

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Karakteristik Limbah Batik pada Kampung Batik Giriloyo Bantul

Setiap industri memiliki karakteristik air limbah yang berbeda-beda, karakteristik ini penting untuk diketahui agar kualitas air dapat ditentukan apakah telah memenuhi baku mutu sehingga aman untuk dibuang langsung ke lingkungan. Jika belum sesuai maka penting untuk melakukan pengolahan terlebih dahulu. Untuk mengetahui pengolahan apa yang tepat maka diperlukan informasi mengenai karakteristik apa saja yang terdapat pada limbah tersebut, karakteristik ini dapat diketahui dengan melakukan beberapa analisa.

Limbah batik memiliki karakteristik yang hampir sama dengan limbah yang dihasilkan dari industri tekstil. Limbah yang dihasilkan dari industri tekstil sebagian besar mengandung senyawa organik yang tidak dapat terurai. Zat pewarna dalam industri tekstil diketahui penyebab utama tingginya senyawa organik yang terkandung dalam limbah, jika dibuang langsung ke badan air maka dapat menyebabkan perubahan warna yang signifikan pada permukaan air. Hal ini dapat mengakibatkan terhalangnya sinar matahari yang masuk ke badan air sehingga dapat memperlambat proses fotosintesis pada biota air. Industri tekstil banyak menggunakan zat pewarna sintetik karena dapat berikatan dengan serat pada kain membentuk ikatan kovalen sehingga warna yang dihasilkan tidak mudah luntur.

4.1.1 Karakteristik Influen Limbah Batik

Kampung Batik Giriloya Bantul tidak memiliki ipal komunal, mereka lebih sering membuang langsung limbah yang dihasilkan ke lingkungan.

Dulunya mereka memiliki suatu alat sederhana untuk mengolah terlebih dahulu limbah sebelum dibuang, namun alat tersebut sudah rusak dan tidak pernah digunakan lagi. Alat tersebut berbentuk silinder didalamnya terdapat ijuk dan arang sebagai filter, yang diharapkan mampu mengurangi kekeruhan dari pewarnaan sehingga dapat menurunkan kadar TSS (Wahyu, 2014). Disebelah kanan alat terdapat pedal seperti pada gambar 4.1 digunakan untuk memutar baling-baling yang berada ditengah, setelah itu air limbah yang telah dikontakkan dengan ijuk dan arang kemudian dibuang melalu pipa yang ada dibawah. Limbah tersebut dibuang ke dalam sebuah sumur, yang saat itu kondisinya sudah full dan sudah ditutup.



(a)



(b)

Gambar 4.1 Mesin Pengolahan Limbah Batik (a) Tampak Luar dan (b) Tampak Dalam

Saat ini seluruh limbah yang dihasilkan mulai dari proses pewarnaan, pencucian dan pelorodan lilin dibuang langsung ke tanah seperti pada gambar 4.2a. Tidak jauh dari tempat pembuangan limbah terdapat saluran drainase yang digunakan untuk mengalirkan air ke sawah. Masyarakat belum merasakan dampak yang diakibatkan jika mereka terus-menerus membuang limbah ke lingkungan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.2 (a) Penampakan Limbah yang Dibuang Ke Lingkungan; (b) Limbah Batik Sebelum Diolah (c) Lokasi Pembuangan Limbah

Limbah yang langsung dibuang ke lingkungan tentu saja dapat mempengaruhi kualitas tanah maupun air tanah yang ada disekitarnya. Tingginya zat organik yang berasal dari proses pewarnaan tentu dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan untuk itu perlu dilakukan analisa lebih lanjut tentang kandungan apa saja yang terdapat dalam limbah batik. Sebelum limbah dibuang ke lingkungan, limbah dari setiap proses ditampung terlebih dahulu ke dalam sebuah jerigen, yang kemudian nantinya dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter untuk mengetahui seberapa bahayakah limbah ini jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Beberapa parameter yang diuji pada penelitian ini adalah pH, BOD, COD, TSS, warna dan logam berat. Pengujian pada influen dilakukan dua kali kemudian dibandingkan dengan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah. Hasil analisis parameter yang telah diuji dan perbandingan dengan Peraturan Daerah terasaji dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Kualitas Limbah Cair Batik Sebelum diolah dengan Perda DIY no 7 tahun 2016

Parameter	Satuan	Limbah Sebelum Diolah (Influen 1)	Limbah Sebelum Diolah (Influen 2)	Baku Mutu
pH	-	10.2	8.2	6.0-9.0
BOD	mg/L	501.4	424.3	85
COD	mg/L	3937	3637	250
TSS	mg/L	1462	1106	60
Warna	mg/L (Ptco)	2180	1946.7	-
Total Krom	mg/L	-	-	2

Sedangkan pada pengujian influen kedua digunakan sebagai informasi atau perbandingan antara influen pertama dan kedua. Berikut ini merupakan data hasil pengujian influen kedua BOD 424,3 mg/L, COD 3637 mg/L, TSS 1106 mg/L dan warna sebesar 1946,7 mg/L. Pada influen kedua memiliki konsentrasi yang lebih rendah namun tidak jauh berbeda dengan influen yang pertama, kedua influen ini masih berada jauh dari baku mutu yang ditetapkan. Berdasarkan tabel 4.1 kualitas limbah cair batik yang belum diolah tersebut masih melebihi baku mutu, jika limbah terus-menerus dibuang ke lingkungan maka dapat merusak lingkungan dan mengakibatkan toksik pada biota air. Dapat dilihat pada tabel kadar pH pada limbah batik influen 1 mencapai 10 yang artinya limbah tersebut dalam kondisi yang sangat basa. Kondisi ini terjadi karena pada saat proses pencelupan ditambahkan garam untuk memperkuat warna batik agar tidak mudah luntur. Selanjutnya adalah BOD, pengujian BOD penting dilakukan karena untuk mengetahui jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat di perairan. pada limbah batik ini nilai BOD yang dihasilkan adalah sebesar 501,4 mg/, angka ini masih jauh dari baku mutu yang ditetapkan hanya sebesar 85 mg/L. Jumlah kandungan BOD yang tinggi disebabkan oleh penggunaan zat warna pada batik.

