

TOKSISITAS LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGALANGAN IKAN DI MUNCAR TERHADAP MORTALITAS IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.) DAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus* L.)

*Toxicity of Waste Water of Sardines Industry in Muncar toward Mortality of Carp (*Cyprinus carpio* L.) and Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)*

Vina Aulia¹, Wachju Subchan², Joko Waluyo³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember
Jln. Kalimantan X, Jember 68121
E-mail: wachjus63@yahoo.com

Abstrak

Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi adalah sentra penghasil ikan terbesar di Jawa Timur dengan jumlah produksi ikan tahun 2011 sebesar 27.748 ton^[3]. Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh seluruh industri pengolahan ikan di Muncar mencapai 14.266 m³ setiap harinya^[8]. Sejumlah industri pengolahan ikan yang ada di daerah tersebut belum menjalankan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan baik. Akibat dari hal tersebut beberapa bahan pencemar dan parameter kualitas air yang terdapat di sungai di sekitar kawasan industri pengolahan ikan telah jauh melebihi kadar baku mutu kualitas air yang ditetapkan oleh pemerintah. Uji toksisitas akut dilakukan terhadap ikan Mas dan ikan Nila karena dua spesies tersebut dulunya sering ditemukan di sungai di Muncar. Penelitian ini menggunakan 10 ekor ikan berumur 1,5 bulan dengan 3 kali pengulangan untuk setiap jenis ikan. Data mortalitas ikan diamati setiap 24 jam sekali selama 96 jam. Analisis data yang digunakan adalah analisis probit. Berdasarkan penelitian dan hasil analisis, nilai LC₅₀ limbah cair industri pengalangan ikan terhadap ikan Mas selama 24, 48, 72, dan 96 jam adalah 2,52%; 1,24%; 0,56%; dan 0,07%. Nilai LC₅₀ limbah cair industri pengalangan ikan terhadap ikan Nila selama 24, 48, 72, dan 96 jam adalah 4,53%; 2,58%; 1,85%; dan 1,08%. Berdasarkan uji T, hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan Nila lebih mampu bertahan terhadap pemaparan limbah cair industri pengalangan ikan daripada ikan Mas. Faktor lingkungan air yang berhubungan secara signifikan terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila adalah pH dan DO, sedangkan suhu tidak berhubungan secara signifikan.

Kata Kunci : Key word : *C. carpio*, *O. niloticus*, limbah cair.

Abstract

Subdistrict Muncar Banyuwangi regency is the largest fish production centers in East Java with a number of fish production in 2011 amounted to 27,748 tons. The amount of wastewater generated by all the fish processing industry in Muncar reach 14 266 m³ per day. A number of existing fish processing industry in the region is not running the Waste Water Treatment Plant (WWTP) well. As a result of these multiple pollutants and water quality parameters were found in the river around the area of the fish processing industry has far exceeded the levels of water quality standards set by the government. Acute toxicity test conducted on Carp and Tilapia because the two species are often used to was found in a river in Muncar. The study used 10 fish aged 1.5 months to 3 repetitions for each type of fish. Fish mortality data observed every 24 hours for 96 hours. Analysis of the data used are probit analysis. Based on the results of research and analysis, the LC₅₀ values of industrial effluent of sardines fish on Carp for 24, 48, 72, and 96 hours was 2.52%; 1.24%; 0.56%; and 0.07%. LC₅₀ value of industrial effluent of sardines on Tilapia for 24, 48, 72, and 96 hours was 4.53%; 2.58%; 1.85%; and 1.08%. Based on T-test, result shows that Tilapia have more ability to survive from Waste Water of Sardines Industry than Carp. Water-related environmental factors significantly affect the mortality Carph and Tilapia are pH and DO, while the temperature is not significantly correlates.

Keywords: *C. carpio*, *O. niloticus*, waste water.

PENDAHULUAN

Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi adalah sentra penghasil ikan terbesar di Jawa Timur dengan jumlah produksi ikan tahun 2011 sebesar 27.748 ton. Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh seluruh industri pengolahan ikan di Muncar mencapai 14.266 m³ setiap harinya (Priambodo, 2011). Salah satu jenis industri pengolahan ikan yang

memberikan kontribusi besar bagi pencemaran sungai setempat adalah industri pengalangan ikan. Sejumlah industri pengolahan ikan yang ada di daerah tersebut belum menjalankan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan baik. Akibat dari hal tersebut beberapa bahan pencemar dan parameter kualitas air yang terdapat di sungai di sekitar kawasan industri pengolahan ikan telah jauh

melebihi kadar baku mutu kualitas air yang ditetapkan oleh pemerintah (Priambodo, 2011).

