

PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL BERDASARKAN *NUTRITION VALUE COEFICIENT* BIOINDIKATOR

Yuli Pratiwi
Jurusan Teknik Lingkungan
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
e-mail: tiwiyul@yahoo.co.id

ABSTRACT

The textile industry produces colored liquid waste which can cause water pollution and toxic for bioindicator (algae and fish). This study used the fish as a bioindicator to determine the level of pollution of industrial waste discharged into rivers. The purpose of the study was to determine the level of water pollution in the River Blader in Cilacap after receiving wastewater of textile industry, based on nutrition value coefficient (NVC: Nutrition Value coefficient) fish that live in this river, and to know the river water quality based on physical and chemical parameters.

The location is at River Research Blader Cilacap which is where the textile wastewater disposal. This study was conducted in three stages over three months. The first stage is the determination coefficient of nutrient bioindicator (test fish) and Blader River water quality checks conducted at the sites. The second stage is the analysis of textile industrial wastewater in Environment Engineering Laboratory of Yogyakarta AKPRIND Institute of Science of Technology of Yogyakarta. The last step is data analyze and reporting of research.

*Research shows that the textile wastewater are dumped in the River Blader Cilacap, can reduce the nutritional value of the coefficient of the test fish (fish betik / *Anabas testudineus*, BL) to 1.53 to 1.63, which means not eligible for human consumption. Blader River water quality in the textile industry waste disposal site, experienced more severe pollution than other observation sites seen from the parameters of temperature, pH, CO₂, turbidity and dissolved O₂. Textile industrial waste being dumped in the River Blader Cilacap, some parameters are still acceptable wastewater quality standards prevailing in central Java, there are only three parameters that exceed the standards the COD, pH water, and ammonia free.*

Keywords: waste, textile industry, the nutritional value of the coefficient of bioindicator

INTISARI

Industri tekstil menghasilkan limbah cair berwarna yang dapat menyebabkan pencemaran air dan bersifat toksis bagi bioindikator (ganggang dan ikan). Penelitian ini menggunakan ikan sebagai bioindikator untuk menentukan tingkat pencemaran limbah industri yang dibuang ke sungai. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran air di Sungai Blader di Cilacap setelah menerima limbah industri tekstil, berdasarkan koefisien nilai nutrisi (NVC: *Nutrition Value Coeficient*) ikan yang hidup di sungai ini, serta mengetahui kualitas air sungai tersebut berdasarkan parameter fisik dan kimia.

Lokasi Penelitian adalah di Sungai Blader Cilacap yang merupakan tempat pembuangan limbah cair industri tekstil. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap selama tiga bulan. Tahap pertama adalah penentuan koefisien nutrisi bioindikator (ikan uji) dan pemeriksaan kualitas air Sungai Blader yang dilakukan di lokasi penelitian. Tahap kedua adalah analisis limbah industri tekstil di Laboratorium Teknik Lingkungan IST AKPRIND Yogyakarta. Tahap terakhir adalah analisis data dan pembuatan laporan penelitian.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa limbah cair industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, dapat menurunkan koefisien nilai nutrisi ikan uji (ikan betik / *Anabas testudineus*, BL) menjadi 1,53- 1,63 yang berarti tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi manusia. Dilihat dari parameter temperatur, pH, CO₂, kekeruhan dan O₂ terlarut kualitas air Sungai Blader di lokasi pembuangan limbah industri tekstil, mengalami pencemaran lebih berat dibandingkan lokasi pengamatan lain. Limbah industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, sebagian parameternya masih memenuhi syarat baku mutu air limbah yang berlaku di Jawa Tengah, hanya ada tiga parameter yang melebihi standar baku yaitu COD, pH air, dan ammonia bebas.

Kata kunci: limbah industri tekstil, koefisien nilai nutrisi bioindikator

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan akibat industri tekstil adalah berupa pencemaran debu yang dihasilkan dari penggunaan mesin berkecepatan tinggi dan limbah cair yang berasal dari tumpahan dan air cucian tempat pencelupan larutan kanji dan proses pewarnaan. Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor dan auksokrom sebagai pengaktif kerja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat. Kapas mentah mengandung kotoran seperti lilin kapas, zat-zat lemak, senyawa pektin, protein, debu dan tanah. Oleh karena itu akan lebih baik jika dipasang alat pengumpul debu kering agar lingkungan kerja menjadi bersih dari debu. Kandungan limbah yang dihasilkan dari proses pewarnaan tergantung pada pewarna yang digunakan misalnya zat warna indigo ($C_{12}H_{10}N_{12}O_{12}$) dan sulfur. Limbah-limbah yang dihasilkan suatu industri, akan dialirkan ke kolam-kolam penampungan dan selanjutnya dibuang ke sungai.

Beberapa kelompok organisme yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran air adalah algae, bakteri, protozoa, makrovertebrata dan ikan (Sjoo dan Mörk, 2009). Selama ini pengaruh limbah toksik terhadap ikan serta jenis-jenis organisme akuatik yang lain merupakan bahan penelitian yang menarik. Hal ini disebabkan organisme akuatik terutama ikan adalah bioindikator pencemaran air yang paling baik (Alkassasbeh *et al.*, 2009). Atas dasar pemikiran ini, maka penelitian ini menggunakan ikan sebagai bioindikator untuk menentukan tingkat pencemaran limbah industri tekstil yang dibuang ke perairan atau sungai.

