Uji Toksisitas Limbah Pewarna Alami dan Sintetis pada Ikan *Oreochromis niloticus*

Adiya Intan Nabila[1], Any Juliani[1], Annisa Nur Lathifah[1]

[1] Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584.

*Korespondensi: 21513045@students.uii.ac.id

Abstrak. Industri batik merupakan salah satu kekayaan budaya Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, kegiatan produksi batik menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan, terutama pada proses pelorodan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat toksisitas limbah cair dari pewarna alami dan pewarna sintetis industri batik menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET) dengan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi aklimatisasi ikan, uji pendahuluan, uji toksisitas yang dilakukan selama 96 jam. Pengujian dilakukan dengan variasi konsentrasi limbah untuk menentukan nilai LC_{50} (*Lethal Concentration* 50 %) dan TUa (*Toxicity Unit acute*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai BOD5, COD, TSS, fenol, sulfida dan minyak lemak pada kedua jenis limbah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016. Sementara, pada parameter suhu, pH, amonia, dan krom total masih dalam batas baku mutu. Limbah pewarna alami menunjukkan nilai LC_{50} yaitu 0,9418 dibandingkan limbah pewarna sintetis yaitu 2,7748. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi parameter fisik dan kimia, maka semakin besar tingkat toksisitas terhadap organisme akuatik.

Kata Kunci: industri batik, ikan nila, limbah cair, pewarna alami, pewarna sintetis

1. PENDAHULUAN

Salah satu warisan budaya di Indonesia yaitu industri batik dimana mengalami pertumbuhan yang sangat pesat terutama pada Kota Yogyakarta (Apriyani, 2018). Namun, dibalik keindahan proses Produksi batik baik modern maupun tradisional menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Limbah cair dari industri batik ini biasanya disalurkan ke badan air dan tanpa melakukan pengolahan yang baik, sehingga menimbulkan masalah pencemaran yang serius (Astuti et.al, 2020).

Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016 menetapkan standar mutu air limbah untuk industri tekstil, tetapi karena kekurangan sumber daya dan teknologi bagi pelaku industri batik yang tidak memenuhi standar baku mutu. Limbah batik masih mengandung zat warna dan loga berat dari proses pencucian kain yang dapat membahayakan kesehatan manusia maupun ekosistem (Sasongko & Tresna, 2010). Oleh karena itu, untuk mengevaluasi nilai tingkat toksisitas pada limbah ini yaitu menggunakan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET).

Metode *Whole Effluent Toxicity* (WET) ini adalah metode yang digunakan untuk menguji dampak keseluruhan dari limbah cair dengan menggunakan organisme hidup sebagai bahan indikator. (Lee et.al 2020). Uji toksisitas pada metode Whole Effluent Toxiicity (WET) menjadi penting untuk mengevaluasi dampak keseluruhan dari limbah cair terhadap organisme akuatik.

Metode ini memberikan Gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi risiko limbah terhadap ekosistem akuatik (U.S. EPA, 2016).

Berdasarkan uji penelitian yang telah dilakukan pada limbah pewarna alami dan pewarna Sintetis. Dapat diketahui bahwa limbah batik pewarna alami maupun pewarna sintetis memiliki dampak beracun. Limbah pewarna alami mengandung bahan kimia dari proses pelorodan seperti air, soda ash, dan detergen. Sementara itu, pada Pewarna sintetis menggunakan garam naphtol dan remazol yang bersifat toksik dan sulit terurai.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat Toksisitas limbah cair dengan pewarna alami dan sintetis menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai organisme uji.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melaksanakan pengujian Toksisitas dengan metode Whole Effluent Toxicity (WET) dibutuhkan tahapan penelitian yang akan dilakukan dari awal hingga akhir penelitian. Tahapan kegiatan tersebut dibutuhkan untuk membantu dan mempermudah jalannya penelitian mulai dari persiapan yang diperlukan, pengambilan, dan pengujian sampel hingga analisis hasil yang didapat dari pengujian di laboratorium dan lapangan.

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian toksisitas meliputi aerator, akuarium uji, reaktor aklimatisasi, Oxygen meter (DO meter), pH meter, alat pengukur suhu (termometer), jerigen 2 L, jerigen 5 L, gayung bertangkai, saringan, penggaris, botol penyimpan air limbah, botol winkler, cawan porselen, corong, desikator, gelas beaker, gelas ukur, oven, spektrofometer, TDS meter, neraca analitik, dan lainnya.