Penurunan kualitas air sungai di kawasan Muncar berdampak pada musnahnya ikan-ikan air tawar yang dulu menempati sungai-sungai di Muncar serta berdampak buruk pada usaha ternak ikan air tawar. Diantara ternak ikan air tawar yang dulu banyak terdapat di Muncar adalah ternak ikan Mas dan ikan Nila. Untuk itu, peneliti melakukan pengujian toksisitas limbah terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis besarnya LC_{50} limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*), serta menganalisis perbedaan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Green House* Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2014.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan bahan uji berupa limbah cair industri pengalengan ikan, ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*) dengan 3 kali pengulangan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: jerigen besar dengan kapasitas 30 liter, neraca analitik, penggaris mika, gelas beaker, gelas ukur dan pipet, DO meter, pH meter, 4 bak besar ukuran 75 liter, buah aerator dan perlengkapannya, kabel rol, 30 bak plastik dengan kapasitas sepuluh liter, tali rafia, dan 10 m jaring penutup bak ikan. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair dari industri pengalengan ikan di Muncar, ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan nila (*O. niloticus*) umur 1,5 bulan, dan pakan ikan.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi lima proses, yaitu: penyortiran ikan uji, analisis parameter kualitas limbah, aklimatisasi ikan uji, uji pendahuluan, dan uji akhir. Penyortiran ikan meliputi penyortiran umur, berat dan panjang ikan. Kriteria ikan uji yang digunakan adalah ikan dengan umur 1,5 bulan, berat badan $3,5 \pm 0,5$ gram dan panjang $4,5 \pm 0,3$ cm. Aklimatisasi ikan dilakukan selama 14 hari. Selama proses aklimatisasi ikan diberi makan sebanyak 5% dari berat tubuh ikan yang dibagi sebanyak 2 kali dalam sehari. Jumlah ikan yang terdapat dalam setiap unit percobaan adalah 10 ekor ikan dalam medium sebanyak 10 liter.

Analisis parameter kualitas limbah dilakukan terhadap limbah cair industri pengalengan ikan yang digunakan. Analisis limbah tersebut menggunakan acuan Pergub Jatim no 72 tahun 2013 tentang limbah pengolahan hasil

perikanan. Parameter yang diuji berupa pH, TSS, H_2S , klor bebas, BOD_5 , dan COD. Analisis limbah cair tersebut dilakukan di Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Banyuwangi.

Uji pendahuluan digunakan untuk mencari konsentrasi yang akan digunakan pada uji akhir. Konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan yang digunakan dalam uji pendahuluan antara lain: 0%; 1,25%; 2,5%; 5%, 10%, dan 20%. Uji pendahuluan dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Setiap unit percobaan menggunakan 10 ekor ikan dalam 10 liter air. Pengamatan mortalitas ikan dilakukan setiap 24 jam sekali selama 48 jam.

Tahap lanjutan setelah uji pendahuluan adalah uji akhir. Konsentrasi yang digunakan dalam uji akhir adalah: 0%; 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10%. Uji akhir dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Setiap unit percobaan menggunakan 10 ekor ikan dalam 10 liter air. Hal-hal yang diamati selama uji akhir antara lain: jumlah mortalitas ikan, suhu, pH, dan DO air medium ikan, serta tingkah laku ikan uji. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam dan dilakukan selama 96 jam. Data yang diperoleh dari uji akhir kemudian dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 17.

Analisis Data

Analisis data penelitian yang dilakukan antara lain: (1) analisis pengaruh limbah cair terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila menggunakan uji Anova, jika hasil menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan; (2) analisis nilai LC_{50} limbah cair pengalengan ikan menggunakan uji regresi probit; (3) hubungan antara faktor lingkungan air berupa suhu, pH, dan DO dengan mortalitas ikan uji dilakukan dengan uji korelasi; (4) perbedaan mortalitas ikan Mas dan ikan Nila menggunakan *Paired sample T-Test*.

HASIL PENELITIAN

Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan di Muncar

Berdasarkan analisis parameter kualitas limbah yang telah dilakukan, limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar mengandung beberapa parameter yang melebihi baku mutu kualitas air limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Beberapa parameter yang melebihi baku mutu tersebut antara lain: BOD_5 , COD, TSS, H_2S , dan CL_2 . Acuan yang digunakan dalam analisis limbah tersebut adalah Pergub Jatim no 72 tahun 2013 tentang limbah pengolahan hasil perikanan. Hasil analisis parameter kualitas limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

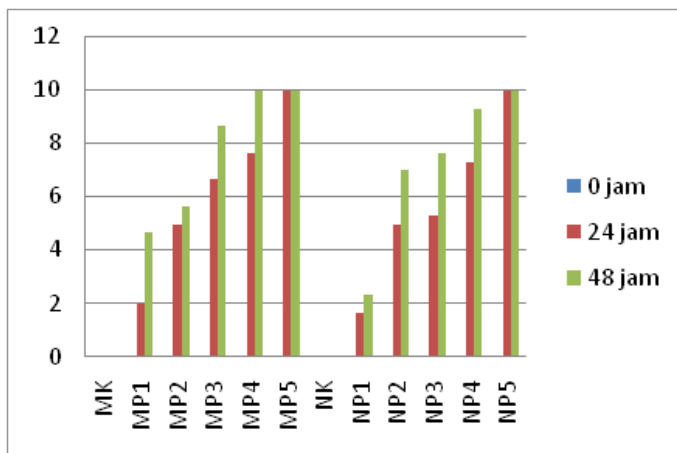
Tabel 1. Hasil uji kandungan limbah cair industri pengalengan ikan