Limbah tekstil merupakan limbah yang dihasilkan dalam proses pengkajian, penghilangan kanji, penggelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan. Proses penyempurnaan kapas menghasilkan limbah yang lebih banyak daripada limbah dari proses penyempurnaan bahan sintesis. Pemasakan dan merserisasi kapas serta pemucatan semua kain adalah sumber limbah cair yang penting, karena menghasilkan asam, basa, COD, BOD, padatan tersuspensi dan zat-zat kimia. Gabungan air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/L padatan tersuspensi dan 500 mg/L BOD. Perbandingan

COD : BOD adalah dalam kisaran 1,5 : 1 sampai 3 : 1 (Risnandar dan Kurniawan, 1998).

Terjadinya pencemaran pada badan-badan air termasuk sungai, akan mengganggu kehidupan normal ikan-ikan yang hidup di dalamnya. Dengan adanya pencemaran air menyebabkan menurunnya kualitas perairan, sehingga daya dukung perairan tersebut terhadap organisme akuatik yang hidup di dalamnya akan turun. Masalah pencemaran air menimbulkan berbagai akibat, baik yang bersifat biologik, fisik maupun kimia. Akibat biologik yang terlihat jelas di perairan-perairan antara lain berupa kematian ikan atau sekurangnya berupa kelainan struktural maupun fungsional ke arah abnormal (Alkassasbeh *et al.*, 2009).

Kelainan struktural dan fungsional antara lain dapat diamati dengan menghitung koefisien nilai nutrisi ikan-ikan yang ada di perairan tersebut. Kelainan struktural yang terjadi adalah seperti kepala ikan tampak lebih besar dibandingkan kepala ikan yang normal, *sutura* pada *os operculare* (tulang-tulang penutup insang) lebih jelas, mata terbenam dalam *bulbus oculi*, *pinna* relatif besar, daging *truncus* dari *anterior* ke *posterior* tipis, *costae* menjadi sangat jelas, *abdomen* tenggelam dalam *pinnae ventralis* dan penampang *transversal dorsum* berbentuk atap.

Kelainan fisiologik seperti terganggunya metabolisme, koordinasi saraf dan respirasi, dengan sendirinya akan menyebabkan terganggunya kesehatan ikan dan tingkat nilai gizi ikan (dalam hal ini kandungan protein) akan mengalami penurunan. Adanya pencemaran di lingkungan perairan secara *sublethal* dapat mengganggu penerimaan informasi sensorik melalui alat pembau (organ *olfactus*) ikan. Secara umum informasi-informasi sensorik lewat alat pembau pada ikan sangat menentukan perilaku ikan terutama dalam hal, mendapatkan pangan, mengenali predator dan mengenali lawan jenis dalam musim kawin.

Adanya gangguan fungsi sensorik tersebut, sangat berpengaruh pada pola makan ikan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan berat badan, karena ikan-ikan tersebut tidak mampu lagi menangkap isyarat adanya pangan di sekitarnya. Penyebab lain yang diduga dapat mengakibatkan menurunnya kesehatan ikan adalah masuknya bahan pencemar dalam suatu badan air, sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan makanan bagi

ikan seperti *macrocrustacea*, *microcrustacea*, *zooplankton* dan algae dapat mati akibat senyawa beracun yang dikandung air limbah (Alkassasbeh *et al.*, 2009).

Di perairan yang mengalami pencemaran, aktivitas ikan akan menurun antara lain berupa gangguan pada pola berenang dan respirasi. Terganggunya proses-proses perkembangan ikan akan mengakibatkan hubungan antara panjang tubuh dan berat badan ikan tidak lagi mempunyai rasio yang terletak pada kisaran yang menunjukkan kondisi ikan yang sehat. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan nilai nutrisi ikan-ikan tersebut. Dengan demikian koefisien nilai nutrisi ikan dapat memberikan gambaran kasar mengenai: kualitas air dengan tingkat ketersediaan nutrisi bagi ikan atau tingkat daya dukung lingkungan perairan terhadap kehidupan ikan ditinjau dari sudut ketersediaan nutrisi atau tingkat daya dukung lingkungan perairan terhadap fungsi normal organ sensorik ikan yang berfungsi deteksi.

Lucky (1977) mengemukakan suatu formula Fulton untuk menghitung koefisien nilai nutrisi (NVC) ikan. Untuk menghitung NVC ikan, diukur berat tubuh ikan (dalam gram) dan panjang tubuh ikan (dalam cm) yang diukur dari ujung kepala (*moncong*) sampai ujung sirip ekor (*pinna caudalis*) yang terentang normal. Dalam pengukuran ini, ikan harus dalam keadaan hidup.

$$\text{NVC: } \frac{\text{berat} \times 100}{(\text{panjang})^3}$$

Normal tidaknya perkembangan dan kesehatan ikan dapat ditentukan berdasarkan NVC yaitu apabila kurang atau sama dengan 1,7 dapat menggambarkan bahwa kualitas perairan tersebut sudah tercemar sehingga ikan-ikan ini tidak memenuhi syarat kesehatan dan dapat dianggap mempunyai nilai gizi yang rendah dan tidak layak dikonsumsi (Lucky, 1977).