2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu 15-liter limbah cair nglorod pewarna alami, 20-liter limbah cair nglorod pewarna Sintetis. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang telah divalidasi berdasarkan sampel panjang ikan 2-4 cm (OECD, 2019) dan setiap reaktor berisi 7 ekor ikan, Asam Sulfat (H_2SO_4), Kalium Dikromat 0,25 N, Kertas saring, Larutan standar BOD, Larutan Buffer, Larutan Standar Sulfida, Natrium Sulfat Anhidrat, Pelarut heksana dan lainnya.

2.2 Cara Kerja

2.2.1 Penentuan Lokasi

Lokasi pengambilan sampel limbah cair pewarna alami dan pewarna sintetis adalah di Industri Batik PT. X. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode yang mengacu pada SNI 6989.59.2008 tentang Air dan Air Limbah, Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

2.2.2 Pengambilan Sampel

Sampling dilakukan di dua tempat yaitu limbah alami dan limbah sintetis. Limbah cair pewarna alami di Batik X dan limbah sintetis bertepatan di Batik Y diambil dari proses akhir pewarnaan yaitu limbah nglorod. Untuk pengambilan contoh limbah mengacu pada SNI 6989.59.2:2008 tentang Metode Pengambilan contoh air limbah. Pengambilan sampel dilakukan dengan

menggunakan metode grab sampling pada pagi hari. Air limbah yang dihasilkan dari proses pelorodan (nglorod) dan pencucian. Selain itu, pengukuran suhu dan kadar pH lapangan selama pengambilan sampel.

2.2.3 Pengujian Toksisitas

2.2.3.1 Uji Aklimatisasi

Uji aklimatisasi dilakukan selama 7 hari untuk menyesuaikan ikan nila dengan kondisi laboratorium. Air yang telah diaerasi sebelum digunakan dan ikan didiamkan 30 menit sebelum aklimatisasi. Selama aklimatisasi, ikan tidak diberi pakan pada hari pertma untuk menghindari stress dan gangguan pencernaan.

2.2.3.2 Uji Pendahuluan

Pada uji pendahuluan ini adalah untuk menentukan batas bawah dan batas atas konsentrasi yang akan digunakan pada uji toksisitas akut. Kriteria konsentrasi batas bawah didasarkan pada konsentrasi maksimum yang menyebabkan kematian 0 % pada tahap uji pendahuluan. Sedangkan kriteria batas atas didasarkan pada konsentrasi minimum yang menghasilkan kematian 100 % pada tahap uji pendahuluan.

Rentang variasi konsentrasi minimal yang digunakan harus berjumlah 5 konsentrasi mengikuti deret geometri (OECD, 2019). Uji pendahuluan ini dilakukan selama 24 jam dengan konsentrasi 0 %, 6,25 % :12,5%: 25 %; 50 %; dan 100 %. Konsentrasi menggunakan 7 ekor ikan nila (Oreochromis niloticus), sesuai dengan pedoman OECD Test No. 203 (2019) dan US.EPA (2002). Konsentrasi kematian hewan uji mengalami kematian maka konsentrasi kematian 100 % dikalikan dengan faktor pengenceran 0,5 (USEPA, 2000) sebagai konsentrasi tertinggi pengujian.

Uji Toksisitas bertujuan untuk mengetahui nilai LC_{50}. Pengujian ini dilakukan dari 24 jam hingga 96 jam. Apabila ketahanan uji dapat diterima pada reaktor kontrol kurang dari 90 %. Jika pengujian ketahanan pada reaktor kontrol kurang dari 90% maka hasil uji harus dilakukan pengulangan (US EPA, 1991). Uji Toksisitas metode Whole Effluent Toxicity (WET) dilakukan dengan menggunakan pengujian multi konsentrasi untuk menentukan kisaran Toksisitas sampel uji dan dilakukan dengan tipe *static non-renewal*.