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil
1	Volume persatuan produk	m ³ /ton produk	10	-
2	pH	-	6-9	7,2
3	BOD ₅	mg/l	100	220
4	COD	mg/l	150	486
5	TSS	mg/l	30	200
6	H ₂ S	mg/l	1	5
7	CL ₂	mg/l	1	5,41

Keterangan: BOD₅ = *Biological Oxigen Demand*/ kebutuhan oksigen secara biologi; COD = *Chemical Oxigen Demand*/ kebutuhan oksigen secara kimia; TSS = *Total Suspended Solid*/ total padatan tersuspensi

Hasil Uji Pendahuluan Toksisitas Limbah Cair Industri Pengalengan di Muncar Ikan terhadap Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*)

Uji pendahuluan dilakukan dengan menggunakan enam macam konsentrasi limbah cair pengalengan ikan, yaitu 0%; 1,25%; 2,5%; 5%; 10%; dan 20%. Uji pendahuluan dilakukan dengan tiga kali pengulangan dan diamati selama 48 jam.



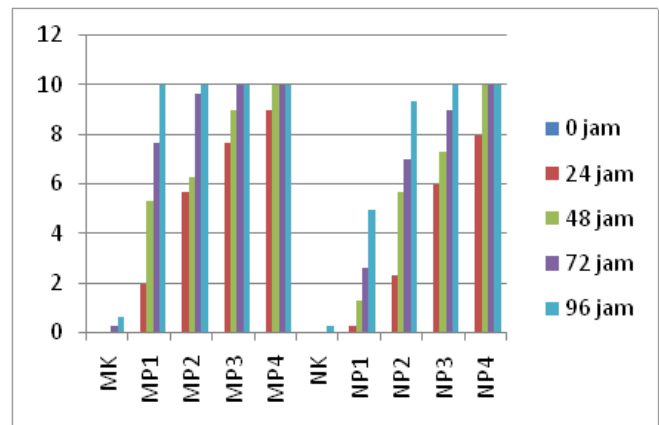
Gambar 1 Diagram hasil uji pendahuluan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas dan ikan Nila. Keterangan: MK = ikan Mas Kontrol; MP1 = ikan Mas perlakuan 1,25%; MP2 = ikan Mas perlakuan 2,5%; MP3 = ikan Mas perlakuan 5%; MP4 = ikan Mas perlakuan 10%; MP5 = ikan Mas perlakuan 20%; NK = ikan Nila Kontrol; NP1 = ikan Nila perlakuan 1,25%; NP2 = ikan Nila perlakuan 2,5%; NP3 = ikan Nila perlakuan 5%; NP4 = ikan Nila perlakuan 10%; MP5 = ikan Nila perlakuan 20%.

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, selama pengamatan 24 jam konsentrasi terkecil dari limbah pengalengan ikan,

yaitu pada konsentrasi 1,25% sudah dapat membunuh ikan Mas dan ikan Nila, sedangkan pada konsentrasi terbesar yaitu 20%, mortalitas ikan Mas dan ikan Nila pada pengamatan 24 jam telah mencapai 100%. Selanjutnya mortalitas ikan Mas dan ikan Nila terus meningkat selama pengamatan 48 jam. Berdasarkan hasil tersebut, serial konsentrasi yang digunakan pada uji akhir adalah sama dengan serial konsentrasi limbah pengalengan ikan yang digunakan pada uji pendahuluan, namun konsentrasi 20% tidak digunakan karena pada konsentrasi 10% mortalitas ikan Mas dan ikan Nila telah mencapai 100%. Serial konsentrasi yang digunakan pada uji akhir antara lain: 0% (kontrol); 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10%.

Hasil Uji Akhir Toksisitas Limbah Cair Industri Pengalengan di Muncar Ikan terhadap Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*)

Uji akhir dilakukan dengan menggunakan enam macam konsentrasi limbah cair pengalengan ikan, yaitu 0%; 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10%. Uji akhir dilakukan dengan tiga kali pengulangan dan diamati selama 96 jam.



Gambar 2. Diagram hasil uji akhir toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas dan ikan Nila. Keterangan: MK = ikan Mas Kontrol; MP1 = ikan Mas perlakuan 1,25%; MP2 = ikan Mas perlakuan 2,5%; MP3 = ikan Mas perlakuan 5%; MP4 = ikan Mas perlakuan 10%; NK = ikan Nila Kontrol; NP1 = ikan Nila perlakuan 1,25%; NP2 = ikan Nila perlakuan 2,5%; NP3 = ikan Nila perlakuan 5%; NP4 = ikan Nila perlakuan 10%.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, rata-rata persentase mortalitas ikan Mas dan ikan Nila meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi limbah cair pengalengan ikan yang diberikan. Lamanya waktu dedah juga mempengaruhi toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan. Semakin lama waktu dedah, maka semakin banyak mortalitas ikan Mas dan ikan Nila. Selanjutnya dilakukan uji Anova untuk mengetahui pengaruh limbah cair industri pengalengan ikan terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila.

Tabel 2. Hasil uji Anova pengaruh limbah cair industri pengalengan ikan terhadap mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) pada waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam.