Penelitian ini dilakukan di tempat pembuangan limbah industri tekstil yang ada di Cilacap yang dialirkan di Sungai Blader. Tujuan penelitian adalah mengetahui tingkat pencemaran air di Sungai Blader setelah menerima limbah industri tekstil, berdasarkan NVC bioindikator (ikan yang ada), serta mengetahui kualitas air Sungai Blader berdasarkan parameter fisik dan kimia. Pengamatan dilakukan di 5 lokasi sepanjang Sungai Blader yang terkena limbah tekstil dan aliran sungai yang belum teraliri limbah

tekstil (sebagai kontrol) dengan jarak antar lokasi pengamatan ± 400 meter. Lokasi pengamatan I berada di sungai tepat di pengeluaran limbah industri tekstil, lokasi kontrol berjarak ± 400 meter ke arah hulu dari lokasi I, lokasi II berada ± 400 meter ke arah hilir dari lokasi I, lokasi III berada ± 400 meter ke arah hilir dari lokasi II dan lokasi IV berada ± 400 meter ke arah hilir dari lokasi III.

Variabel penelitian meliputi pemeriksaan: air limbah industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, parameter CO_2 terlarut, oksigen terlarut, temperatur air, pH dan kekeruhan, yang dilakukan pada limbah tekstil yang sudah disalurkan di Sungai Blader dan aliran sungai yang belum terpengaruh limbah tekstil, penentuan koefisien nilai nutrisi (NVC) ikan yang hidup bebas di Sungai Blader yang belum terkena aliran limbah tekstil (sebagai kontrol) dan yang sudah terpengaruh limbah sepanjang ± 2 km.

Data penelitian hasil pengukuran, pemeriksaan dan perhitungan indikator pencemaran serta NVC ikan uji, dianalisis statistik menggunakan Disain Blok Lengkap Acak (RCBD) dengan subsampling untuk mengetahui perbedaan hasil, kemudian dilanjutkan uji Duncan untuk mengetahui lokasi pengamatan mana saja yang hasil pengukuran kualitas air dan pengukuran NVC ikan uji berbeda nyata. Untuk mengetahui hubungan antara masing-masing tolok ukur pencemaran air dan antara tolok ukur pencemaran air dengan NVC ikan uji, menggunakan analisis regresi korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Blader di Cilacap, yang berfungsi sebagai tempat pembuangan limbah industri tekstil perlu mendapat perhatian. Dari pengamatan di lapangan diketahui bahwa masyarakat masih banyak yang mengambil ikan-ikan yang ada di sungai ini untuk dikonsumsi. Jika diperhatikan lebih teliti ternyata air Sungai Blader berbau dan juga terlihat banyak ikan yang mati. Hal ini memberikan suatu asumsi bahwa kualitas air Sungai Blader sebagian sudah mengalami pencemaran.

Hewan uji yang digunakan sebagai bioindikator pada masing-masing lokasi pengamatan adalah ikan Betik (*Anabas testudineus*, BL) dengan panjang tubuh yaitu ± 3 cm. Hal ini dimaksudkan untuk memperkecil kemungkinan terjadi perbedaan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungannya sehingga diharapkan dapat

mengurangi kesalahan dalam penelitian. Ikan betik ini dipilih sebagai bioindikator karena hamper di sepanjang aliran Sungai Blader ini didapatkan spesies ini.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan parameter fisika

Parameter	Lokasi Pengamatan				
	K	I	II	III	IV
Temperatur (°C)	29,1	33,3	32,7	29,7	30,0
	30,6	35,0	31,7	30,4	29,5
	30,2	34,2	32,1	30,4	30,1
	28,9	36,1	30,9	31,3	30,6
Rata-rata	29,7 ^a	34,65 ^c	31,85 ^b	30,45 ^b	30,05 ^a
Kekeruhan (ppm)	259	285	326	288	284
	266	307	331	251	275
	270	275	325	280	291
	263	290	320	271	269
Rata-rata	264,50 ^a	289,25 ^b	325,50 ^c	272,50 ^a	279,75 ^a

Keterangan:

Angka-angka dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

K: kontrol

Tabel 2. Hasil pemeriksaan parameter kimia

Parameter	Lokasi Pengamatan				
	K	I	II	III	IV
CO ₂ terlarut (ppm)	12,3	12,9	12,3	10,9	7,9
	13,0	13,0	11,7	11,0	8,0
	12,6	13,3	12,5	10,5	7,7
	12,5	12,7	12,7	9,6	8,1
Rata-rata	12,6 ^a	12,98 ^b	12,30 ^c	10,50 ^d	7,93 ^c
Oksigen terlarut (ppm)	4,05	3,87	4,34	4,45	4,77
	4,33	4,30	4,20	3,10	4,96
	5,41	3,51	4,62	3,91	5,00
	5,00	4,01	5,00	5,10	4,50
Rata-rata	4,45 ^a	3,92 ^a	4,45 ^a	4,14 ^a	4,81 ^a
pH	7,08	8,97	8,60	8,26	8,61
	7,19	8,97	8,63	8,24	8,63
	7,28	8,96	8,60	8,30	8,60
	7,36	8,94	8,60	8,20	8,62
Rata-rata	7,23 ^a	8,96 ^b	8,61 ^c	8,25 ^d	8,62 ^c

Keterangan:

Angka-angka dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

K: kontrol

Tabel 3. Hasil analisis air limbah industri tekstil sebelum dibuang di Sungai Blader

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah*	Hasil
FISIKA			
Suhu	°C	30	-
Zat yang terendap	mg/L	1,0	0,0
Zat yang terapung	mg/L	Nihil	-
KIMIA			
ANORGANIK			
pH	mg/L	6,5-8,5	12,0
Chlor bebas	mg/L	0,05	0,0
Aluminium	mg/L	10,0	0,12
Arsen	mg/L	1,0	0,0
Barium	mg/L	1,0	0,0
Besi	mg/L	1,0	0,0
Chrom	mg/L	1,0	0,0
Kadmium	mg/L	2,0	0,0

