

TOKSISITAS LIMBAH CAIR NATA DE COCO TERHADAP MORTALITAS DAN STRUKTUR HISTOLOGIK HEPAR PADA IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)

TOXICITY OF NATA DE COCO WASTEWATER ON MORTALITY AND HISTOLOGICAL STRUCTURE OF LIVER OF CARP (*Cyprinus carpio*)

Oleh: ade ulfa nugroho, Universitas Negeri Yogyakarta,
adeulfa@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh toksistas limbah cair *nata de coco* terhadap mortalitas dan kerusakan struktur histologik hepar pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan satu faktor. Perlakuan yang diberikan terdiri dari 5 variasi kadar limbah cair *nata de coco* yaitu 1,58%; 2,52%; 4,01%; 6,38%; 10% dan 0% (kontrol/tanpa limbah). Objek perlakuan yang digunakan adalah ikan mas, berukuran 3-5 cm dengan berat 0,8- 1 gram. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 10 ekor ikan perlakuan. Data yang dihimpun merupakan data mortalitas ikan per-24 jam dan struktur histologik hepar ikan mas. Uji probit digunakan untuk mengetahui LC₅₀₋₉₆ jam untuk mengetahui kadar aman limbah cair *nata de coco*. Uji univariat digunakan untuk mengetahui pengaruh kadar terhadap mortalitas ikan mas. Uji regresi digunakan untuk mengetahui pengaruh fisikokimia air perlakuan terhadap mortalitas ikan mas. Pengamatan histologik hepar menggunakan mikroskop cahaya dan diamati kerusakan selnya. Uji *one way anova* digunakan untuk mengetahui pengaruh kadar limbah cair *nata de coco* terhadap kerusakan histologik hepar ikan mas. Hasil penelitian menunjukkan limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap mortalitas ikan mas. Hasil dari uji probit menunjukkan LC₅₀₋₄₈ jam adalah 0,024 mg/L dan LC₅₀₋₉₆ jam adalah 0.0208 mg/L. Perlakuan limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap kerusakan (piknosis, karioreksis, dan lisis) histologik hepar ikan mas.

Kata kunci: Toksistas, Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Limbah cair *nata de coco*, Mortalitas, dan Histologik Hepar

Abstract

This study aims to determine the effect of toxicity of nata de coco wastewater on fish mortality and damage to histological structure of liver on carp (Cyprinus carpio). The type of this research is experimental research with one factor. The treatment consist of 5 variations concentration of nata de coco wastewater content of 1.58%; 2.52%; 4.01%; 6.38%; 10% and 0% (control / no waste). Treatment object used are carp, 3-5 cm long with a weight of 0.8-1 grams. Each treatment consisted of 3 repetition, each replication consisted of 10 fishes treated. The observed data are fish mortality data each 24 hours and histologic structure of carp liver. The probit test is used to determine LC₅₀₋₉₆ hours to determine the safe level of nata de coco wastewater. Univariate tests were used to determine the effect of levels on mortality of carp. Regression test was used to determine the effect of physicochemical water treatment to mortality of carp. Histologic observation of the liver using a light microscope and observed cell damage. One way anova test is used to determine the effect of liquid waste content of nata de coco on histologic damage of carp liver. The results showed that nata de coco wastewater affect on fish mortality of carp. The results of the probit test showed LC₅₀₋₄₈ hour was 0.024 mg / L and LC₅₀₋₉₆ hour was 0.0208 mg / L. The content of nata de coco wastewater affect (pynosis, karioreksis, and lysis) on the histologic damage of carp liver.

Keywords: Toxicity, Carp Fish (*Cyprinus carpio*), Nata de coco liquid waste, Mortality, and Histologic Hepar

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki perkembangan industri yang pesat. Industri masih menjadi kontributor terbesar bagi perekonomian nasional. Pada kuartal tiga tahun ini, menyumbang sebesar 17,76 persen atau tertinggi dibanding sektor lainnya, menurut Airlangga Hartanto (Amanda: 2017). Perkembangan industri di Indonesia tidak hanya mencakup dari industri besar namun juga industri rumah tangga.

Meningkatnya perkembangan industri memiliki banyak keuntungan dalam bidang ekonomi namun disisi lain juga menimbulkan dampak negatif. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan salah satunya adalah pencemaran lingkungan oleh limbah hasil produksi.

Salah satu industri makanan yang ada di Yogyakarta adalah industri *nata de coco* yang berada di daerah Bantul. *Nata de coco* merupakan makanan yang dihasilkan dari air kelapa yang melalui proses fermentasi dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga membentuk masa dari selulosa yang bertekstur padat dan berwarna putih (Lubis, 2017: 28). Industri pembuatan makanan *nata de coco* menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair yang masih mengandung banyak bahan organik dan berbau busuk.