Uji toksisitas ini dilakukan dengan cara statis, metode ini digunakan pada uji toksisitas akut selama 96 jam. Dengan menggunakan metode *static non-renewal*, bertujuan untuk melihat efek langsung. Dimana ini menetapkan jumlah minimum untuk mendapatkan hasil statistik LC_{50} yang valid namun tetap memperhatikan prinsip 3R (replacement, reduction, refinement) dalam kondisi hewan.

2.2.4 Parameter Kimia

Adapun hasil pemeriksaan dari parameter influent limbah batik cair dengan perbandingan dengan Permen LHK RI No. 16 Tahun 2019 dan Peraturan Daerah No. 7 Tahun 2016. Hal ini menunjukkan bahwa limbah batik memiliki potensi pencemaran yang tinggi dan memerlukan pengolahan yang lebih baik sebelum dibuang ke lingkungan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Uji Aklimatisasi

Pada proses uji aklimatisasi dilakukan setiap hari terhadap kondisi ikan nila. Tahapan uji ini dilakukan dengan kondisi suhu 25 °C – 30 °C, pH yaitu 6,5 – 8,5 dan DO minimum yaitu 5 mg/l. Pada proses uji aklimatisasi dilakukan setiap hari terhadap kondisi ikan nila. Pada proses aklimatisasi ini ikan tidak boleh menunjukkan tanda-tanda penyakit dan stress yang terlihat dan harus bebas dari malformasi yang jelas dan tidak pernah diobati sebelumnya terhadap penyakit atau parasite dalam jangka waktu 7 hari sebelum pengujian (OECD, 2019).

Total jumlah ikan yang diaklimatisasi sebanyak 250 ekor. Selama proses juga dilakukan pengukuran pH, DO, dan suhu. Pada proses aklimatisasi hewan uji juga diperhatikan mortalitasnya. Jika pada proses pengamatan mengalami kematian lebih dari 10 % dari total hewan uji yang digunakan, maka kemungkinan besar air yang digunakan tidak memenuhi syarat untuk tempat hidup dan kondisi hewan uji yang kurang bagus.

Selama proses aklimatisasi Tingkat kematian ikan sebesar 7,6 % yaitu dengan Jumlah kematian 19 ekor dari jumlah awal yaitu 250 ekor dan masih dalam batas toleransi < 10% (OECD, 2019), sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap pengujian.

Tabel 1. Pengukuran suhu, pH, dan DO pada proses aklimatisasi

No	Waktu (hari)	Suhu	pH	DO (mg/L)
1	Hari ke-0	26	8,4	7,1
2	Hari ke-1	26	8,3	6,98
3	Hari ke-2	26	8,4	7,1
4	Hari ke-3	26	8,3	6,9
5	Hari ke-4	26	8,4	6,6
6	Hari ke-5	25	8,4	6,8
7	Hari ke-6	26	8,4	7
8	Hari ke-7	26	8,4	6,9
Total rata-rata		25,9	8,4	6,9

3.2 Uji Pendahuluan

Uji ini dilakukan selama 24 jam dengan konsentrasi yang digunakan pada uji pendahuluan limbah pewarna alami dan pewarna sintetis yaitu 0 %; 6,25 %; 12,5 %; 25 %; 50 % dan 100 %. Setiap konsentrasi menggunakan 7 ekor ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jumlah kematian uji pendahuluan limbah pewarna alami dan pewarna sintetis menentukan persen pengenceran yang akan digunakan pada uji toksisitas.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada limbah pewarna alami konsentrasi 100 % dan 50 % ikan mengalami kematian pada 1 jam pertama pengujian sebanyak 100 % mortalitas, sedangkan pada konsentrasi 25 %, 12, 5 % dan 6, 25 % ikan mengalami ketidaknormalan di 2 jam pertama dan sebagian ikan berusaha bergerak dan bernapas disekitar aerator. Setelah pengamatan 24 jam seluruh ikan nila mengalami kematian 100 % pada konsentrasi 25 %, 12, 5 % dan 6,25 %.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada limbah pewarna sintetis konsentrasi 100 % ikan mengalami kematian pada 1 jam pertama pengujian sebanyak 100 % mortalitas. Pada konsentrasi 50 % mengalami kematian sebagian yaitu terdapat 2 ikan yang mencoba berusaha bergerak dan bernapas serta 2 ikan yang gerakan sudah melambat berada disekitar aerator. Setelah pengamatan selama 24 jam ikan nila mengalami kematian 100 % pada konsentrasi 100%, 50 % dan 25 %.