Nikel	mg/L	0,1	0,0
Perak	mg/L	0,1	0,0
Raksa	mg/L	1,0	0,0275
Seng	mg/L	1,0	0,0
Tembaga	mg/L	1,0	0,0
Timbal	mg/L	0,1	0,278
Ammonium bebas	mg/L	2,0	0,210
Flourida	mg/L	1,0	0,011
Nitrit	mg/L	2,0	0,35
Phosphat	mg/L	0,1	0,0
Sulfida	mg/L	80,0	249,2
Kebutuhan kimia akan O ₂	-	-	Negative
Uji metilen biru	mg/L	90,0	18,06
Zat yg teroksidasi dengan KMnO ₄	mg/L	20,0	4,7
Zat tersuspensi	-	-	-
KIMIA ORGANIK	mg/L	30,0	20,0
Kebutuhan Biologi akan O ₂ dalam waktu 5 hari pada suhu 20°C	mg/L	10,0	-
Hidrokarbon	mg/L	10,0	0,322
Minyak dan lemak	mg/L	0,1	-
Phenol	mg/L	0,1	0,0
Sianida	mg/L	0,1	0,0

*Baku Mutu Air Limbah menurut Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004.

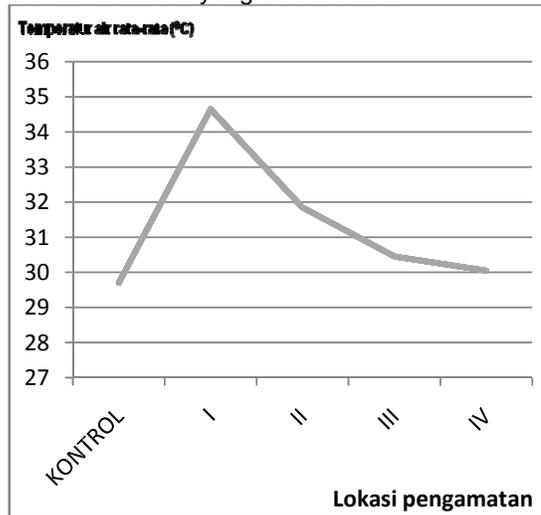
Kandungan limbah cair industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, setelah dianalisis ternyata tidak mengandung senyawa-senyawa kimia berbahaya misalnya logam berat. Ada beberapa parameter yang melebihi baku mutu yaitu COD, pH dan ammonia bebas.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa COD limbah tekstil adalah sebesar 249,2 ppm, sedang COD yang diperbolehkan menurut baku mutu sebesar 80 ppm. COD yang tinggi ini diduga disebabkan karena banyak bahan kimia yang ada pada limbah yang harus dioksidasi seperti ikatan-ikatan nitrogen baik dalam bentuk organik maupun anorganik, dan senyawa-senyawa kimia yang memerlukan reduksi kimia seperti ion-ion ferro, sulfida dan sulfid.

pH limbah sebesar 12,0 dan pH maksimum menurut baku mutu adalah 6,5-8,5, hal ini kemungkinan disebabkan dalam proses produksi industri tekstil menggunakan bahan-bahan kimia yang bersifat alkalis seperti NaOH, *glauber salt* dan lain-lain. Setelah air limbah dialirkan ke sungai, ternyata pHnya mengalami penurunan menjadi 8,25 – 8,96. Hal ini berarti bahwa pH air masih dapat ditoleransi untuk kehidupan ikan. Alkassasbeh et al., (2009), menyatakan bahwa hampir semua jenis ikan masih bertahan hidup pada pH antara 5-9, sedangkan pada ikan-ikan yang sangat toleran masih bisa bertahan pada pH 4-10, namun pada ikan-ikan yang peka justru akan mati pada pH di bawah 5 dan lebih dari 8.

Ammonia bebas menurut baku mutu yang berlaku adalah sebesar 0,1 ppm, sedangkan yang terkandung dalam limbah 0,278 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa

kadar ammonia bebas telah melebihi baku mutu. ammonia bebas yang tinggi menurut Eckenfelder (2003) umumnya terkandung dalam air limbah yang sudah lama.



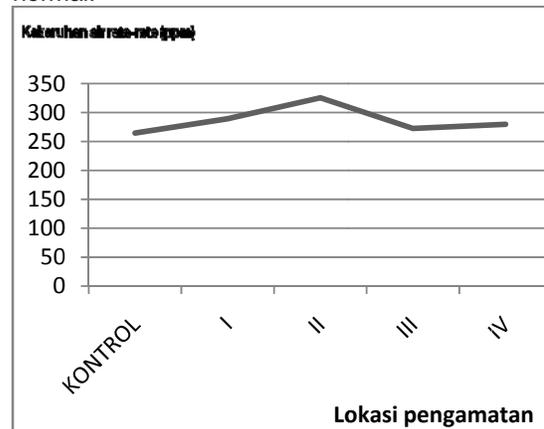
Gambar 1. Grafik temperatur air rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa temperatur air di lokasi pengamatan kontrol, dengan analisis RCBD dan uji Duncan, menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan temperatur di lokasi pengamatan IV yaitu berkisar antara 29,70-30,05°C. Demikian juga antara lokasi pengamatan II dan III mempunyai temperatur yang tidak berbeda nyata yaitu sekitar 30,45 -31,85°C. Sementara di lokasi pengamatan I mempunyai temperatur yang tertinggi yaitu 34,65°C. Hal ini diduga disebabkan karena lokasi ini merupakan tempat pembuangan limbah tekstil yang prosesnya membutuhkan temperatur tinggi.