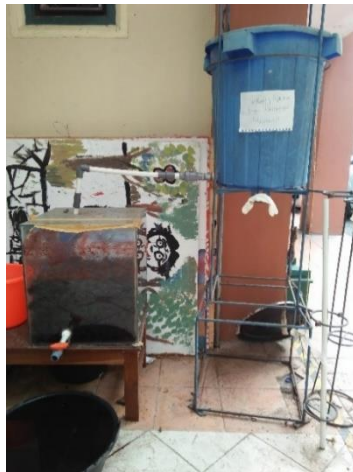
Kadar COD dan TSS juga masih berada diatas baku mutu. COD merupakan kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menguraikan zat organik dalam perairan, namun jumlah yang dibutuhkan tidak boleh melampaui baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 250 mg/L, sedangkan kadar COD yang terdapat dalam limbah sebesar 3937 mg/L jauh diatas baku mutu. Sedangkan untuk TSS atau total padatan tersuspensi batas maksimum yang diperbolehkan adalah 85 mg/L, namun hasil analisa menunjukkan total padatan yang sangat tinggi yaitu 1462 mg/L. TSS yang terlalu tinggi akan berbahaya karena dapat menyebabkan kekeruhan pada permukaan air sehingga cahaya

matahari tidak dapat tembus. Zat warna tentu sangat berbahaya jika dibuang ke lingkungan dalam kadar tinggi, selain akan merusak estetika kadar warna juga dikhawatirkan mengandung senyawa toksik yang dapat membunuh biota air. Pada limbah batik juga dilakukan pengujian terhadap kandungan logam berat, namun tidak ditemukan adanya kandungan logam berat krom. Kedua limbah memiliki kualitas yang hampir sama, namun pada penelitian ini limbah yang akan digunakan selanjutnya untuk pengujian adalah influen 1. Karena, untuk membandingkan kualitas limbah sebelum diolah dan sesudah diolah dengan reaktor anaerob-aerob.

4.1.2 Karakteristik Efluen Limbah Batik

Limbah yang telah dibuang ke tanah, dikhawatirkan dapat mempengaruhi kualitas air tanah dan kemudian merembes masuk ke badan air. Limbah yang telah sampai ke perairan dapat terakumulasi hingga mencapai konsentrasi tinggi jika tidak segera ditangani. Dampak lain yang dapat terjadi adalah kandungan oksigen dalam air menurun sehingga muncul bau tak sedap dari aktivitas mikroorganisme. Penggunaan zat warna azo pada batik, mengakibatkan limbah yang dihasilkan mengalami perombakan secara anaerobik sehingga terbentuklah suatu senyawa yang dinamakan amina aromatik yang diketahui bersifat toksik terutama pada biota air (Van der Zee, 2002).

Dari hasil analisa parameter yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu terhadap limbah batik, limbah yang diolah adalah limbah dari influen pertama. Agar dapat menurunkan kandungan senyawa organik serta untuk menurunkan kandungan zat warna yang sangat pekat terhadap lingkungan. Pengolahan yang dilakukan adalah menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob.



(a)



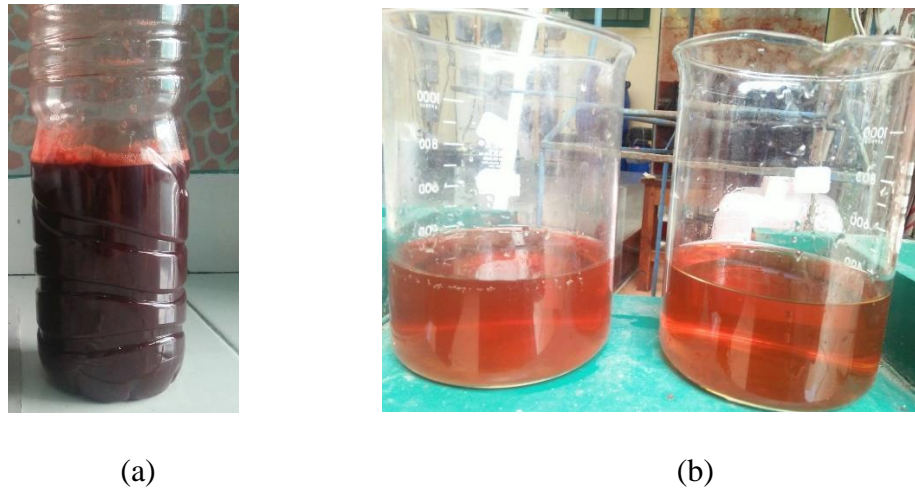
(b)

Gambar 4.3 (a) Reaktor Kombinasi Anaerob dan (b) Reaktor Aerob

Reaktor ini terdiri dari 3 buah bagian yaitu bak penampungan, reaktor anaerob dan reaktor aerob seperti pada gambar 4.3. Bak penampungan menggunakan ember plastik dengan kapasitas 150 liter diletakkan lebih tinggi sekitar 20 cm dari reaktor anaerob agar dapat dialirkan secara downflow. Selanjutnya reaktor anaerob terbuat dari material kaca dengan dimensi 60 cm x 60 cm x 50 cm untuk tingginya sehingga memiliki volume sebesar 180 liter. Didalam reaktor anaerob ditambahkan bioball setinggi 33 cm yang berfungsi sebagai media filter. Bioball dipilih karena harganya yang terbilang cukup murah dan cukup efektif dalam menurunkan kandungan TSS, BOD dan COD yang terdapat pada limbah. Reaktor aerob memiliki kapasitas 80 liter yang nantinya mengaerasi limbah dengan bantuan aerator.