Limbah cair sisa dari proses fermentasi air kelapa ini belum diketahui lebih jauh apakah berbahaya bagi lingkungan atau tidak dan bagaimana dampaknya terhadap organisme. Limbah cair apabila masuk ke dalam lingkungan akuatik dalam jumlah yang berlebihan dapat menurunkan kualitas perairan tersebut. Masuknya

limbah cair *nata de coco* ke lingkungan secara langsung diduga dapat membahayakan biota akuatik dan menyebabkan gangguan di ekosistem berupa kematian organisme akuatik. Lubis (2017: 52) mengatakan limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap mortalitas ikan nila. Semakin tinggi kadar limbah cair *nata de coco* maka semakin tinggi mortalitas ikan.

Kadar dari limbah cair *nata de coco* yang aman untuk dibuang ke lingkungan belum diketahui sehingga risiko dampak pencemaran menjadi tinggi. Salah satu organisme akuatik yang terdampak secara langsung adalah ikan. Ikan akan terpapar oleh cemaran secara langsung saat cemaran masuk ke air dan mengganggu kerja dari organ osmoregulasi (insang dan ginjal).

Gangguan sedikit saja pada organ osmoregulasi akan berakibat pada kerusakan sel. Cemaran yang berupa limbah cair *nata de coco* yang masuk ke lingkungan belum diketahui efeknya terhadap mortalitas ikan dan kerusakan organ terutama hepar. Berdasarkan penelitian Lubis tahun 2017 dikemukakan bahwa limbah cair *nata de coco* mempengaruhi mortalitas ikan nila. Salah satu hewan akuatik yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ada adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*).

Perlu dilakukan penelitian terhadap limbah cair *nata de coco* pada biota akuatik dalam hal ini ikan mas. Penelitian yang dilakukan berupa penelitian ekotoksikologi untuk mengetahui tingkat toksikan dari pencemar dan diuji dengan uji bioasai untuk mengetahui pengaruhnya terhadap organisme.

Uji toksisitas dapat digunakan untuk mengetahui besarnya konsentrasi toksikan dan durasi pemaparan yang menimbulkan efek toksik pada jaringan biologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cair *nata de coco* terhadap mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan mengetahui pengaruh limbah cair *nata de coco* terhadap kerusakan histologi hepar ikan mas (*Cyprinus carpio*). Uji dilakukan untuk melihat mortalitas ikan dalam waktu tertentu dan perubahan struktur histologi hati yang menguatkan mortalitas yang terjadi disebabkan oleh toksikan tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beragam konsentrasi limbah cair *nata de coco* saat perlakuan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen satu faktor yaitu perlakuan limbah cair *nata de coco* yang terdiri dari 5 variasi konsentrasi dan 1 kontrol terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio*)

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Penelitian dilakukan selama 2 bulan yang digunakan untuk tahap persiapan, uji definitif, dan pengamatan struktur histologi hepar. Pengambilan limbah cair *nata de coco* di sentra industri *nata de coco* di Demangan, Pleret, Bantul Yogyakarta. Sampel ikan diambil dari Balai Benih Ikan (BBI) Barongan, Bantul, Yogyakarta. Persiapan penelitian, uji pendahuluan, dan uji definitif dilaksanakan di Unit Pengelolaan Hewan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Patologi dan Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Gajah Mada.

Pengamatan histologi hati ikan mas (*Cyprinus carpio*) dilakukan di Laboratorium Mikroskopi, Biologi FMIPA UNY.

Target/Subjek Penelitian

subjek penelitian ini adalah Ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang digunakan merupakan hasil seleksi dengan *purpose sampling* dengan pendekatan morfologisnya, yaitu berumur 1 bulan, berukuran 3-5 cm, dan berat 0,8-1 gram. Sample yang digunakan adalah ikan mas sebanyak 180 ekor yang diambil secara random sampling yang diambil dari populasi.

Prosedur

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi beberapa tahapan yaitu: aklimatisasi ikan mas (*Cyprinus caprio*). Aklimatisasi berlangsung selama 5 hari atau hingga tidak ada ikan yang mati di Unit Pengelolaan Hewan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY.