Keadaan seperti ini kemungkinan akan mempengaruhi distribusi tumbuhan dan hewan, dalam hal derajat metabolisme dan reproduksi. Ada pencemar tertentu yang hanya menyebabkan perubahan sistem tertentu dalam tubuh ikan seperti sistem syaraf, pernafasan, enzimatik dan lainnya.

Ikan-ikan ini dapat mengalami kematian jika di perairan tersebut terjadi perubahan temperatur yang ekstrim, misalnya ikan yang biasa hidup di perairan dengan temperatur tidak lebih dari 21,1°C dipindahkan ke perairan bersuhu 32,2°C. Oleh sebab itu Eckenfelder (2003) menganjurkan agar perubahan temperatur pada air mengalir tidak lebih dari 2,8°C, sedangkan perairan yang tidak mengalir

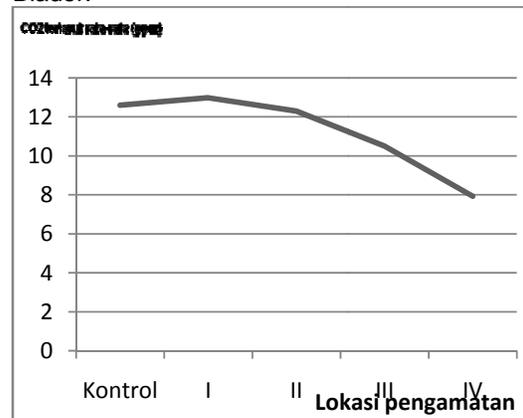
tidak lebih dari 1,7°C dibandingkan suhu normal.



Gambar 2. Grafik kekeruhan air rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa kekeruhan di lokasi pengamatan kontrol dan IV, berkisar antara 264,50-325,50 ppm. Hasil analisis statistik dengan RCBD dan uji Duncan, menunjukkan bahwa kekeruhan di lokasi pengamatan III dan IV tidak berbeda nyata dengan lokasi lainnya. Perbedaan dan kesamaan nilai kekeruhan air pada masing-masing lokasi pengamatan diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tekstur material yang ada di dasar sungai, kecepatan arus, limbah industri, musim, volume air, ada tidaknya air terjun.

Kematian ikan dapat terjadi karena tingkat kekeruhan tinggi sebagai akibat rongga operculum dan lembaran insang ikan terselubung oleh partikel-partikel dari padatan terlarut. Kekeruhan di lokasi pengamatan I-IV dan kontrol, kemungkinan tidak begitu berpengaruh terhadap kesehatan ikan yang tertangkap di Sungai Blader.



Gambar 3. Grafik CO₂ terlarut rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa CO₂ terlarut setelah dianalisis statistik dengan RCBD dan Uji Duncan, ternyata antara CO₂ terlarut di lokasi pengamatan II dan IV tidak berbeda nyata, sedangkan di lokasi pengamatan I, III dan kontrol satu sama lain berbeda nyata. Kandungan CO₂ terlarut di lokasi pengamatan kontrol sampai IV berkisar antara 7,93-12,98 ppm. Kadar CO₂ terlarut yang aman bagi kehidupan ikan menurut Alkassasbeh *et al.* (2009) adalah 12 ppm, sehingga dianggap bahwa kandungan CO₂ terlarut di lokasi pengamatan kontrol, II, III dan IV masih cukup baik bagi kehidupan ikan. Sementara itu di lokasi pengamatan I yang mengandung CO₂ terlarut sebesar 12,98 ppm diduga kurang baik untuk kehidupan ikan tetapi belum dapat dikatakan tercemar, sebab menurut Alkassasbeh *et al.* (2009) perairan sudah dapat dikatakan tercemar apabila kandungan CO₂ terlarut mencapai 20 ppm.

Meningkatnya kadar CO₂ terlarut di dalam air diduga karena meningkatnya proses bioksidasi yang dilakukan mikroorganisme yang meliputi proses oksidasi bahan-bahan organik yang dibawa oleh limbah tersebut. Makin tinggi kandungan bahan organik dalam limbah, berarti kemungkinan kandungan CO₂ terlarut akan semakin tinggi. Selain itu proses sintesis sel dan proses oksidasi sel yang dilakukan mikroorganisme perairan, secara keseluruhan dapat meningkatkan kadar CO₂ terlarut. Secara sederhana reaksi-reaksi yang menghasilkan CO₂ terlarut menurut Sjoo dan Mork (2009) adalah seperti ditulis di bawah ini.