Tahapan pengolahan diawali dengan proses seeding atau pengembang biakkan bakteri sehingga terbentuk biofilm pada bioball, bakteri yang digunakan berasal dari EM4 sebanyak 2 liter yang telah dicampur dengan air sebanyak 40 liter. Setiap dua hari sekali dilakukan penambahan gula yang

telah dicairkan sebanyak 5 sendok makan sebagai nutrisi untuk mikroba. Selama 10 hari terdapat lendir tipis yang terbentuk pada bioball, ini merupakan pertanda bahwa terdapat pertumbuhan mikroorganisme di dalam reaktor. Selanjutnya dilakukan proses aklimatisasi yang pada penelitian ini proses aklimatisasi membutuhkan waktu 17 hari sampai mikroorganisme berada pada kondisi *steady state* dan biofilm yang terbentuk sudah semakin tebal. Jika mikroorganisme dianggap sudah siap maka selanjutnya dilakukan proses running yaitu mengalirkan air limbah dari bak penampungan kedalam reaktor anaerob secara *downflow*. Limbah didiamkan selama 3 hari dengan tujuan untuk memaksimalkan proses penguraian senyawa pada limbah sebelum akhirnya di alirkan menuju reaktor aerob. Dalam waktu 3 hari limbah dikeluarkan dalam waktu berkala setiap harinya ke dalam bak aerob untuk di aerasi. Selanjutnya dalam reaktor aerob limbah 1 hari akan diaerasi selama 1 hari, limbah 2 hari akan diaerasi selama 2 hari dan limbah 3 hari di anaerob akan diaerasi selama 3 hari. Limbah yang akan digunakan pada uji toksisitas adalah limbah hasil dari anaerob 3 hari dan aerob 3 hari. Pada proses aerobik ini amina aromatik mengalami pengendapan sehingga diharapkan nilai COD dan BOD menjadi rendah dan bau yang ditimbulkan dari limbah hilang. Limbah yang telah selesai di aerasi menjadi seperti pada gambar 4.4. Dilihat warna yang dihasilkan tidak sepekat sebelum diolah.



Gambar 4.4 Limbah Batik Giriloyo (a) Sebelum Diolah (Influen) dan (b) Setelah Diolah (Efluen)

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter yang telah diuji sebelumnya. Hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan kualitas sebelum pengolahan dan baku mutu. Berikut ini merupakan tabel perbandingan antara limbah sebelum diolah dan setelah diolah dengan menggunakan reaktor anaerob-aerob:

Tabel 4.2 Kualitas Limbah Cair Batik Sebelum dan Sesudah diolah dengan Menggunakan Reaktor Anaerob-Aerob

Parameter	Satuan	Limbah Sebelum Diolah	Limbah Sesudah Diolah	Baku Mutu*	Efisiensi Penurunan (%)
pH	-	10.2	9	6.0-9.0	11.7
BOD	mg/L	501.4	135	85	73.07
COD	mg/L	3937	1037	250	73.65

Parameter	Satuan	Limbah Sebelum Diolah	Limbah Sesudah Diolah	Baku Mutu*	Efisiensi Penurunan (%)
TSS	mg/L	1462	452	60	69.08
Warna	mg/L (Ptco)	2180	1015		53.44

*Sumber: Peraturan Daerah No.7 Tahun 2016

Dapat dilihat pada tabel semua parameter mengalami penurunan yang cukup signifikan kecuali pada pH yang hanya mengalami 11,7% penurunan, namun pH sesudah diolah masuk kedalam range baku mutu. Sedangkan pada BOD mengalami penurunan sebesar 73% namun hasil tersebut masih jauh dari baku mutu. COD, TSS dan warna juga belum aman untuk dibuang langsung ke lingkungan karena masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. COD mengalami efisiensi penurunan yang paling besar yaitu sebesar 73,65 % namun hasil tersebut masih sangat jauh dari baku mutu. Jumlah padatan tersuspensi pada limbah hasil pengolahan juga masih melebihi baku mutu walaupun sudah mengalami penurunan sebesar 69%. Sedangkan pada warna terlihat jelas perbedaan setelah pengolahan dan sebelum pengolahan limbah yang tadinya bewarna pekat menjadi lebih pudar karena mengalami penurunan sebesar 53,4%.

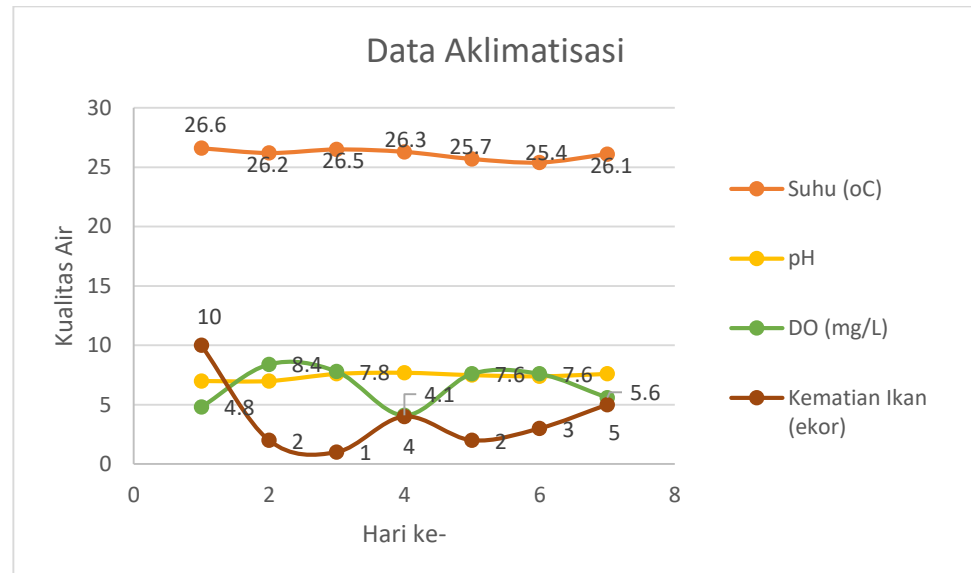
4.2 Uji Toksisitas Akut

Pengujian dilakukan dalam dua tahap yang pertama uji pendahuluan untuk menentukan batas atas dan batas bawah konsentrasi yang akan digunakan pada pengujian toksisitas. Pengujian dilakukan selama 96 jam karena tujuan pengujian ini untuk mengetahui toksisitas akut pada sampel dan pengujian menggunakan ikan sebagai hewan uji (US EPA, 2002). Selama pengujian dilakukan pengamatan terhadap beberapa parameter seperti derajat keasaman