Waktu	df	F	p
24 jam	4	46,18	0,00
48 jam	4	81,50	0,00
72 jam	4	85,72	0,00
96 jam	4	784,00	0,00

Keterangan : df = Derajat bebas; F = Hasil uji Fisher; p = Probabilitas.

Hasil Uji Anova pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam, limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar berpengaruh sangat signifikan terhadap mortalitas ikan Mas karena mempunyai nilai signifikansi sebesar 0,00 ($p < 0,01$). Karena dari uji Anova ada perbedaan yang bermakna maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan derajat kepercayaan 95%.

Tabel 3. Hasil uji Duncan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas (*C. carpio*) selama 24, 48, 72, dan 96 jam

Perlakuan (%)	Rerata mortalitas ikan Mas			
	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0	0,00a	0,00a	0,33a	0,67a
1,25	2,00b	5,00b	7,67b	10,00b
2,5	5,67c	8,00c	9,67c	10,00b
5	7,67d	9,00d,e	10,00c	10,00b
10	9,00d	10,00e	10,00c	10,00b

Keterangan : Angka-angka dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan sedangkan angka-angka dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis statistik uji Duncan pada Tabel 3 menunjukkan perlakuan limbah cair industri pengalengan ikan dapat mematikan ikan Mas. mortalitas ikan Mas menunjukkan perbedaan yang nyata antar konsentrasi selama pengamatan 24, 48, dan 72 jam. Pada pengamatan 48 jam, mortalitas ikan Mas pada konsentrasi 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10% mencapai 100%.

Tabel 4. Hasil uji Anova pengaruh limbah cair industri pengalengan ikan terhadap mortalitas Ikan Nila (*O. niloticus*) pada waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam.

Waktu	df	F	p
24 jam	4	70,31	0,00
48 jam	4	43,28	0,00
72 jam	4	81,85	0,00
96 jam	4	101,06	0,00

Keterangan: df = Derajat bebas; F = Hasil uji Fisher; p = Probabilitas

Hasil Uji Anova pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam, limbah cair industri

pengalengan ikan di Muncar berpengaruh sangat signifikan terhadap mortalitas ikan Nila karena mempunyai nilai signifikansi sebesar 0,00 ($p < 0,01$). Karena dari uji Anova ada perbedaan yang bermakna maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan derajat kepercayaan 95%.

Tabel 5. Hasil uji Duncan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas (*C. carpio*) selama 24, 48, 72, dan 96 jam

Perlakuan (%)	Rerata mortalitas ikan Mas			
	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
0	0,00a	0,00a	0,33a	5,00b
1,25	0,33a	1,33a	2,67b	9,33c
2,5	2,33b	5,67b	7,00c	10,00c
5	6,00c	7,33b	9,00d	10,00c
10	8,00d	10,00c	10,00d	10,00c

Keterangan : Angka-angka dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan sedangkan angka-angka dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis statistik uji Duncan pada Tabel 5 menunjukkan perlakuan limbah cair industri pengalengan ikan dapat mematikan ikan Nila. Mortalitas ikan Nila menunjukkan perbedaan yang nyata antar konsentrasi selama pengamatan 24, 48, 72, dan 96 jam.

Tabel 6. Nilai LC_{50} toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*).

LC_{50}	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
Mas	2,52	1,24	0,56	0,07
Nila	4,53	2,58	1,85	1,08

Berdasarkan hasil analisis probit pada Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengamatan yang dilakukan maka semakin rendah nilai konsentrasi limbah cair pengalengan ikan yang dibutuhkan untuk mematikan 50% ikan Mas dan ikan Nila pada pengamatan 24, 48, 72, dan 96 jam.

Tabel 7 Hasil uji T perbedaan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*)

	Rerata	Std. Deviasi	Std. eror	t	p
Mortalitas Mas – Nila	1,25	1,61	0,208	6.008	0,000

Berdasarkan hasil uji T pada Tabel 7, signifikansi limbah cair pengalengan ikan terhadap ikan Mas adalah 0,000 ($P < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa mortalitas ikan

Mas berbeda sangat nyata atau sangat signifikan dengan mortalitas ikan Nila.

faktor fisika kimia air yang diamati dalam penelitian ini antara lain pH, suhu, dan kadar oksigen terlarut dalam air. Pengamatan faktor fisika kimia air dilakukan setiap 24 jam selama 96 jam pengamatan. Hasil uji korelasi antara mortalitas ikan Mas dengan faktor fisika kimia air ditunjukkan oleh Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji korelasi antara mortalitas ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*) dengan faktor fisika kimia air

		pH	Suhu	DO
Mortalitas Mas	r	0,86	0,09	0,82
	p	0.00	0.50	0.00
Mortalitas Nila	r	0,84	0,06	0,83
	p	0.00	0,65	0.00

Keterangan : Nilai p dikatakan signifikan jika p ($\text{Sig} < \alpha$ (0,05)); Nilai r dikatakan berkorelasi tinggi jika r (Pearson correlation $> 0,5$)

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa hubungan antara mortalitas ikan Mas dan ikan Nila dengan pH dan DO sangat signifikan dan berkorelasi tinggi, karena mempunyai nilai signifikansi $p < 0,05$ dan nilai korelasi $p > 0,5$. Hubungan antara mortalitas ikan Mas dan ikan Nila dengan suhu tidak signifikan, karena mempunyai nilai signifikansi $p > 0,0$ dan nilai korelasi $p < 0,5$.