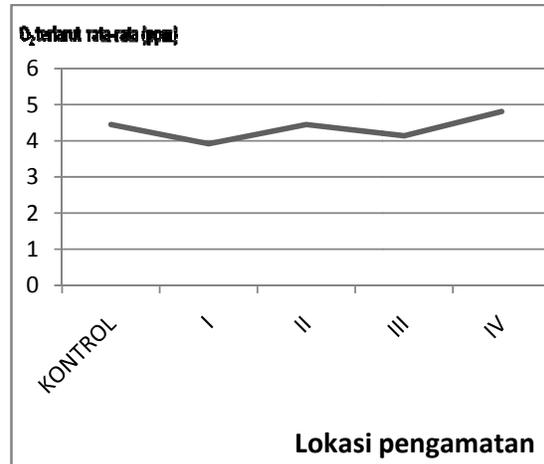
- 1) Oksidasi bahan organik:

$$(CH_2O)_n + nO_2 \xrightarrow[\text{panas}]{\text{Enzyme}} nCO_2 + nH_2O$$
- 2) Oksidasi seluler:

$$\text{Sel} + O_2 \xrightarrow[\text{panas}]{\text{Enzyme}} CO_2 + H_2O + NH_3$$
- 3) Sintesis seluler

$$(CH_2O)_n + NH_3 + O_2 \xrightarrow{\text{Enzyme}} \text{Sel} + CO_2 + H_2O + \text{panas}$$

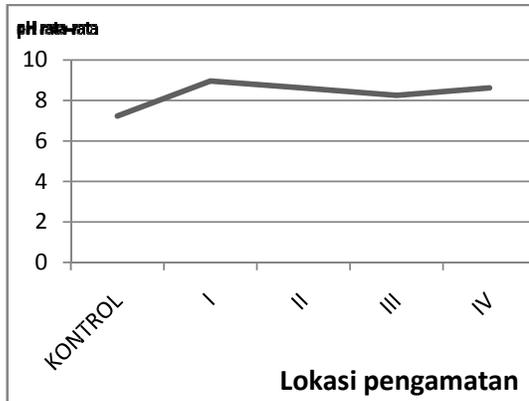
Selama berlangsungnya proses oksidasi tersebut biasanya akan terbentuk hasil-hasil sampingan yang bersifat sementara seperti ammonia (NH₃), H₂S dan alkohol yang umumnya menimbulkan bau busuk dan bersifat toksis sehingga dapat mematikan organisme yang ada di perairan tersebut.



Gambar 4. Grafik O₂ terlarut rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil rerata pengukuran oksigen terlarut setelah dianalisis statistik dengan RCBD dan Uji Duncan, menunjukkan tidak ada beda nyata antara kelima lokasi pengamatan. Nilai oksigen terlarut bervariasi dari yang terendah yaitu di lokasi pengamatan I sebesar 3,92 ppm, dan yang tertinggi di lokasi pengamatan IV sebesar 4,81 ppm. Menurunnya kandungan oksigen terlarut di dalam suatu perairan dapat disebabkan adanya zat pencemar. Disamping itu, zat pencemar yang ada terutama di permukaan air, dapat menghalangi difusi oksigen dari udara dan dapat menaikkan jumlah mikroorganisme perairan. Kandungan oksigen terlarut yang terendah di lokasi pengamatan I kemungkinan disebabkan karena pada lokasi ini merupakan tempat pembuangan limbah tekstil sehingga masih banyak mengandung zat pencemar.

Ditinjau dari kandungan oksigen terlarut, keadaan perairan Sungai Blader dianggap masih cukup baik bagi kehidupan, terutama ikan. Ikan umumnya memerlukan minimal 3 ppm oksigen terlarut, dan jika konsentrasi kurang dari itu dapat menaikkan tingkat toksisitas unsur-unsur lain Alkassasbeh *et al.* (2009). Jika kebutuhan oksigen ini tidak seimbang dengan masuknya oksigen dari udara maupun aktivitas fotosintesis tumbuhan air (fitoplankton), maka akan terjadi penurunan kandungan oksigen terlarut dengan cepat, dan sebaliknya akan menyebabkan meningkatnya BOD perairan dengan cepat pula (Sjoo dan Mork, 2009).



Gambar 5. Grafik pH rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa derajat keasaman di lokasi pengamatan kontrol mendekati netral, sedangkan pada lokasi pengamatan I, II, III dan IV di atas pH netral (basa) yang nilainya berkisar antara 8,25 – 8,96. Hal ini diduga akibat adanya buangan limbah yang bersifat basa yang berasal dari industri tekstil yang berdiri disekitar Sungai Blader, yang dalam proses produksinya sebagian besar menggunakan zat kimia yang bersifat alkalis seperti NaOH dan *glauber salt*. Pernyataan ini diperkuat oleh pendapat Connell, dan Miller (1995) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses industri akan mempengaruhi sifat kimia air limbah yang dihasilkan, terutama pH.

pH air sungai kemungkinan amat berperan dalam mengubah sistem kehidupan maupun metabolisme tiap individu, walaupun belum menyebabkan lethalitas bagi organisme akuatik. Batas toleransi perairan terhadap pH adalah bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor suhu, alkalinitas, oksigen terlarut dan adanya berbagai kation, anion serta jenis dan stadium organisme. Sementara itu Eckenfelder (2003) berpendapat bahwa tinggi rendahnya pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbonat terlarut, bikarbonat, serta CO₂ bebas yang pada dasarnya menjadi buffer alami dalam perairan. Sejauh ini perubahan atau kenaikan pH yang terjadi masih berada pada kisaran nilai yang masih dapat ditoleransi oleh ikan antara 6,5 – 8,2.