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan ambang atas (LC_{100-24} jam) dan ambang bawah (LC_{0-48} jam) limbah cair *nata de coco*. Kadar limbah uji pendahuluan menggunakan deretan konsentrasi rentang skala logaritmik yaitu $10^{-2}\%$, $10^{-1}\%$, $10^0\%$, $10^1\%$, dan $10^2\%$ volume air sumur dan limbah cair *nata de coco* sebanyak 10 liter.

Uji definitif dilakukan menggunakan skala Duodoroff. Kadar aman ditentukan berdasarkan 10% dari LC_{50-48} jam limbah cair *nata de coco*. Selama uji definitif, ikan yang mengalami kematian dibedah untuk diamati struktur histologi hepar dan dihitung kerusakan selnya.

Proses pembuatan preparat histologik hepar ikan mas yang meliputi tahapan : *Section* (pembedahan), *Fixation*, *Dehydration* (pengeringan), *Clearing* (penjernihan), *Paraffination* (pemasukan parafin), *Embedding* (penanaman), *Sectioning* (pemotongan dengan mikrotom), *Affixing*, *Staining* (pewarnaan), dan kemudian setelah preparat selesai maka dilakukan proses pengamatan struktur histologik hepar ikan mas dengan mikroskop cahaya pada perbesaran 400x.

Teknik Pengumpulan Data

A. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi aklimatisasi ikan dan membuat berbagai variasi kadar limbah cair *nata de coco* untuk uji pendahuluan. Ikan yang digunakan berumur 1 bulan, berukuran 3-5 cm, dan berat 0,8-1,0 gram.

B. Tahap Penelitian

1. Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan ambang atas (LC_{100-24} jam) dan ambang bawah (LC_0-48 jam) limbah cair *nata de coco*. Kadar limbah uji pendahuluan menggunakan deretan konsentrasi rentang Skala Logaritmik yaitu $10^{-2}\%$, $10^{-1}\%$, $10^0\%$, $10^1\%$, dan $10^2\%$ volume air sumur dan limbah cair *nata de coco* sebanyak 10 liter. Mortalitas ikan diamati setiap 24 jam sekali selama 48 jam.

2. Uji Definitif

Uji definitif dilakukan menggunakan skala Duodoroff. Variasi limbah cair *nata de coco* terdiri dari 5 pelakuan dan 1 kontrol. Selama uji definitif, ikan yang

mengalami kematian dibedah untuk diamati struktur histologik heparinya dan dianalisis kerusakannya.

3. Pengamatan Struktur Histologik Hepar Ikan Mas

Preparat histologik hepar ikan mas diamati di bawah mikroskop untuk dilihat kerusakannya. Preparat secara sampling diamati dengan 4 posisi bidang pandang pada mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x lalu dirata-rata persentase kerusakannya.

Teknik Analisis Data

Analisis probit untuk mengetahui konsentrasi yang menyebabkan ikan mas mengalami kematian (LC_{50-48} jam dan LC_{50-96} jam) dan penentuan nilai kadar aman limbah cair industri *nata de coco*.

Analisis univariat untuk menentukan pengaruh beda nyata kadar limbah cair *nata de coco* terhadap mortalitas ikan mas pada uji definitif.

Analisis regresi digunakan untuk memprediksi parameter fisikokimia limbah cair *nata de coco* yang paling berpengaruh terhadap mortalitas ikan mas pada uji toksisitas.

Analisis *one way anava* digunakan untuk mengetahui pengaruh limbah cair *nata de coco* terhadap kerusakan histologik hepar ikan mas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Uji pendahuluan

Uji pendahuluan yang dilakukan mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dinda (2017: 37) dengan judul Toksisitas Limbah Cair *Nata de coco* Terhadap Mortalitas Dan Struktur

Histologik Ginjal Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) didapatkan hasil uji pendahuluan yaitu kadar ambang atas (LC₁₀₀-24 jam) adalah 10% dan ambang bawah (LC₀-48 jam) adalah 1%. Hasil ini kemudian di gunakan untuk perhitungan untuk menentukan variasi konsentrasi yang digunakan pada uji definitif.

2. Uji Definitif

Uji definitif digunakan untuk menentukan menentukan nilai LC₅₀-48 jam dan LC₅₀-96 jam, penentuan kadar uji definitif menggunakan skala logaritmik menghasilkan konsentrasi perlakuan 0% sebagai kontrol; 1,58%; 2,52%; 4,01%; 6,38% dan 10%. Setelah melakukan uji definitive didapat hasil mortalitas ikan mas sebagai berikut:

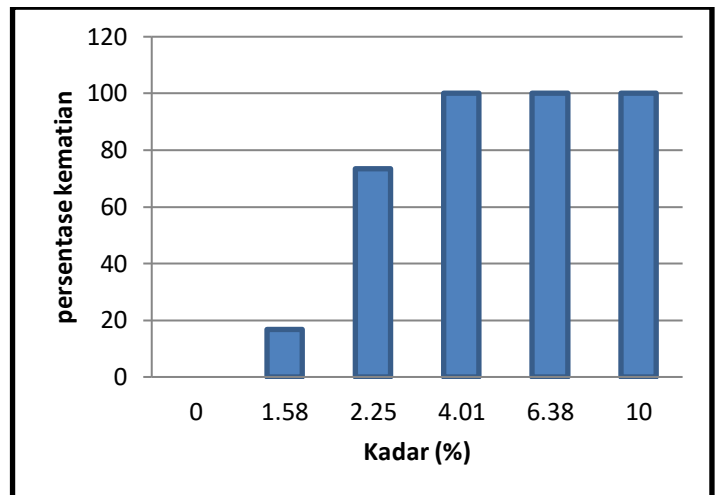
Tabel 1. Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada Hasil Uji Definitif Limbah Cair Nata De Coco

Kadar Limbah (% Vol.)	Jumlah Ikan* (Ekor)	Akumulasi Mortalitas Ikan (96 Jam)	Rerata mortalitas (%)
0	30	0	0
1,58	30	5	16.67
2,25	30	22	73.33
4,01	30	30	100
6,38	30	30	100
10	30	30	100

Sumber: Analisis Data Primer

Keterangan:

* = dalam 3 kali ulangan



Gambar 1. Grafik Mortalitas Ikan Mas pada Uji Definitif.

Semakin tinggi konsentrasi toksikan yang digunakan maka semakin tinggi persentase kematian atau mortalitas ikan yang terjadi. Analisa probit yang dilakukan menunjukkan hasil LC₅₀-48 jam dengan probability 0,5 menunjukkan hasil 0,024 mg/L dan nilai probit LC₅₀-96 jam dengan probability 0,5 menunjukkan hasil 0.0208 mg/L dari hasil tersebut dapat diketahui kadar aman dari toksikan tersebut dengan rumus : LC₅₀-48 jam x 10%.

Hasil perhitungan menunjukkan kadar aman dari limbah cair *nata de coco* yang boleh dibuang ke lingkungan adalah 0,0024 mg/L. Data mortalitas kemudian diuji menggunakan uji univariat untuk mengetahui pengaruh beda nyata pada kadar, lama durasi (jam), serta kadar dan lama durasi (jam) limbah cair *nata de coco*. Berikut hasil analisis uji univariat:

Tabel 2. Analisis Univariat Toksistas Limbah Cair Nata De Coco terhadap Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Source	df	F	Sig.
<i>Corrected Model</i>	23	20.572	.000
<i>Intercept</i>	1	860.019	.000
KADAR	5	88.053	.000**
JAM	3	2.103	.112

KADAR * JAM	15	1.773	.068
--------------------	----	-------	------

Keterangan :

*: kombinasi

** : berpengaruh nyata

Sumber: Analisa Data Primer

Hasil analisis univariat menunjukkan adanya pengaruh nyata pada kadar limbah cair nata decoco terhadap mortalitas ikan mas dengan nilai Sig. <0,05.

3. Parameter Fisikokimia Limbah Cair *Nata de coco* dan Perlakuan

Hasil pengukuran parameter fisikokimia limbah cair *nata de coco* murni dan fisikokimia berbagai air perlakuan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Fisikokimia Limbah Cair *Nata De Coco*

Parameter	Baku Mutu	Hasil Pengukuran
pH	6-9 (Permen LH No.6 Tahun 2007)	3,49
DO (mg/L)	3 (PP No.8, 2001:484)	0,00
COD (mg/L)	200 (Permen LH No.6 Tahun 2007)	26.357,76
BOD (mg/L)	100 (Permen LH No.6 Tahun 2007)	14.795,78
TSS (mg/L)	100 (Permen LH No.6 Tahun 2007)	15,20
Amonia (mg/L)	1 Pescod (Munawar Ali, 2011: 13)	5,455

Sumber: Laporan Hasil Uji BLK-Yogyakarta (Lubis, 2017: 40)

Tabel 4. Hasil Pengukuran Fisikokimia pada Setiap Air Perlakuan

Parameter	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	Amonia (mg/L)	
Perlakuan	0	7,36	5,57	3	1,414
	1,58	6,75	6,60	22	6,560

kadar (%)	2,52	5,12	5,19	60	4,510
	4,01	4,19	4,32	121	3,173
	6,38	4,35	4,83	69	4,064
	10	3,39	4,39	122	0,870
Baku Mutu	6-9	4-6	100	1	