PEMBAHASAN

Toksisitas Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan terhadap Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*)

Limbah cair industri pengalengan ikan terbukti bersifat toksik terhadap ikan Mas dan ikan Nila karena limbah tersebut dapat terbukti dapat menyebabkan mortalitas pada ikan Mas dan ikan Nila. Berdasarkan analisis kimia yang telah dilakukan, parameter pencemaran yang telah melewati baku mutu limbah pengolahan ikan dalam Pergub Jatim no 72 tahun 2013 antara lain BOD₅, COD, TSS, H₂S, dan Cl₂. parameter pencemaran yang telah melewati baku mutu tersebut dapat membahayakan kelangsungan hidup ikan Mas dan ikan Nila dengan penjelasan sebagai berikut.

Tingginya angka BOD₅ dan COD menunjukkan semakin tinggi tingkat pencemaran organik di perairan. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan semakin besarnya bahan organik yang terdekomposisi dengan menggunakan sejumlah oksigen di perairan tersebut sehingga menurunkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) (Warlina dalam Soemirat, 2003). Poole dkk., (1978) melaporkan bahwa beberapa spesies ikan menolak kepekatan oksigen terlarut yang beranah dari 3 sampai 5 mg/l pada percobaan lapangan maupun laboratorium.

Kadar oksigen terlarut yang rendah dalam badan air menyebabkan pengambilan oksigen yang rendah oleh makhluk hidup. Akibat dari hal tersebut otot-otot tidak diberi oksigen yang cukup untuk melanjutkan respirasi aerob pada laju yang optimal. Hal ini dapat dikompensasi oleh ikan dengan cara memompa air lebih cepat melalui insang. Akan tetapi jika pengambilan oksigen tidak cukup akan menyebabkan kegiatan otot yang tidak cukup sehingga menyebabkan kematian ikan (Jones, dalam Soemirat 2003).

Peningkatan kekeruhan akibat materi tersuspensi (TSS) akan mengganggu daya kerja organ pernafasan pada ikan. Insang akan mengalami kontak langsung pada saat inspirasi. Pada waktu air mengalir diatas lamella, materi tersuspensi tersebut akan menempel pada mucus yang disekresikan sel mucus di insang dan akan menutup lamela pada insang yang akan mengganggu difusi oksigen (Putri 2011). Perubahan histopatologis insang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran di lingkungan yang ditandai dengan gejala patologis mulai dari tingkatan ringan sampai parah yaitu Oedema Lamella Sekunder, Hiperplasia Lamella Sekunder, dan Fusi Lamella yang semakin meningkat luasannya seiring lamanya waktu pemaparan (Putri, 2011).

Berdasarkan hasil analisis kandungan kimia limbah pengalengan ikan pada Tabel 1, parameter lain yang melebihi baku mutu kualitas air limbah adalah Cl₂. Dilaporkan bahwa 300 komponen organoklorin yang terkandung dalam air limbah, hanya 10-25% yang memiliki berat molekul rendah yang sebagian bersifat hidrofil dan sebagian bersifat lipofil dan berpotensi bersifat toksik dan bioakumulatif (Anonim², 2002). Senyawa-senyawa yang bersifat lipofilik ini akan terakumulasi dalam jaringan hidup, sehingga berpotensi sebagai zat karsinogenik. Beberapa senyawa lipofilik tersebut antara lain chlorofenol, dichlorofenol, trichlorofenol, tetrachlorofenol, pentachlorofenol, dichloroquaiacol, 2 chloropropanol, chlorovanilin; 2,3,7,8 tetrachloro dibenzo dioxin; 2,3,7,8 tetrachloro dibenzo furan (Commoner dalam Soetopo, 2007). Namun dalam penelitian ini belum diketahui secara spesifik jenis organoklorin mana yang terdapat dalam limbah cair pengalengan ikan tersebut.

Bahan lain yang terkandung dalam limbah cair pengalengan ikan da berpotensi bersifat toksik bagi ikan Mas dan ikan Nila adalah H₂S. H₂S bersifat mudah larut, toksik, dan menimbulkan bau seperti telur busuk. Toksisitas H₂S meningkat dengan penurunan nilai pH (Effendi, 2003). Toksisitas H₂S yang tidak terionisasi lebih tinggi daripada H₂S yang terionisasi. Kadar sulfida total (H₂S, HS⁻, dan S₂⁻) kurang dari 0,002 mg/l dianggap tidak membahayakan bagi kelangsungan hidup organisme akuatik (Effendi, 2003). Namun, kadar H₂S pada penelitian ini adalah 5 mg/l. H₂S bersifat folatil (mudah menguap), sehingga konsentrasinya akan semakin berkurang dari waktu ke waktu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa jumlah ikan Mas dan ikan Nila yang mati lebih banyak pada 24 jam penelitian, sedangkan pada penelitian dalam waktu dedah 48, 72, dan 96 jumlah pertambahan kematian ikan Mas dan ikan Nila semakin menurun.