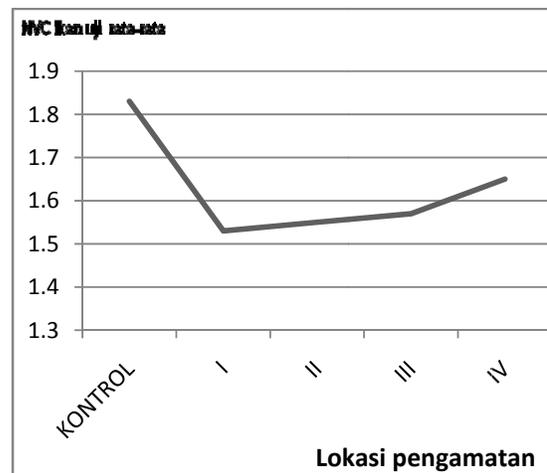
Tabel 4. Hasil penghitungan NVC ikan uji

Parameter	Lokasi Pengamatan				
	K	I	II	III	IV
NVC ikan uji	1,83	1,53	1,55	1,51	1,65
	1,84	1,56	1,53	1,52	1,67
	1,82	1,55	1,52	1,56	1,65
	1,84	1,49	1,61	1,69	1,63
Rata-rata	1,83 ^b	1,53 ^a	1,55 ^a	1,57 ^b	1,65 ^c

Keterangan: angka-angka dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata

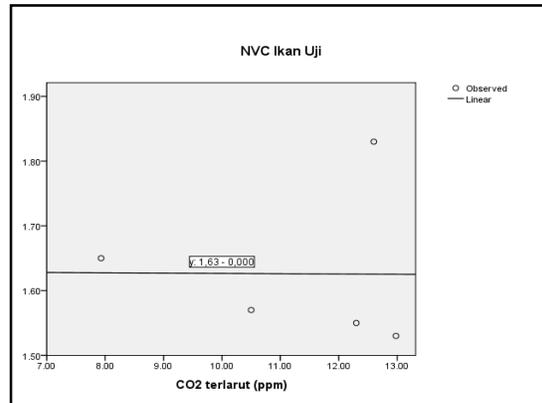
K: kontrol

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa rerata hasil penghitungan NVC ikan uji yang tertangkap yaitu ikan betik (*Anabas testudineus*, BL) pada lokasi pengamatan kontrol sebesar 1,83. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air termasuk makanan ikan yang ada, masih memenuhi syarat kesehatan. Ikan-ikan dengan NVC kurang/ sama dengan 1,7 dapat dinyatakan tidak memenuhi syarat kesehatan, dan NVC yang tidak memenuhi syarat ini dapat memberi gambaran menurunnya daya dukung lingkungan perairan tempat hidup ikan ini karena menurunnya kualitas air. Kualitas air di lokasi pengamatan kontrol dengan rerata NVC ikan sebesar 1,83 menunjukkan bahwa daya dukung perairannya masih memenuhi syarat untuk tempat hidup ikan-ikan yang ada terutama ikan betik. Dengan demikian ikan dilokasi tersebut masih dianggap memenuhi syarat untuk dikonsumsi oleh manusia.



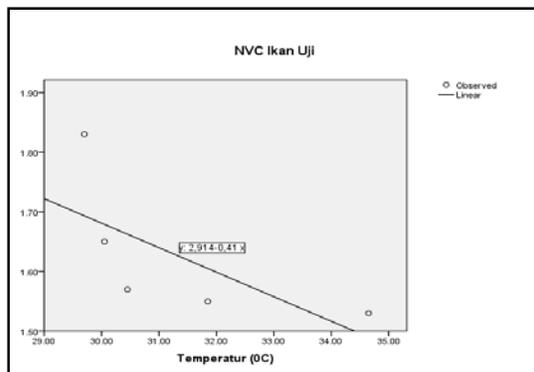
Gambar 6. Grafik NVC ikan uji rata-rata pada setiap lokasi pengamatan

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa hasil penghitungan NVC ikan uji di lokasi pengamatan I, II, III, IV didapatkan rerata sebesar 1,53; 1,55; 1,57 dan 1,65, kondisi ini dapat dinyatakan tidak memenuhi syarat kesehatan, berarti dapat dianggap mempunyai nilai gizi yang rendah karena bagian tubuh ikan yang dapat dimakan kurang berkembang atau mengalami reduksi yang diduga akibat adanya zat pencemar yang ada. Bagian yang dapat dimakan diantaranya adalah jaringan otot dan lemak, sudah berkurang sehingga dapat mengurangi kandungan gizi ikan. Apabila ditinjau daya dukung lingkungannya, pada lokasi pengamatan ini dapat dikatakan kurang mendukung bagi kehidupan ikan terutama ikan betik. Setelah dilakukan uji korelasi antara masing-masing tolok ukur pencemaran air dengan NVC ikan betik sebagai ikan uji, ternyata didapatkan korelasi negatif terhadap temperatur, pH, CO₂ terlarut, dan kekeruhan air. Sementara itu antara oksigen terlarut dengan NVC ikan uji menunjukkan adanya korelasi positif.