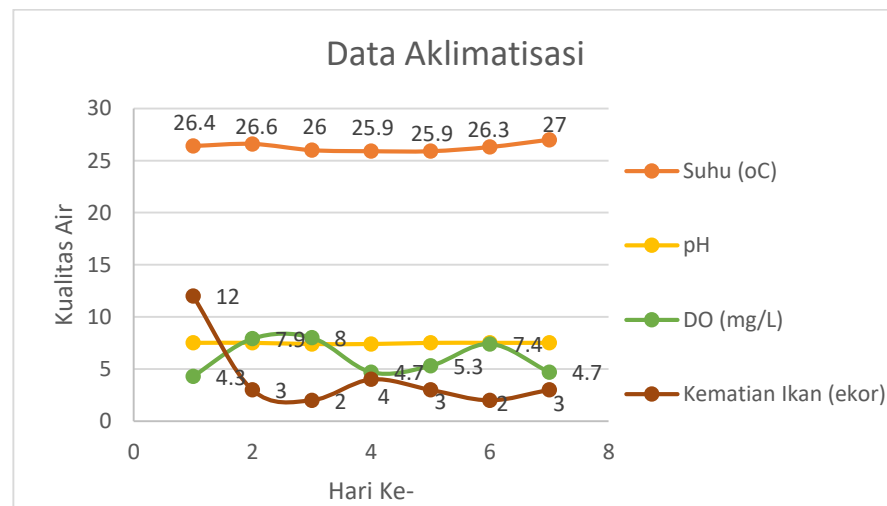
(pH), suhu air, dan oksigen terlarut (DO). Sebelum melakukan pengujian ikan harus diaklimatisasi atau melakukan penyesuaian ikan dengan kondisi lingkungan baru dan ikan layak untuk dijadikan hewan uji. Pada uji aklimatisasi pH, suhu dan DO juga diukur setiap harinya.

4.2.1 Aklimatisasi

Proses aklimatisasi berlangsung selama 7 hari, selama aklimatisasi kematian ikan tidak boleh melebihi 10% karena dianggap ikan tersebut tidak layak untuk digunakan sebagai hewan uji (US EPA, 1991). Aklimatisasi dilakukan dua kali, yang nantinya akan digunakan untuk uji influen dan efluen jumlah ikan yang di aklimatisasi adalah sebanyak 350 ekor tiap uji. Pada aklimatisasi yang pertama kematian ikan sebanyak 27 ekor dan pada aklimatisasi kedua sebanyak 29 ekor. Hal ini disebabkan karena pada beberapa hari DO mengalami penurunan sehingga menyebabkan kematian ikan lebih banyak, namun jumlah ikan yang mati kurang dari 10% sehingga ikan tersebut dapat digunakan untuk uji toksisitas. Berikut ini grafik parameter air dan kematian ikan yang diukur setiap hari selama aklimatisasi.



(a)



(b)

Gambar 4.5 Grafik pH, suhu, DO dan Kematian Ikan Selama Aklimatisasi (a) Influen dan (b) Efluen

Berdasarkan SNI: 01-6141-1999 kriteria air yang cocok untuk bibit ikan nila ukuran 3-5 cm adalah dengan derajat keasaman (pH) air berkisar 6,5 – 8,5.

Pada aklimatisasi yang dilakukan pH berkisar 7-7,6. Suhu yang dianjurkan adalah 25°C – 30°C dan pada penelitian ini suhu yang tercatat berkisar 25,4 °C – 27 °C yang artinya masuk dalam kisaran yang dianjurkan. Untuk kandungan oksigen terlarut minimum 5 mg/L sedangkan pada aklimatisasi yang dilakukan DO berkisar antara 4,1 – 8,4 mg/L.

4.2.2 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan sebanyak dua kali yaitu untuk menentukan konsentrasi ambang batas atas dan batas bawah yang akan digunakan pada uji toksisitas pada influen dan efluen limbah batik. Pada uji pendahuluan digunakan 5 konsentrasi yang berbeda yaitu 6,25%;12,5%; 25%; 50% dan 100% ditambah juga kontrol 0% (US EPA, 2000).

Tabel 4.3 Data Pengamatan pH, DO dan suhu pada Uji Pendahuluan Influen Limbah Batik

No	Waktu Pengamatan	Konsentrasi Limbah	Parameter		
			DO (mg/l)	Suhu (°C)	pH
1	24 jam	0%	6.3	26.6	7.8
		6.25%	4	26.9	8.2
		12.50%	4	27	8.3
		25%	3.9	26.8	8.6
		50%	3.7	26.9	8.7
		100%	3.3	26.8	8.7

Tabel 4.4 Mortalitas Ikan Nila pada Uji pendahuluan Influen Limbah Batik

Konsentrasi Limbah	Mortalitas		Jumlah Total
	24 jam	48 jam	
0%	0	0	0
6.25%	20	-	20
12.50%	20	-	20
25%	20	-	20
50%	20	-	20
100%	20	-	20

Uji pendahuluan dilakukan selama 48 jam, namun pada influen uji pendahuluan dilakukan hanya 24 jam karena 100% hewan uji mengalami kematian mulai dari pengenceran 100% hingga 6,25%. Maka batas bawah dan batas atas untuk pengujian toksisitas yaitu diantara 0% - 6,25%. Disarankan factor pengenceran untuk pengujian yang digunakan sebesar 0,5 dari konsentrasasi batas atas (US EPA, 2000). Maka dari itu konsentrasasi tertinggi yang akan digunakan adalah 0,5 dari batas atas 6,25% yaitu sebesar 3,13% dan konsentrasasi selanjutnya 0,5 dari konsentrasasi tertinggi begitu seterusnya sehingga didapatkan hasil konsentrasasi baru yang akan digunakan untuk uji toksik adalah 0,20%; 0,39%; 0,78%; 1,56% dan 3,13%.