Berdasarkan hasil uji Anova toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas (Tabel 2) dan ikan Nila (Tabel 4), menunjukkan bahwa seluruh serial konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan (kecuali kontrol) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 pada setiap konsentrasi dalam waktu pengamatan 24, 48, 72 dan 96 jam. Hal itu menunjukkan adanya pengaruh nyata dari serial konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila.

Hasil uji Duncan toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas (Tabel 3) dan ikan Nila (Tabel 5), pada beberapa konsentrasi menunjukkan perbedaan yang nyata antar serial konsentrasinya selama waktu pengamatan 24, 48, 72, dan 96 jam. Semakin besar konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan maka mortalitas ikan Mas dan ikan Nila juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Kadaria (2012) yang menyebutkan bahwa penggunaan konsentrasi limbah pengalengan ikan yang semakin tinggi maka semakin tinggi bahan aktif yang terkandung di dalamnya sehingga akan mengakibatkan dampak negatif yaitu kematian pada organisme target. Hal ini dapat dipahami karena toksisitas suatu toksikan ditentukan oleh lamanya waktu penggunaan dan dosis/konsentrasi (Putri, 2011).

Nilai toksisitas limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas dan ikan Nila ditunjukkan oleh nilai LC_{50} . LC_{50} adalah konsentrasi yang dibutuhkan oleh suatu zat atau toksikan untuk membunuh 50% organisme target dalam suatu populasi. Berdasarkan Tabel 6, nilai LC_{50} dari limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas selama waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam berturut-turut adalah 2,52%; 1,24%; 0,56%; dan 0,07%. sedangkan nilai LC_{50} dari limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas selama waktu dedah 24, 48, 72, dan 96 jam berturut-turut adalah 4,53%; 2,58%; 1,85%; dan 1,08%.

Hasil uji nilai LC_{50} limbah cair industri pengalengan ikan terhadap ikan Mas lebih kecil jika dibandingkan dengan LC_{50} limbah terhadap ikan Nila. Hal itu berarti dibutuhkan konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan yang lebih sedikit untuk membunuh ikan Mas dalam waktu yang sama. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian apakah terdapat perbedaan rata-rata dari mortalitas ikan Mas dan ikan Nila. Uji perbedaan rata-rata dari mortalitas ikan Mas dan ikan Nila dilakukan dengan T (*paired sample T-test*) yang ditunjukkan oleh Tabel 7.

Perbedaan Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*)

Hasil uji beda pada Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai signifikansi mortalitas ikan Mas dan ikan Nila sebesar 0,00. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan atau nyata antara mortalitas ikan Mas dan ikan Nila. Jumlah mortalitas ikan Mas dan ikan Nila dapat dilihat dalam diagram pada Gambar 2. Pada diagram tersebut, pada pengamatan 96 jam, jumlah kematian ikan Mas mencapai

100% pada konsentrasi 1,25%; 2,5%; 5%; dan 10%. Namun kematian ikan Nila yang mencapai 100% hanya pada konsentrasi 5% dan 10%. Beberapa ikan Nila pada konsentrasi 1,25% dan 2,5% masih bertahan hidup selama beberapa hari setelah pengamatan selesai. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan Nila lebih toleran terhadap limbah cair industri pengalengan ikan daripada ikan Mas.

Perbedaan ketahanan terhadap kondisi hipoksia (kekurangan oksigen) pada ikan Mas dan ikan Nila disebabkan karena ikan Nila memiliki kemampuan dalam meningkatkan hematokrit. Menurut Nina (2012), Nilai hematokrit ikan Nila cenderung meningkat seiring dengan peningkatan ketinggian tempat pemeliharaan (kondisi rendah oksigen). Sedangkan menurut Susilo, dkk., (2012), Nilai hematokrit ikan Nila cenderung meningkat seiring dengan peningkatan salinitas dan temperatur tempat pemeliharaan (kondisi rendah oksigen). Adapun ikan Mas adalah ikan yang kurang tahan terhadap perubahan kondisi salinitas (Susanto, 2007). Hematokrit merupakan perbandingan sel darah merah dengan cairan darah dalam ikan. Hasil pemeriksaan terhadap hematokrit dapat dijadikan sebagai salah satu patokan untuk menentukan keadaan kesehatan ikan, nilai hematokrit kurang dari 22% menunjukkan terjadinya anemia. Perubahan kondisi lingkungan atau pencemaran lingkungan akan menyebabkan nilai hematokrit mengalami penurunan akibat respon stress pada ikan. Nilai hematokrit tidak selalu tetap hasilnya dan pada ikan nilainya antara 5 – 60 %. Selanjutnya dikatakan bahwa nilai hematokrit dapat juga digunakan untuk mendeteksi terjadinya anemia dan ikan terkena penyakit apabila ikan kehilangan nafsu makan karena sebab yang tidak jelas dan ditunjukkan dengan rendahnya nilai hematokrit.

