: 78-86
- Lisnasari, S.F.,1995, Pemanfaatan Gulma Air (Aquatic Weeds) Sebagai Upaya Pengolahan Limbah Cair Industri Pembuatan Tahu, Thesis Master, Program Pasca Sarjana USU, Medan.
- Manahan, S.E., 1994, Environmental Chemistry, 6th ed. Lewis Publisher, USA.
- Metcalf & Eddy., 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Mc. Graw-Hill New York. America.
- Mulia, Ricky. M., 2005. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Edisi Pertama, Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Murtihadi dan Mukminatun., 1979. Pengetahuan Teknologi Batik. Jakarta: Dikmenjur.
- Nauman, Bruce., 2002. Chemical Reactor, Design and Scale Up. New York : Mc Graw-Hill.
- Nurdalia, ida., 2006. Kajian Dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Kecil Batik Cap. UNDIP Semarang.
- Purwaningsih, Indah., 2008. Pengolahan Limbah Cair Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau Dari Parameter COD dan Warna. Tugas Akhir Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Lingkungan UII: Yogyakarta.
- Rahma Raficha dkk, 2012. Penggunaan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Logam Berat Jenis Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada limbah Cair Pencelupan Industri Batik. Tesis Teknologi Pertanian Program Magister Universitas Udayana.

- Ramalho, A.S., 1983, Introduction to Wastewater Treatment Process, 2nd ed, Academic Press, New York, PP: 419-433.
- Rittmann, B.E., and McCarty, P.L., 2001, Environmental Biotechnology: Principles and Applications, McGraw Hill International Ed., New York.
- Riyanto, Didik., 1997. Katalog Batik Indonesia. Yogyakarta: Balai Besar Dan Pengembangan Industri Kerajinan Batik, Proyek Pengembangan dan Pelayanan Teknologi Industri Kerajinan Batik.
- Said, N.I., 2000, Biofilter Berkelit Dari Limbah Rumah Tangga, Tekad, No. 18/ Tahun II, Rubrik Kilas IPTEK, BPPT.
- Said dan Ineza., 2002. Uji Performance Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biofilter Tercelup. Jakarta : Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Saptarini, Dyah., 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi dan Adsorpsi Sistem Batch. Tesis S-2 Program Studi Magister Sistem Teknik Konsentrasi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah/ Limbah Perkotaan Jurusan Ilmu-Ilmu Teknik.
- Satriawan Dodi, 2015. Analisis Kualitatif Pengaruh Intensitas Aerasi dengan Mikrobubble Generator pada Peruraian Bahan Organik dalam Aerobik Digester dengan Imobilisasi Mikroorganisme. Tesis UGM. Fakultas Teknik Jurusan Kimia.
- Setyaningsih, H. 2007. Pengolahan Limbah Batik Dengan Proses Kimia Dan Adsorpsi Karbon Aktif. Tesis Program Pasca Sarjana UI. Jakarta.
- Sudaryati, L. G., Kasa, Wsan Suyasa, I.W.B., 2011. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Ecotrophic*, 3 (1): 21-29.

- Sudaryati, N. I.G.I.W.Kasa, 2007. Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Ecotrophic*.
- Sugiharto., 2005. Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah. Jakarta : UI Press.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&B. Bandung: Alfabeta
- Sulaeman, dkk.,2001. Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kecil Batik, Balai Besar Pengolahan Limbah Industri Kerajinan dan Batik, Yogyakarta.
- Suriawiria, U., 1996, Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis, Penerbit Alimni, Bandung.
- Soedarsono dan Syahputra, B., 2007. Pengolahan Air Limbah Batik Dengan Proses Kombinasi Elektrokimia, Filtrasi, dan Adsorpsi, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Terasaka, Koichi, Hirabayashi, Ai, Nishino, Takanori, Fujioka, Satoko, dan Kobayashi, Daisuke, 2011. Development of Microbubble Aerator For Waste Water Treatment Using Aerobic Activated Sludge. *Chemical Engineering Science*, 66 (2011) 3172-3179.
- Wahyu Dian Septiani, Agus Slamet, dan Joni Hermana, 2014. Pengaruh konsentrasi substrat terhadap laju pertumbuhan alga dan bakteri heterotropik pada sistem HRAR. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Young-Gyun Cho, Sung-Keun Rhee, Sung-Taik Lee, (2000) Influence of enviromental parameters on bioremediation of chlorophenol contaminated soil by indigenous microorganisms *Kor. Soc. Environ Engineers* 5: 165-173.

Tabel hasil kadar MLSS Setelah pengolahan

Air limbah (%)	<i>co-Substrate</i> (%)	Jam ke-	Hasil
10%	90%	1	3600
		2	8700
		3	300
		5	300
		23	600
20%	80%	1	14000
		2	14700
		3	11800
		5	12600
		23	400
30%	70%	1	28800
		2	8100
		3	21600
		5	9000
		23	7200

Tabel hasil kadar pH Setelah pengolahan

Air limbah (%)	<i>co-Substrate</i> (%)	Jam ke-	Hasil
10%	90%	1	8
		2	8,33
		3	8,42
		5	8,49
		23	8,35
20%	80%	1	7,4
		2	7,41
		3	7,74
		5	7,94
		23	8,03
30%	70%	1	7,77
		2	8,01
		3	7,93
		5	8,49
		23	8,87

Tabel hasil kadar Suhu Setelah pengolahan

Air limbah (%)	<i>co-Substrate</i> (%)	Jam ke-	Hasil
10%	90%	1	25,9
		2	26,1
		3	26,5
		5	26,4
		23	26,7
20%	80%	1	27,1
		2	26,6
		3	26,6
		5	27,5
		23	25,7
30%	70%	1	26,2
		2	26,1
		3	26,3
		5	26,7
		23	26

Tabel hasil kadar DO Setelah pengolahan

Air limbah (%)	<i>co-Substrate</i> (%)	Jam ke-	Hasil
10%	90%	1	0,4
		2	0,4
		3	0,4
		5	0,3
		23	0,3
20%	80%	1	0,3
		2	0,3
		3	0,4
		5	0,4
		23	0,3
30%	70%	1	0,4
		2	0,4
		3	0,4
		5	0,3
		23	0,4

Dokumentasi



Gambar pengujian MLSS menggunakan kertas saring dengan corong dan pengujian COD dengan refluks tertutup