Pada uji pendahuluan untuk efluen dalam waktu 24 jam hanya pada konsentrasasi 100% saja yang mengalami kematian seluruh ikan, sedangkan pada konsentrasasi 50% hanya mematikan 12 ekor, konsentrasasi 25%; 12,5%; Dan 6,25% hanya mematikan 2 ekor pada masing-masing pengenceran. Pada pengamatan 48 jam tidak ada yang mati pada konsentrasasi 50%, namun pada konsentrasasi 25% sebanyak 6 ekor, pada konsentrasasi 12,5% dan pada konsentrasasi

6,25% sebanyak 4 ekor ikan mati sehingga total 6 ekor. Berikut ini merupakan tabel hasil uji pendahuluan pada efluen limbah batik hasil pengolahan.

Tabel 4.5 Data Pengamatan pH, DO dan suhu pada Uji Pendahuluan Efluen Limbah Batik

No	Waktu Pengamatan	Konsentrasi Limbah	Parameter		
			DO (mg/l)	Suhu (oC)	pH
1	24 jam	0%	7.8	25.9	8
		6.25%	6.7	25.8	8.3
		12.50%	6.6	25.8	8.2
		25%	6.5	26	8.4
		50%	6.1	25.9	8.4
		100%	4.9	26.1	8.5
2	48 jam	0%	8.1	25.6	8.2
		6.25%	7	25.5	8.3
		12.50%	6.8	25.6	8.3
		25%	6.6	25.8	8.4
		50%	6.1	25.5	8.4
		100%			

Tabel 4.6 Mortalitas Ikan Nila pada Uji pendahuluan Influen Limbah Batik

Konsentrasi Limbah	Mortalitas		Jumlah Total
	24 jam	48 jam	
0%	-	-	-
6.25%	2	4	6
12.50%	2	5	7
25%	2	6	8
50%	12	-	12
100%	20	-	20

Tabel 4.7 Perhitungan Persentase Kematian pada Uji Pendahuluan

Test Awal Konsentrasi	Volume		Hasil setelah 48 jam		persen	
	Sampel ml	Pelarut ml	Kematian	Hidup	Kematian	Hidup
a	b	c= 10000-b	d	e=20-d	f = (d/20)*100%	g= 100%-f
0%	0	10000	0	20	0%	100%
6.25%	625	9375	6	14	30%	70%
12.5%	1250	8750	7	13	35%	65%
25.0%	2500	7500	8	12	40%	60%
50.0%	5000	5000	12	8	60%	40%
100%	10000	0	20	0	100%	0%

Dari tabel diatas didapatkan konsentrasi ambang batas atas dan batas bawah. Konsentrasi batas bawah yang digunakan adalah pada 6,25% karena asumsi kematian lebih dari 5% tapi masih dibawah 50%. Konsentrasi batas atas yang digunakan pada 50% karena kematian yang didapatkan lebih dari 50% populasi hewan uji namun tidak sampai 100%. Setelah didapatkan konsentrasi ambang batas atas dan batas bawahnya kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Quantal Responses (Finney, 1971):

$$\text{Log} \left(\frac{N}{n} \right) = k \times \log \left(\frac{a}{n} \right) \quad \frac{a}{b} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{x}{d} \dots \dots \dots \frac{N}{x}$$

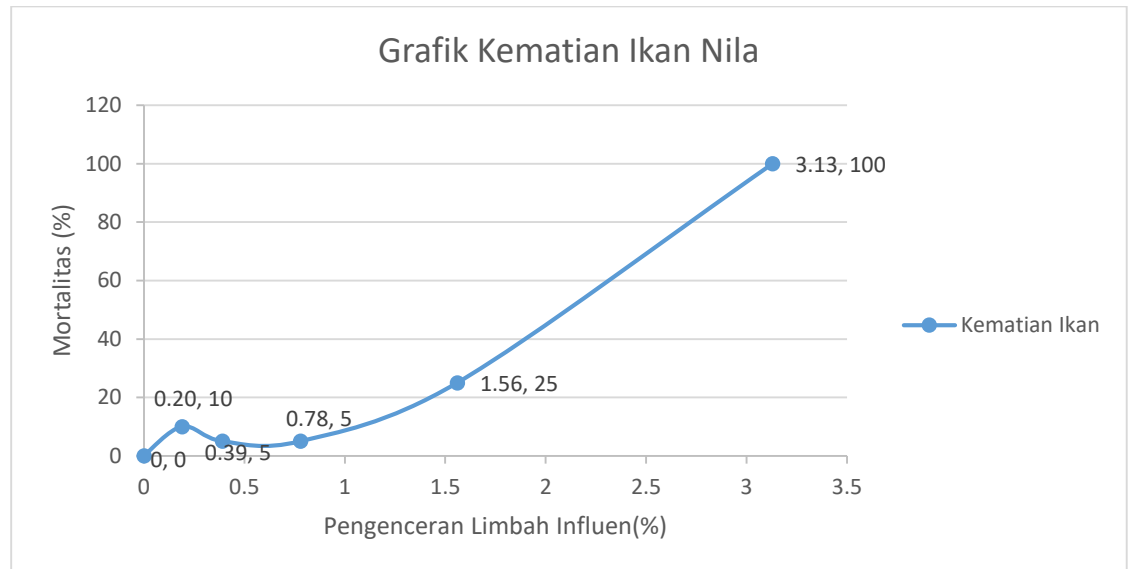
Keterangan:

- N = Konsentrasi ambang batas atas
- n = Konsentrasi ambang batas bawah
- a = konsentrasi terkecil dalam deret konsentrasi yang digunakan
- b = konsentrasi ke-a dalam deret konsentrasi yang digunakan
- c = konsentrasi ke-b dalam deret konsentrasi yang digunakan
- d = konsentrasi ke-c dalam deret konsentrasi yang digunakan
- x = konsentrasi ke-x dalam deret konsentrasi yang digunakan
- k = jumlah interval konsentrasi yang diuji

Didapatkan konsentrasi baru untuk uji toksisitas pada efluen yaitu 6,25%; 10,51%; 17,68%; 29,73% dan 50%.