Hubungan Faktor Lingkungan Air terhadap Mortalitas Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*)

Faktor lingkungan air berupa pH, DO dan suhu diukur selama penelitian berlangsung. Berdasarkan uji korelasi pada Tabel 8, faktor lingkungan yang menunjukkan adanya hubungan dan berkorelasi tinggi terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila adalah pH dan DO. Sedangkan suhu tidak menunjukkan hubungan dan berkorelasi rendah terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila.

pH serial konsentrasi limbah cair pengalengan ikan lebih bersifat basa daripada air sumur yang digunakan dalam kontrol. semakin besar serial konsentrasi limbah cair yang digunakan maka pH semakin besar. Hal ini bertolak belakang dengan pendapat Sahubawa (2011), yang menyatakan bahwa senyawa kimia yang dihasilkan dalam proses pengolahan ikan kaleng yaitu protein dan lemak hasil proses penyiangan dan pencucian yang terdapat dalam bentuk suspensi dan larut air (terlarut). Protein dan lemak adalah kelompok senyawa organik yang mudah terurai (*Biodegradable pollutants*) (Sahubawa, 2011). Limbah organik yang masuk ke badan air akan dimanfaatkan dan diurai (dekomposisi) oleh mikroba, baik mikroba aerob, anaerob, dan fakultatif. Hasil dari proses dekomposisi zat

organik tersebut berupa senyawa-senyawa seperti CO₂, NH₃, H₂S, dan CH₄ serta senyawa lainnya seperti amin, PH₃ dan komponen fosfor. Hasil proses dekomposisi tersebut akan membuat pH air semakin asam (Anonim, 2011). Keanehan tersebut diduga karena limbah yang dialirkan keluar pabrik telah bercampur dengan limbah domestik lain seperti limbah yang berasal dari kamar mandi, toilet, wastafel, dll yang bersifat basa baik dari pabrik itu sendiri maupun sumber limbah lainnya. pH dari medium ikan tersebut kemudian akan sedikit menurun pada pengamatan 72 dan 96 jam. Hal itu terjadi karena limbah cair mengalami dekomposisi organik yang menyebabkan limbah bersifat semakin asam.

Kadar oksigen terlarut (DO) dalam air medium ikan berbanding terbalik dengan besarnya konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan yang digunakan. Hal tersebut juga terjadi karena proses dekomposisi organik limbah oleh bakteri yang menyebabkan ketersediaan oksigen dalam air berkurang. Semakin besar konsentrasi limbah cair yang digunakan, maka kebutuhan jumlah oksigen yang digunakan untuk mengurai bahan organik dalam limbah tersebut juga semakin besar. Kadar oksigen terlarut dalam air medium ikan semakin berkurang seiring dengan semakin lama waktu penelitian. Penurunan kadar oksigen terlarut tersebut disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik, juga disebabkan oleh konsumsi ikan terhadap oksigen. Adanya mekanisme aerasi dalam setiap unit percobaan tidak dapat menanggulangi penurunan kadar oksigen terlarut tersebut.

Suhu air tidak berpengaruh secara signifikan dan berkorelasi rendah terhadap mortalitas ikan Mas dan ikan Nila dalam penelitian ini. Setiap unit percobaan (bak tempat ikan) diacak setiap konsentrasi dan ulangnya demi mengantisipasi agar perbedaan suhu lokal dalam ruang yang digunakan tidak berpengaruh terhadap hasil penelitian ini. Suhu air medium ikan dalam setiap unit percobaan diukur pada pukul 12.00 WIB pada saat suhu hari terpanas. Suhu rata-rata air medium ikan dalam setiap unit percobaan mencapai 28,3 °C. Menurut Kordi dan Tancung (2007), kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan adalah antara 28-32 °C.

Tingkah Laku Ikan Mas (*C. carpio*) dan Ikan Nila (*O. niloticus*) yang Didedahkan dengan Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan

Ikan-ikan yang didedahkan dengan limbah cair pengalengan ikan akan menunjukkan penurunan aktivitas (cenderung diam di dasar air). Keadaan ikan dengan sedikit gerakan disebabkan karena ikan-ikan tersebut tidak dapat memproduksi ATP karena minimnya oksigen. Adapun posisi ikan yang berada di dasar air disebabkan karena tubuh ikan tersebut tertarik oleh gaya grafitasi, sedangkan tidak dapat melakukan usaha yang berarti untuk melawan grafitasi tersebut.

Penurunan aktivitas oleh ikan Mas dan ikan Nila tersebut merupakan akibat dari penurunan oksigen oleh keberadaan limbah. Penurunan kadar oksigen terlarut dalam jumlah sedang dapat menurunkan kegiatan fisiologis makhluk hidup

air, sebagai contoh, pada ikan, penggunaan makanan, pertumbuhan, dan kecepatan berenang semua menurun saat kadar oksigen terlarut kurang dari 8-10 mg/l (Welch, 1980).