Tabel 2. Mortalitas Pewarna Alami

Uji Pendahuluan (Pewarna Alami)				
Jumlah Kematian				
Konsentrasi Limbah (%)	Mortalitas (kematian)			
	30 menit	1 jam	2 jam	24 jam
6,25%	2	4	5	7
12,5%	2	3	5	7
25%	3	5	7	7
50%	3	6	7	7
100%	5	7	7	7

Tabel 3. Mortalitas Pewarna Sintetis

Uji Pendahuluan (Pewarna Sintetis)				
Jumlah Kematian				
Konsentrasi Limbah (%)	Mortalitas (kematian)			
	30 menit	1 jam	2 jam	24 jam
6,25%	0	0	1	4
12,50%	0	0	2	5
25%	0	1	3	7
50%	0	2	4	7
100%	1	3	5	7

Rentang persentase pengenceran yang didapatkan pada uji pendahuluan (*range finding test*) digunakan untuk perlakuan pada uji Toksisitas. Uji Toksisitas limbah alami dan limbah sintetis dilakukan selama 96 jam dengan waktu pengamatan 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Rentang pengenceran yang digunakan pada uji toksisitas limbah pewarna alami yaitu 0,195 %; 0,39 %; 0,78 %; 1,56 %; dan 3,125 %. Jumlah mortalitas hewan uji menunjukkan kematian paling banyak pada 3,125 %.

Pada limbah pewarna sintetis yaitu 0,78 %; 1,56 %; 3,125%; 6,25% dan 12,5 %. Jumlah kematian hewan uji menunjukkan tingkat kematian tertinggi pada konsentrasi 12,5 %. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah cair yang ditambahkan ke dalam akuarium maka semakin cepat kematian terjadi pada ikan nila dan juga sebaliknya semakin kecil konsentrasi limbah cair yang ditambahkan ke dalam akuarium semakin lama ikan nila mampu bertahan. Hal ini dapat dilihat bahwa konsentrasi limbah cair batik berpengaruh terhadap kematian ikan nila.

3.3 Uji Toksisitas

3.3.1 Pergerakan ikan sekitar aerator

Pengujian dilakukan menggunakan aerator, tetapi ikan tampak lebih aktif dan dapat menimbulkan stress dari adanya buih detergen dari limbah pewarna alami. Pergerakan ikan disekitar aerator ini dapat diaati sebagai respons terhadap rendahnya kadar DO (*Dissolved Oxygen*) dalam air, sehingga menyebabkan ikan mencari sumber oksigen tambahan.

3.3.2 Pengamatan ikan di dasar akuarium.

Ikan juga dapat diamati berenang di dasar akuarium, kemungkinan karena adanya padatan dan busa dari proses pelorodan. Dalam beberapa jam ikan akan mengalami kematian dan naik ke permukaan.

3.3.3 Produksi lendir

Pada limbah pewarna alami, Produksi lender berlebihan pada ikan diamati sebagai respons perlindungan. Lendir ini melapisi insang dan kulit, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menganggu respirasi ikan.

3.3.4 Perubahan warna tubuh dan insang

Perubahan warna tubuh dan insang ini disebabkan oleh berkurangnya oksigen akibat partikel tersuspensi yang menyumbat insang dan menghentikan peredaran darah.

3.3.5 Pembengkakan perut

Pembengkakan perut pada ikan diamati yang disebabkan oleh penumpukan cairan di rongga perut. Paparan limbah dapat menganggu sistem osmoregulasi ikan sehingga menyebabkan ginjal tidak berfungsi optimal dalam mengeluarkan kelebihan cairan.

3.3.6 Hypoactivity

Hypoactivity dapat dilihat dengan gerakan ikan yang melambat dan cenderung diam di dasar akuarium. Kondisi ini disebabkan oleh paparan senyawa organik berbahaya dalam limbah.