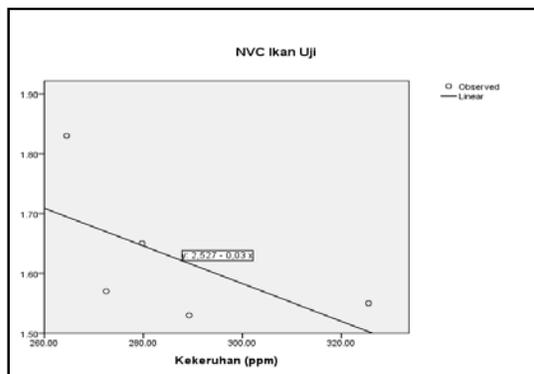


Gambar 9. Grafik hubungan CO₂ terlarut dengan NVC ikan uji dengan r: 0,000

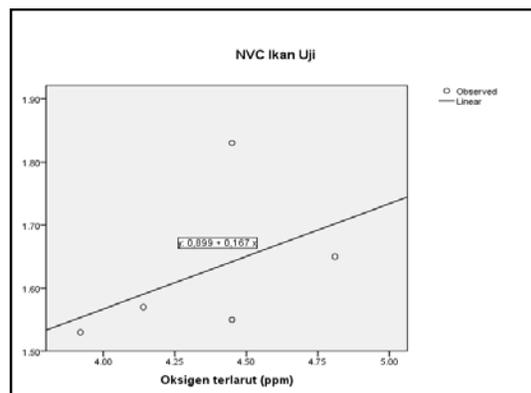
Semakin tinggi temperatur, CO₂ terlarut, pH dan kekeruhan air, maka nilai NVC ikan uji semakin kecil. Apabila kadar CO₂ terlalu tinggi mengakibatkan ikan-ikan mengalami keracunan yang dapat menuju kematian. Demikian juga jika kekeruhan air terlalu keruh dapat menyebabkan kematian ikan, karena rongga operculum dan lembaran insang terselubungi oleh partikel-partikel padat yang ada di dalam air. Dengan demikian kondisi perairan dengan temperatur, CO₂, pH dan kekeruhan tinggi akan mempengaruhi pemasukan nutrisi ke dalam tubuh ikan, karena kemungkinan indera pembau (*organ olfactorius*) penerima informasi bahan makanan terganggu sehingga dapat menyebabkan nilai NVC menurun. Terutama terjadi di lokasi pengamatan I yang merupakan tempat pembuangan limbah industri tekstil.



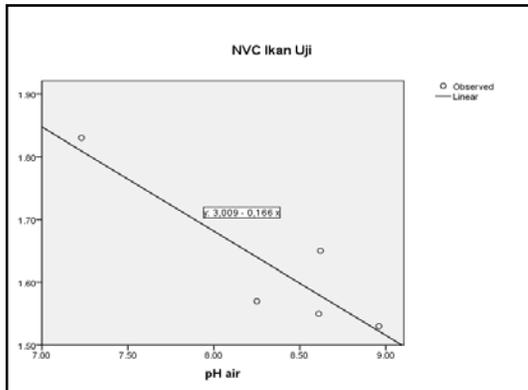
Gambar 7. Grafik hubungan temperatur air dengan NVC ikan uji dengan r: 0,458



Gambar 8. Grafik hubungan kekeruhan air dengan NVC ikan uji dengan r: 0,370



Gambar 10. Grafik hubungan O₂ terlarut dengan NVC ikan uji dengan r: 0,213



Gambar 11. Grafik hubungan pH air NVC ikan uji dengan $r: 0,811$

Penurunan nilai NVC ikan uji akibat parameter tersebut (temperatur, CO_2 , pH, kekeruhan) derajatnya masih bisa ditoleransi, karena diimbangi dengan kadar oksigen terlarut yang masih dapat digunakan untuk kehidupan ikan yaitu berkisar antara 3,92 – 4,81 ppm. Pernyataan ini didukung oleh pendapat Alkassasbeh *et al.*, (2009) yang menganjurkan bahwa agar kehidupan organisme perairan dapat berlangsung dengan normal, maka kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 4,0 ppm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Limbah industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, ternyata dapat menurunkan **Nutrition Value Coeficient** (NVC) atau koefisien nilai nutrisi bioindikator dalam hal ini ikan uji yaitu ikan betik (*Anabas testudineus*, Bl) yang hidup di sungai tersebut menjadi 1,53- 1,63 yang berarti tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi manusia.
2. Dilihat dari parameter temperatur, pH, CO_2 , kekeruhan dan oksigen terlarut Kualitas air Sungai Blader di lokasi tempat pembuangan limbah industri tekstil, mengalami

pencemaran lebih berat dibandingkan lokasi pengamatan 2,

3. 3, 4 dan control. Limbah industri tekstil yang dibuang di Sungai Blader Cilacap, sebagian parameternya masih memenuhi syarat baku mutu air limbah yang berlaku di Jawa Tengah, hanya ada tiga parameter yang melebihi standar baku yaitu COD, pH air, dan ammonia bebas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkassasbeh, J.Y.M., Heng, L.Y., and Surif, S., 2009, *Toxicity Testing and the Effect of Landfill Leachate in Malaysia on Behavior of Common Carp (Cyprinus carpio L., Pisces, Cyprinidae)*, *American Journal of Environmental Sciences*, volume 5, Issue: 3, pp.: 209-217.
- Connell, W. D. dan Miller, J. G., 1995, *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*, Penerjemah Yanti Koestoer, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Eckenfelder Jr, W.W., 2003, *Industrial Water Pollution Control*, McGraw-Hill Book Co: Singapore.
- Risnandar, H. dan Kurniawan, K., 1998, *Penyerapan Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Jerami Padi*, Laporan Penelitian, FT Undip, Semarang.
- Lucky Z., 1977, *Methods for the Diagnosis of Fish Disease*, United State Department of the Interior and the National Science Foundation, Washington DC by America Publishing Co Pvt., pp.:40-41, 46-47, New Delhi.
- Sjoo, G.L. and Mörk E., *Tissue Nutrient Content in Ulva spp. (Chlorophyceae) as Bioindicator for Nutrient Loading Along the Coast of East Africa. The Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, Volume 2, 2009. pp.:11-17.
- Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Limbah.