Ikan yang mati akan mengambang pada permukaan air dengan bagian ventral ikan berada di samping atau di atas. Pada sebagian ikan terdapat bagian tubuh berupa gelembung hitam yang keluar dari bagian ventral atau lateral ikan. Gelembung tersebut merupakan intestin ikan yang berisi udara. Jaringan tubuh ikan akan mengalami dekomposisi tepat setelah ikan tersebut mati. Bagian tubuh ikan yang mengalami dekomposisi terlebih dahulu adalah bagian viseral, berupa intestin dan lambung. Hal tersebut terjadi karena pada intestin dan lambung terdapat mikroba yang membusukkan makanan. Mikroba yang hidup di intestin dan lambung tersebut tetap hidup meskipun organisme inangnya telah mati. Mikroba tersebut tetap mendekomposisi sisa-sisa makanan yang terdapat dalam intestin dan lambung ikan. Hasil dari proses dekomposisi tersebut berupa gas metana, CO₂, dll. yang kemudian terakumulasi di intestin dan lambung ikan. Adanya gas tersebut membuat massa jenis ikan lebih ringan daripada massa jenis air dan menyebabkan ikan tersebut mati dalam keadaan mengambang di permukaan air. Adanya akumulasi gas di bagian intestin menyebabkan bagian ventral ikan lebih ringan sehingga berada di posisi atas. Intestin ikan dapat keluar dari bagian tubuh ikan karena volume udara pada intestin yang terlalu besar sehingga mendorongnya untuk keluar. Besarnya konsentrasi limbah cair industri pengalengan ikan yang digunakan tidak berhubungan dengan bagian intestin ikan yang keluar dari tubuh ikan karena hal tersebut dipengaruhi oleh aktivitas Mikroba yang ada dalam intestin ikan tersebut.

KESIMPULAN

Limbah cair industri pengalengan ikan berpengaruh secara signifikan terhadap mortalitas ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*). Besarnya LC₅₀ limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Mas (*C. carpio*) selama 24, 48, 72, dan 96 jam berturut turut adalah 2,52%; 1,24%; 0,56%; dan 0,07%. Besarnya LC₅₀ limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Nila (*O. niloticus*) selama 24, 48, 72, dan 96 jam berturut turut adalah 4,53%; 2,58%; 1,85%; dan 1,08%. Berdasarkan uji T, mortalitas ikan Mas dan ikan Nila berbeda secara signifikan, yakni ikan Nila lebih mampu bertahan terhadap pemaparan limbah cair industri pengalengan ikan.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji akut limbah cair industri pengalengan ikan di Muncar terhadap ikan Mas (*C. carpio*) dan ikan Nila (*O. niloticus*) dengan metode *renewal test* (penggantian larutan uji) dan metode *flow through test* (aliran kontinu). Pengelola industri pengolahan ikan diharapkan agar menjalankan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) dengan lebih baik. Pemerintah setempat juga diharapkan agar memperbaiki perizinan pembuangan limbah bagi industri pengolahan

industri perikanan dan bekerja sama dengan para pengelola industri dalam perbaikan pembangunan IPAL di Muncar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim¹, “*Treatment of Industrial Waste Water Containing Chlorinated Organic Compound, Proceeding Combined Regional Workshop 2002*”. Manila: De La Salle University (2002).
- [2] Anonim², “*Proses Dekomposisi Bahan Organik secara Aerob dan Anaerob*” (2011) [Online]. <http://mahasiswamudaindonesia.blogspot.com/2011/05/proses-dekomposisi-bahan-organik-secara.html>.
- [3] Hartanto, Pudjo. “*Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2011*”. Banyuwangi: Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi (2011).
- [4] Bash, J., Berman, C., dan Bolton, S. “*Effects of Turbidity and Suspended Solids on Salmonids*”. USA: University of Washington (2001).
- [5] Effendi, Hefni. “*Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*”. Jogjakarta: Kanisius (2003).
- [6] Ferguson, H. W., Lumsden, J.S., MacPhee, D.D. Ostland, V.E. “*Gill Diseases of Fishes in Ontario Farm*”. Ontario: Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs (1994).
- [7] Kadaria, U., Damayanti, A., dan Mangkoedihardjo, S. “*Toxicity of Wastewater from Oil and Filleting Industries towards Artemia in Muncar of Indonesia*”. Surabaya: Textroad Publication (2012).
- [8] Priambodo, Guntur. “*Technical and Social Impacts of Wastewater From Fish Processing Industry in Kota Muncar of Indonesia*”. Surabaya: Department of Environmental Engineering Sepuluh Nopember Institute of Technology (2011).
- [9] Putri, N.A., Nurlita, A., Indah Trisnawati D.T. “*Biomonitoring In-Situ Kali Mas Surabaya Menggunakan Perubahan Histopatologis Insang Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus)*”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2011).
- [10] Nina, Yuni Hartati. “*Nilai Hematokrit Ikan Nila (Oreochromis niloticus) yang Dipelihara Diberbagai Ketinggian Tempat*”. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta (2012).
- [11] Sahubawa, Latif. “*Analisis dan Prediksi Beban Pencemaran Limbah Cair Pabrik Pengalengan Ikan*”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press (2011).
- [12] Soemirat, Juli. “*Toksikologi Lingkungan*”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press (2003).
- [13] Susanto, H. “*Budidaya Ikan di Pekarangan*”. Jakarta: Penebar Swadaya (2007).
- [14] Susilo, U., Meilina w., dan Sorta B.I.S. “*Regulasi Osmotik dan Nilai Hematokrit Ikan Nila (Oreochromis sp.) pada Medium dengan Salinitas dan Temperatur Air Berbeda*”. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman (2012).