Tabel 4. Uji Toksisitas Pewarna Alami

Konsentrasi	Jumlah Organisme yang mati				Jumlah Hewan Uji
	24	48	72	96	
3,13%	5	7	7	7	7
1,56%	3	3	4	7	7
0,78%	0	1	3	4	7
0,39%	0	0	1	2	7
0,20%	0	0	0	2	7

Tabel 4 menunjukkan hasil uji toksisitas terhadap limbah pewarna alami yang dilakukan dengan konsentrasi 0,195 %, 0,39 %, 0,78 %, 1,56 %, dan 3,125 %. Pada konsentrasi 0,195%, tidak terjadi kematian hingga jam ke-72, namun mengalami kematian pada jam ke-96 sebanyak 2 ekor. Pada konsentrasi 0,39 %, kematian pertama terjadi pada jam ke-72 yaitu 1 ekor dan bertambah menjadi dua ekor di jam ke-96. Kematian meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi pada 0,78% dan 1,56 %. Kematian terjadi lebih awal dan jumlah ikan yang mati juga lebih banyak. Konsentrasi 3,125% menunjukkan bahwa sejak jam ke 24 terjadi kematian dan pada jam ke-48 seluruh ikan mengalami kematian. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pewarna alami bersifat toksik.

Tabel 5. Uji Toksisitas Pewarna Sintetis

Konsentrasi	Jumlah Organisme yang mati				Jumlah Hewan Uji
	24	48	72	96	
12,50%	3	5	6	6	7
6,25%	1	3	4	5	7
3,13%	0	1	3	4	7
1,56%	0	0	1	2	7
0,78%	0	0	1	2	7

Tabel 5 menunjukkan hasil uji toksisitas terhadap limbah pewarna sintetis yang dilakukan dengan konsentrasi 0,78 %, 1,56 %, 3,13%, 6,25 %, dan 12,5 %. Pada konsentrasi 0,78 % dan 1,56 % mengalami kematian pertama pada 72 jam dengan jumlah 1 ekor pada konsentrasi tersebut. Dapat diketahui bahwa terjadi kematian ikan pada konsentrasi 12,5 % sebanyak 5 ekor pada 48 jam pertama dan konsentrasi 6,25 % mengalami kematian sebanyak 3 ekor. Namun beberapa ikan mengalam *hypoactivity* (kurang aktif) dan berenang didasar akuarium.

Ikan yang berada di konsentrasi 3,13 % mengalami kematian 1 ekor. Namun, pada konsentrasi 1, 56 %, dan 0,78% tidak terdapat kematian di waktu 48 jam pertama. Pada pengamatan 72 jam terlihat konsentrasi 1, 56 %, dan 0,78% mengalami tingkatan sebanyak 1 ekor dan beberapa ikan masih terlihat aktif dan responsif. Pada pengamatan 96 jam terlihat terjadi perubahan warna pada tubuh ikan dan pucat serta gerak sudah melamban dan tidak aktif.

Kedua hasil pengujian toksisitas ini dapat diketahui bahwa limbah yang tingkat konsentrasi tinggi maka ikan akan semakin banyak mati. Meskipun pewarna alami lebih ramah lingkungan, namun pada proses pelorodan ini menggunakan air, soda abu dan detergen bubuk yang meninggalkan sisa-sisa bahan kimia yang berpotensi mencemari air. Sedangkan, pada pewarna sintetis mengandung bahan- bahan yang dapat minmbulkan bahaya. Oleh karena itu, dapat dilihat bahwa kedua limbah batik ini memiliki dampak beracun terhadap ikan.

3.4 Perhitungan Toksisitas

Berdasarkan uji toksisitas dapat diketahui bahwa konsentrasi limbah batik pewarna alami dan pewarna sintetis mengalami kematian, sehingga nilai LC_{50} dapat dihitung dengan metode probit. Setelah Mengetahui nilai LC_{50} dapat dilakukan Perhitungan *Toxic Unit Acute* (TUa). Apabila nilai LC_{50} tinggi makan nilai TUa semakin rendah atau tidak toksik, dan apabila nilai LC50 rendah maka nilai TUa semakin tinggi atau semakin akut. Analisis probit dilakukan dengan persamaan $Y = aX + b$.