4.2.3 Uji Toksisitas

Pengujian toksisitas akut dilakukan selama 96 jam dengan pengamatan setiap 24 jam. Pengamatan yang dilakukan meliputi kematian ikan, pengukuran kualitas air suhu air, derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut. Pada uji toksik dengan limbah yang belum diolah (influen), 24 jam pertama ikan pada konsentrasi 3,13% mengalami kematian 100%, sedangkan untuk konsentrasi 1,56% hanya mematikan 2 ekor. Pada konsentrasi 0,78% dan 0,39% mematikan masing-masing 1 ekor, dan 2 ekor ikan mati pada konsentrasi 0,20%. Dan tidak terdapat ikan yang mati pada kontrol. Pada saat pengujian 48 jam kematian yang terjadi hanya pada konsentrasi 1,56% yaitu sebanyak 2 ekor. Tidak ada kematian yang terjadi pada 72 jam. Dan pada pengamatan 96 jam 1 ekor ikan mati pada konsentrasi 1,56%. Sehingga total ikan yang mati pada pengujian selama 96 jam adalah pada konsentrasi 3,13% sebanyak 20 ekor, 1,56% sebanyak 5 ekor, konsentrasi 0,78% dan 0,39% masing-masing 1 ekor, konsentrasi 0,20% 2 ekor. Untuk lebih jelasnya data pengukuran kualitas air dan kematian pada uji toksisitas dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10 sedangkan untuk grafik kematian ikan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Kematian Ikan pada Influen Limbah

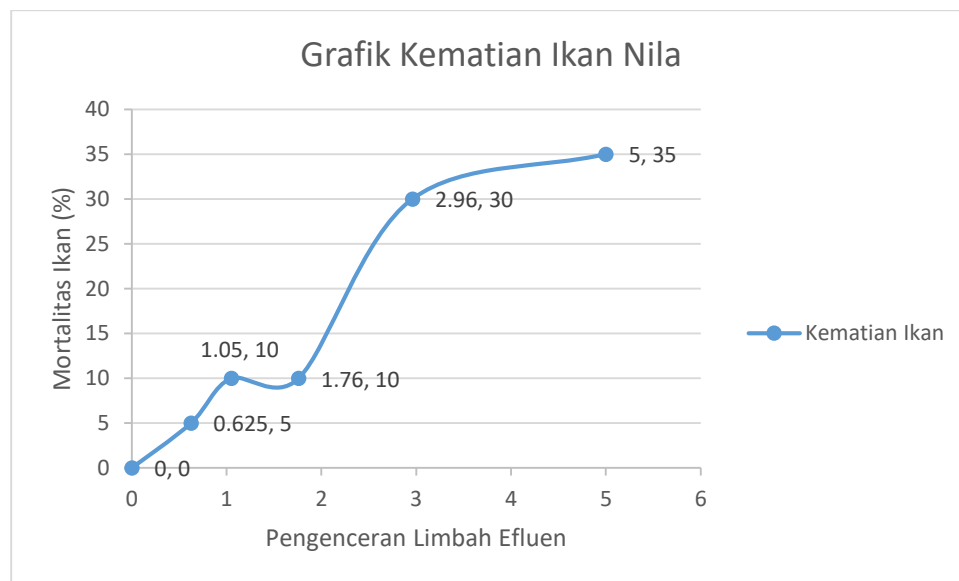
Berikut ini data kematian ikan uji toksisitas pada efluen limbah batik, pada 24 jam pertama konsentrasi 50% dan 29,6% masing-masing terdapat 3 ekor ikan yang mati dan 2 ekor ikan pada konsentrasi 17,64%. Sedangkan konsentrasi dibawahnya tidak ada yang mati. Pada pengamatan 48 jam 2 ekor ikan mati pada konsentrasi 50% dan 1 ekor pada masing-masing konsentrasi limbah 29,6% dan 10,5%. Pada pengamatan 72 jam pada konsentrasi 50%; 29,6% dan 6,25% masing-masing terdapat 1 ekor ikan yang mati. Pada hari terakhir atau 96 jam hanya 1 ekor yang mati pada tiap konsentrasi 50%; 29,6% dan 10,5%. Hasil toksik akut pada limbah hasil efluen reaktor anaerob-aerob lebih sedikit daripada influen sebelum diolah. Berikut ini merupakan data pengukuran parameter air dan mortalitas pada uji toksisitas efluen limbah batik.

Tabel 4.8 Data Pengamatan pH, DO dan suhu pada Uji Toksisitas
Effluen Limbah Batik

No	Waktu Pengamatan	Konsentrasi Limbah	Parameter		
			DO (mg/l)	Suhu (oC)	pH
1	24 jam	0%	8.6	24.8	8.2
		6.25%	8.6	25	8.3
		10.5%	8.7	25	8.5
		17.6%	8.5	24.9	8.6
		29.6%	8.7	24.6	8.4
		50.0%	8.4	25.3	8.7
2	48 jam	0%	8.4	25.7	8.2
		6.25%	8.6	25.1	7.9
		10.5%	8.7	24.7	8.4
		17.6%	8.7	24.5	8.5
		29.6%	8.6	24.8	8.5
		50.0%	8.6	25	8.7
3	72 jam	0%	8.9	24.8	8
		6.25%	8.4	24.4	8.4
		10.5%	8.5	24.3	8.4
		17.6%	8.2	24.8	8.5
		29.6%	8.1	25.2	8.4
		50.0%	8.2	25.1	8.7
4	96 jam	0%	8.8	25.2	8.1
		6.25%	8.5	24.4	8.5
		10.5%	8.5	24.5	8.5
		17.6%	8.3	25	8.5
		29.6%	8.2	25.2	8.5
		50.0%	8.2	25.2	8.7