Tabel 6 menunjukkan nilai LC_{50} limbah pewarna alami yaitu proses pelorodan adalah sebesar 0,9418. Sementara itu, nilai LC_{50} pada limbah pewarna sintetis pada proses pelorodan yaitu 2,7748. Tabel 8 menunjukkan bahwa perhitungan nilai TUa Industri Batik X sebesar 106,17 dengan berkategori sudah sangat toksik. Sedangkan pada perhitungan nilai TUa Industri Batik X sebesar 36,03 dengan berkategori toksik

Tabel 6. Hasil Perhitungan LC_{50}

No	Contoh Uji	LC_{50}
1	Pewarna Alami	0,9418
2	Pewarna Sintetis	2,7748

Tabel 7. Klasifikasi Toksisitas Akut

No	Kelas	Tingkat Toksisitas	Toxic Unit
1	Class I	*No Acute Toxicity*	<1
2	Class II	*Significant Acutate Toxicity*	1-10
3	Class III	*High Acute Toxicity*	10-100
4	Class IV	*Very Acute Toxicity*	>100

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai TUa

No	Contoh Uji	TUa	Kategori Toksisitas	Kelas
1	Pewarna Alami	106, 17	Very Acute Toxicity	Class IV
2	Pewarna Sintetis	36,03	High Acute Toxicity	Class III

3.5 Uji Parameter

Analisis parameter kimia ini dilakukan untuk menilai kualitas limbah cair batik baik pada pewarna alami maupun sintetis. Parameter BOD dan COD yang sangat tinggi menunjukkan adanya beban organic berlebih yang mengurangi kadar oksigen terlarut. Hal ini mengakibatkan perilaku ikan cenderung berada disekitar aerator untuk mencari oksigen tambahan sebelum mengalami kematian. *Total Suspended Solid* (TSS) yang sangat tinggi dapat menyumbat insang sehingga menghambat respirasi ikan.

Tabel 9. Perbandingan Parameter Baku Mutu

Parameter	Satuan	Baku Mutu PerGub DIY No.7 Tahun 2016	Hasil Uji Pewarna Alami	Hasil Uji Pewarna Sintetis
BOD_5	mg/L	85	**412**	**210**
COD	mg/L	250	**20571**	**879**
TDS	mg/L	2000	**6496**	*1320
TSS	mg/L	60	**3960**	**976**
Fenol	mg/L	0,5	**0,82**	**1,06**
Krom Total (Cr)	mg/L	1	*0,05	*0,03
Amonia Total (NH_3 sebagai N)	mg/L	3	*1,17	*1,29
Sulfida (sebagai S)	mg/L	0,3	**8,21**	**3,69**
Minyak dan Lemak Total	mg/L	5	**146**	**36,3**
Suhu	℃	± 3 terhadap suhu udara		
pH	-	6,0 - 9,0	*9	*7

Keterangan : **(*) =** memenuhi baku mutu
(**B**) = tidak memenuhi baku mutu

Selain itu, parameter fenol melebihi baku mutu yang memiliki sifat toksik terhadap ikan karena dapat merusak jaringan insang dan sistem saraf. Sulfida berada jauh dari ambang batas baku mutu. Sulfida dapat mengakibatkan ikan mengalami kesulitan bernafas meskipun oksigen tersedia. Minyak dan lemak melebihi baku mutu yang menyeybabkan adanya lapisan minyak di permukaan air menghalangi difusi oksigen dan apabila menempel pada insang dapat menganggu proses respirasi.

Sementara itu, beberapa parameter lainnya yaitu TDS, pH, suhu, ammonia, dan krom total masih berada dalam batas baku mutu dan terkecuali TDS (*Total Dissolved Solid*) pada pewarna alami yang melebihi baku mutu. Dapat diketahui pada parameter ini tidak menjadi faktor dominan pada mortalitas ikan, tetapi tetap dapat menimbulkan stress menjadi bertambah. Dimana kombinasi beban bahan organnik tinggi BOD dan COD, padatan yang tersuspensi yaitu *Total Suspended Solid* (TSS), serta kandungan senyawa lainnya yaitu fenol, sulfidam minyak dan lemak yang memiliki peran besar dalam meningkatkan kematian ikan nila selama uji toksisitas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat toksisitas limbah cair pewarna alami dan sintetis terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Hasil uji ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah, semakin besar tingkat kematian ikan, dengan nilai LC_{50} yaitu sebesar 0,94 pada limbah pewarna alami dan 2,77 pada limbah pewarna sintetis. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pewarna alami lebih berbahaya bagi ikan yang disebabkan oleh tingginya kadar nilai BOD, COD, TSS, sulfida, serta minyak dan lemak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa limbah batik pewarna alami maupun sintetis berpotensi mencemari kualitas air dan menganggu kelangsungan hidup organisme akuatik.