Tabel 4.9 Mortalitas Ikan Nila pada Uji Toksisitas Efluen Limbah Batik

Konsentrasi Limbah	Mortalitas				Jumlah Total
	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam	
0%	-	-	-	-	-
6.25%	-	-	1	-	1
10.5%	-	1	-	1	2
17.6%	2	-	-	-	2
29.6%	3	1	1	1	6
50.0%	3	2	1	1	7



Gambar 4.7 Grafik Kematian Pada Efluen Limbah

Setelah melakukan uji toksik dapat dilihat bahwa kematian ikan nila mengalami penurunan pada saat pengujian efluen hasil reaktor kombinasi anaerob-aerob hal ini disebabkan oleh menurunnya kadar BOD, COD dan warna sehingga mengurangi pembentukan aromatic amina yang menjadi penyebab munculnya sifat toksik pada perairan. Selain itu dapat dilihat pada grafik jumlah kematian ikan mengikuti jumlah konsentrasi limbah artinya semakin tinggi konsentrasi jumlah ikan nila yang mati juga semakin banyak.

4.2.4 *Lethal Concentration 50 (LC₅₀)*

Pengujian LC_{50} atau *Lethal Concentration Fifty* dilakukan untuk memperkirakan pada konsentrasi berapa limbah dapat mematikan sebanyak 50% hewan uji (EPA, 19991). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai LC_{50} dalam suatu limbah pada pengujian toksik yaitu metode probit, trimmed spearman karber, spearman karber dan graphical (EPA, 2002). Namun tidak semua metode dapat digunakan untuk menghitung pada suatu limbah yang sama, penentuan metode dapat dilihat dari pola yang dihasilkan pada grafik kematian saat uji toksisitas. Pada penelitian ini metode yang dapat digunakan yaitu spearman karber pada influen atau limbah sebelum diolah dan metode probit untuk efluen. Karena pada influen yang diuji pada konsentrasi tertinggi terdapat kematian 100%. Sedangkan metode probit digunakan pada efluen karena pola kematian menunjukkan kenaikan seiring dengan tingginya konsentrasi pengenceran limbah. Analisis data dengan metode probit dianjurkan dengan menggunakan program komputer (US EPA, 2002).

Tabel 4.10 Data LC_{50} pada Limbah Batik Kampung Batik Giriloyo

NO	Contoh Uji	LC		Kategori Toksisitas*
		Probit	Spearman-Karber	
	(1)	(2)	(3)	
1	Influen (Sebelum Pengolahan)	1.65	1,84	Beracun (<i>Toxic</i>)
2	Efluen (Setelah Pengolahan)	85.507		Beracun (<i>Toxic</i>)

*Sumber: Hinwood et al., 1994

Dari tabel diatas dapat dilihat hanya dengan konsentrasi 1,65% influen limbah batik dapat mengakibatkan kematian hewan uji sebanyak 50%.

Sedangkan pada efluen konsentrasi limbah yang dibutuhkan lebih banyak yaitu 42,2% untuk dapat menyebabkan kematian pada ikan nila. Dapat dikatakan bahwa influen limbah batik lebih toksik daripada efluen yang dihasilkan dari reaktor anaerob-aerob.

4.2.5 Toxic Unit acute (TUa)

Nilai *toksitas unit acute* dapat ditentukan jika LC_{50} sudah diketahui karena rumus yang digunakan untuk mencari nilai TUa adalah $100/LC_{50}$. Namun TUa dapat diperkirakan jika nilai LC_{50} yang didapatkan tinggi maka nilai TUa nya rendah, dan sebaliknya jika nilai LC_{50} rendah maka nilai TUa nya tinggi atau semakin akut.

Tabel 4.11 Tingkat Toksisitas Berdasarkan *Toxic Unit acute*

No	Contoh Uji	LC_{50}	Tua	Kategori*
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	Influen (Sebelum Pengolahan)	1.84	54,22	High acute toxicity
2	Efluen (Setelah Pengolahan)	85,507	1,17	Significant acute toxicity

*Sumber: Vaajasaari, 2005

Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui influen limbah batik dari Kampung Batik Giriloyo termasuk kedalam kategori *High Acute Toxicity* masuk kedalam kategori kelas ketiga atau dapat dikatakan kandungan racun dalam limbah ini cukup tinggi dan dapat menyebabkan toksisitas akut. *Range* TUa untuk kelas 3 ini adalah berkisar antara 10-100 dan limbah yang dihasilkan dari kampung batik Giriloyo memiliki nilai TUa sebesar 54,22. Sedangkan effluent

yang dihasilkan dari reaktor kombinasi anaerob-aerob dikategorikan *Significant Acute Toxicity*. Masuk kedalam tingkat toksisitas kelas ke 2 dengan range TUa berkisar 1-10. Dianggap memiliki dampak beracun yang signifikan, sesuatu yang dianggap penting dan dapat mempengaruhi lingkungannya namun tidak dalam jumlah yang banyak. Seperti pada penelitian ini nilai Toxicity Unit yang dihasilkan dari efluen limbah batik hasil pengolahan adalah sebesar 1,17 yang artinya semakin kecil kadar toksisitas yang terdapat dalam limbah, namun hal tersebut masih harus tetap menjadi perhatian.