Penelitian ini telah Memenuhi validasi internal sesuai dengan pedoman OECD 203, ditunjukkan dengan mortalitas control<10% dan kondisi media uji yang stabil. Namun, pada penelitian ini belum dilakukan pengulangan. Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk melakukan pengulangan uji pada Konsentrasi yang sama serta menggunakan organisme uji lain. Hal ini bertujuan untuk memastikan hasil dan mengetahui dampak limbah batik terhadap ekosistem perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Kepada dosen pembimbing laboratorium, serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian hingga penyusunan paper ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana yang telah memberikan kesempatan dan dukungan fasilitas untuk dapat melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

Apriyani, N. (2018). Industri batik: Kandungan limbah cair dan metode pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan, 3*(1), 21–29.

Astuti, A., et al. (2020). Toksisitas limbah cair batik terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 12*(1), 15–22.

Aziz, A., & Shafaee, M. (2020). Toksisitas mematikan hasil bi-sorpsi air limbah batik pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Environmental Science and Technology, 17*(3), 1234–1240.

Budiyanto, B., et al. (2018). Pengaruh kadar sulfida dalam limbah cair batik terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 9*(3), 201–208.

Darmawati, D., Aliyas, A., & Nurhayani, N. (n.d.). Gambaran darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Desa Lakatan Kecamatan Galang. *Jurnal Biologi dan Lingkungan, 7*(1), 45–52.

Dindasari, N. (2018). Uji toksisitas akut limbah industri batik Giriloyo terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan menggunakan reaktor anaerob–aerob. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 9*(1), 45–52.

Dhyanti, D. (2016). Toksisitas limbah cair pabrik batik terhadap mortalitas dan struktur histologik hepatopankreas pada ikan nila. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 9*(1), 15–22.

Environmental Protection Agency (EPA). (2002). *Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms* (5th ed.). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water.

Katheresan, K., et al. (2018). Toksisitas limbah cair pabrik batik terhadap mortalitas dan struktur histologik hepatopankreas pada ikan nila. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 10*(2), 123–130.

Lee, S., et al. (2020). Pengaruh limbah cair pewarna alami terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 11*(1), 45–60.

Lestari, S., Sudarmadji, T., Tandjung, S. D., & Santosa, S. J. (2017). Lethal toxicity of batik wastewater bio-sorption results in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Advanced Science Letters, 23*(3), 2611–2613.

Megawati, M. (2015). Toksisitas limbah cair batik terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 7*(2), 123–130.

Musbita Tyastuti, E., & Parama, O. A. (2016). Ekogenotoksisitas limbah cair batik dan efek antimutagenik *Lemna minor* terhadap eritrosit ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Biologi dan Lingkungan, 2*(2), 67–75.

Mustikaning, N. (2016). Uji toksisitas letal Cr^{6+} terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Biologi dan Lingkungan, 8*(2), 67–75.

Paryanto, P., et al. (2012). Pengaruh kadar sulfida dalam limbah cair batik terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 3*(3), 201–208.

Pramudita, P. (2014). Toksisitas limbah cair pabrik batik terhadap mortalitas dan struktur histologik hepatopankreas pada ikan nila. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 6*(2), 123–130.

Purwaningsih, P. (2008). Pengaruh limbah cair pewarna alami terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 2*(2), 123–130.

Soemirat, S. (2009). Pengaruh kadar sulfida dalam limbah cair batik terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 2*(3), 201–208.

Sucipto, S., & Prihartono, P. (2007). Toksisitas limbah cair pabrik batik terhadap mortalitas dan struktur histologik hepatopankreas pada ikan nila. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan, 1*(2), 123–130.

Tarigan, T. (2003). Pengaruh limbah cair pewarna alami terhadap kualitas air dan toksisitas pada ikan. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Alam, 1*(1), 45–60.