4.3 Pengaruh Kualitas Limbah terhadap Kematian Ikan

Limbah batik yang diapaparkan pada ikan nila memberikan dampak pada perubahan tingkah lakunya. Beberapa saat setelah ikan dimasukkan kedalam limbah batik pergerakan yang dilakukan mulai tidak terkendali, tanpa arah, dan sering menabrak dinding. Kemudian setelah beberapa jam ikan mulai mengapung. Pada tubuh ikan yang telah mati kemudian diamati, terdapat lendir pada bagian tubuh ikan, mulut ikan terbuka dan mata pada beberapa ikan hampir keluar selain itu terjadi perubahan warna insang pada ikan yang telah terpapar limbah batik. Pada ikan yang sehat warna insang ikan adalah merah, namun setelah terpapar limbah batik warna insang menjadi pucat dan ada juga warna insang yang berubah mengikuti warna limbah batik dan terlihat beberapa partikel-partikel kecil dalam insang. Insang adalah organ yang bekerja mengatur pertukaran ion dan gas, menjaga keseimbangan pH, osmoregulasi dan ekskresi nitrogen (Mathan et al., 2010).

Insang ikan yang berubah warna diakibatkan oleh berkurangnya oksigen yang disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi yang tersumbat di insang ikan sehingga peredaran darah terhenti (Svobodova, Lloyd, Machova, & Vykusova, 1993). Rusaknya insang selain menyebabkan konsumsi oksigen yang berkurang

juga menyebabkan terganggunya fungsi osmoregulasi (Mishra dan Mohanty, 2008). Osmoregulasi merupakan proses untuk menyesuaikan kandungan air dan elektrolit pada tubuh ikan dengan lingkungannya (Lantu, S., 2010). Pada kasus limbah batik ini tidak hanya partikel tersuspensi namun juga beberapa zat lilin yang berasal dari proses pencucian terlihat pada insang ikan, hal ini lah yang menyebabkan ikan kekurangan oksigen dan akhirnya mengalami kematian. Zat-zat lilin tersebut tidak hanya mengganggu insang ikan, namun juga menempel pada badan ikan yang mengakibatkan ikan kesulitan untuk berenang.

Zat organik dalam air menjadi factor penyebab penurunan pada oksigen terlarut. Kurangnya oksigen dalam perairan akan mengakibatkan ikan berada di permukaan untuk menghirup udara dan lama kelamaan mati. Untuk mengetahui kadar oksigen terlarut dalam air dilakukan pengujian terhadap BOD dan COD. Tingginya kandungan BOD dan dalam perairan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut sehingga dapat mempengaruhi kehidupan ikan. Senyawa organik yang berada di air akan masuk dalam jumlah yang besar ke dalam hati ikan, residu dapat diekskresikan dalam urin atau empedu melalui usus (Svobodova, Lloyd, Machova, & Vykusova, 1993).

Zat warna pada limbah batik juga mempengaruhi tingkat toksisitas terhadap ikan yang terpapar. Air yang sangat tercemar oleh limbah warna batik akan meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air. Beberapa warna yang digunakan pada limbah batik dapat menyebabkan keracunan dan berpengaruh terhadap warna tubuh ikan (Svobodova, Lloyd, Machova, & Vykusova, 1993).

4.4 Perbandingan Hasil Uji Toksisitas dengan Penelitian Lain

Ada beberapa penelitian lain yang juga melakukan pengujian terhadap tingkat toksisitas dari limbah batik. Yang pertama penelitian yang dilakukan pada limbah batik yang ada di Tuban terhadap ikan nila, menunjukkan hasil kualitas limbah

cair yang diteliti memiliki kandungan COD sebesar 4951.75 mg/L, Kromium sebesar 7.0, TSS sebesar 448 mg/L dan pH 6,9. Hasil ini tentu masih jauh berada diatas kadar maksimal limbah batik diperbolehkan berada di lingkungan, kecuali pH yang masih berada pada kisaran normal. Setelah dilakukan uji toksisitas selama 96 jam dan kemudian dianalisis dengan menggunakan metode probit, limbah cair yang dianalisis memiliki nilai LC_{50} sebesar 0,73%. Jika dibandingkan dengan tingkat toksisitas yang ada pada Limbah Batik yang ada di Kampung Batik Giriloyo, limbah yang ada di Tuban jauh lebih toksik karena hanya dengan 0,73% limbah sudah dapat mematikan 50% hewan uji. Pada penelitian ini juga melakukan pengamatan pada sisik ikan. Tidak terlihat kerusakan yang terlalu signifikan pada sisik, hanya saja sisik ikan yang telah terpapar limbah mengalami perubahan warna yang disebabkan dari penempelan zat asing yang terdapat pada limbah (Riska, 2017).

Pada penelitian lain yang melakukan uji toksisitas limbah cair batik sebelum dan sesudah diolah dengan menggunakan tawas dan super flok terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L*). Hasil penelitian menunjukkan kualitas limbah cair batik sebelum diolah sebagai berikut COD sebesar 344 mg/L, TDS 1610 mg/L dan pH mencapai 10, hasil ini tentu masih jauh dari baku mutu yang ada. Setelah dilakukan uji toksisitas hasil yang didapat menunjukkan limbah batik ini tergolong pada toksisitas yang cukup tinggi dengan nilai LC_{50} sebesar 3,7% sudah dapat mematikan 50% ikan mas yang dijadikan hewan uji. Namun tingkat toksisitas pada limbah batik dari Kampung Batik Giriloyo lebih tinggi.

Setelah dilakukan pengolahan dengan tawas dan super flok, kualitas air limbah mengalami peningkatan hal ini ditandai dengan penurunan beberapa parameter uji. COD mengalami penurunan sebesar 68,6%; pada TDS mengalami penurunan sebesar 7,45% dan penurunan pH sebesar 35%. Hasil yang didapat masih diatas baku mutu namun sudah lebih baik dibandingkan dengan limbah sebelum diolah. Pengolahan yang dilakukan juga berpengaruh terhadap

penurunan tingkat toksisitas atau LC_{50} dari limbah batik yaitu menjadi 10,6% (Yuli, 2016). Hasil yang didapatkan jauh lebih baik menggunakan pengolahan dengan reaktor anaerob-aerob karena efisiensi penurunan kadar parameter uji yang dilakukan lebih besar dan dapat menurunkan tingkat toksisitas yang ditimbulkan dari limbah batik lebih besar juga.