Sumber : Laporan Hasil Uji BLK-Yogyakarta (Lubis, 2017: 41)

Air perlakuan dengan penambahan limbah cair *nata de coco* yang digunakan tidak ada yang memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

4. Kerusakan Struktur Histologik Hepar Ikan Mas

Tabel 5. Kerusakan Sel Hepar

	Konsentrasi (%)	Kerusakan			Total (%)
		Piknosis	Kario reksis	Lisis	
Kerusakan (%)	0	2,67	4,67	2	9,34
	1,5	11,33	30	22,5	63,83
	2,52	11,5	37	21,16	69,66
	4,01	12	37,67	28,33	78,00
	6,38	14	23,67	26,67	64,34
	10	9	36,37	31	76,37

Sumber: Analisis Data Primer

Dilihat dari tabel 5 maka dapat diketahui secara umum bahwa semakin tinggi konsentrasi toksikan (limbah cair *nata de coco*) maka semakin tinggi persentase kerusakan sel dan semakin rendah persentase sel yang normal. limbah cair *nata de coco* dengan konsentrasi 6,38% memiliki sel hepar yang mengalami piknosis paling banyak, konsentrasi 4,01% memiliki sel hepar yang mengalami karioreksis

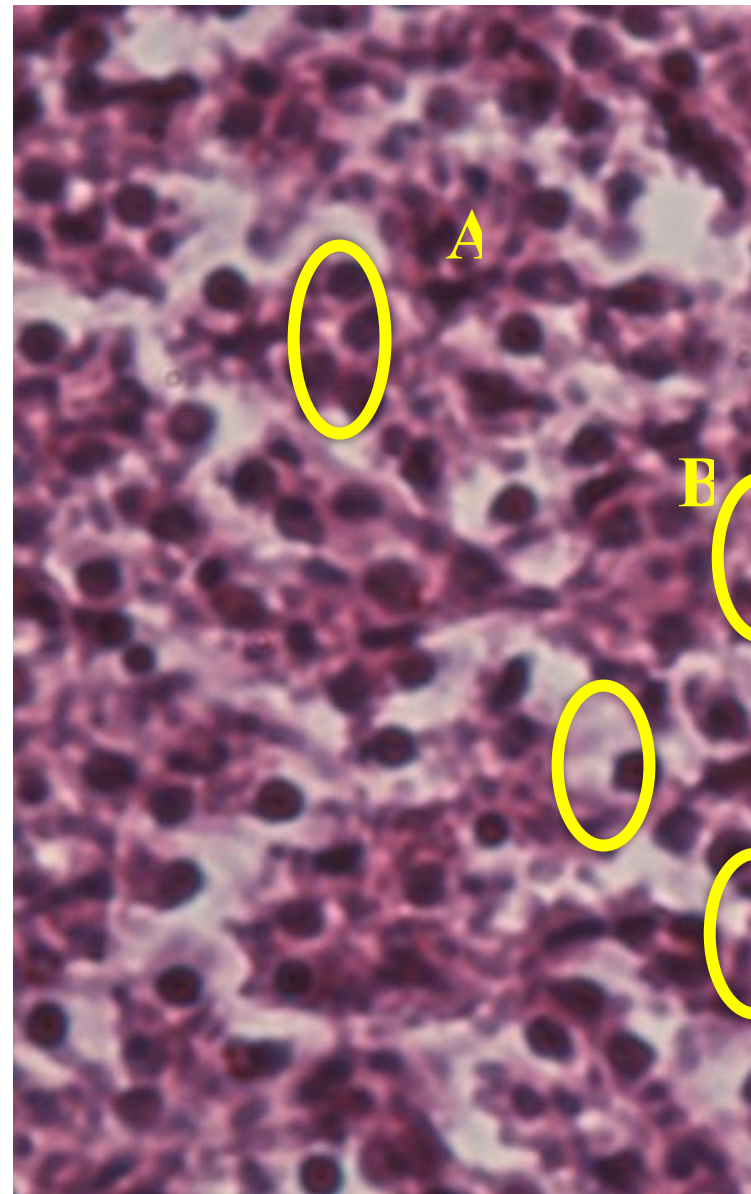
paling banyak, konsentrasi 10% memiliki sel hepar yang mengalami lisis paling banyak, sedangkan sel hepar yang normal paling banyak ditemukan pada konsentrasi 0% (kontrol).

Tabel 6. Hasil Uji *One Way Anova* Pengaruh Konsentrasi/Kadar Terhadap Kerusakan Sel

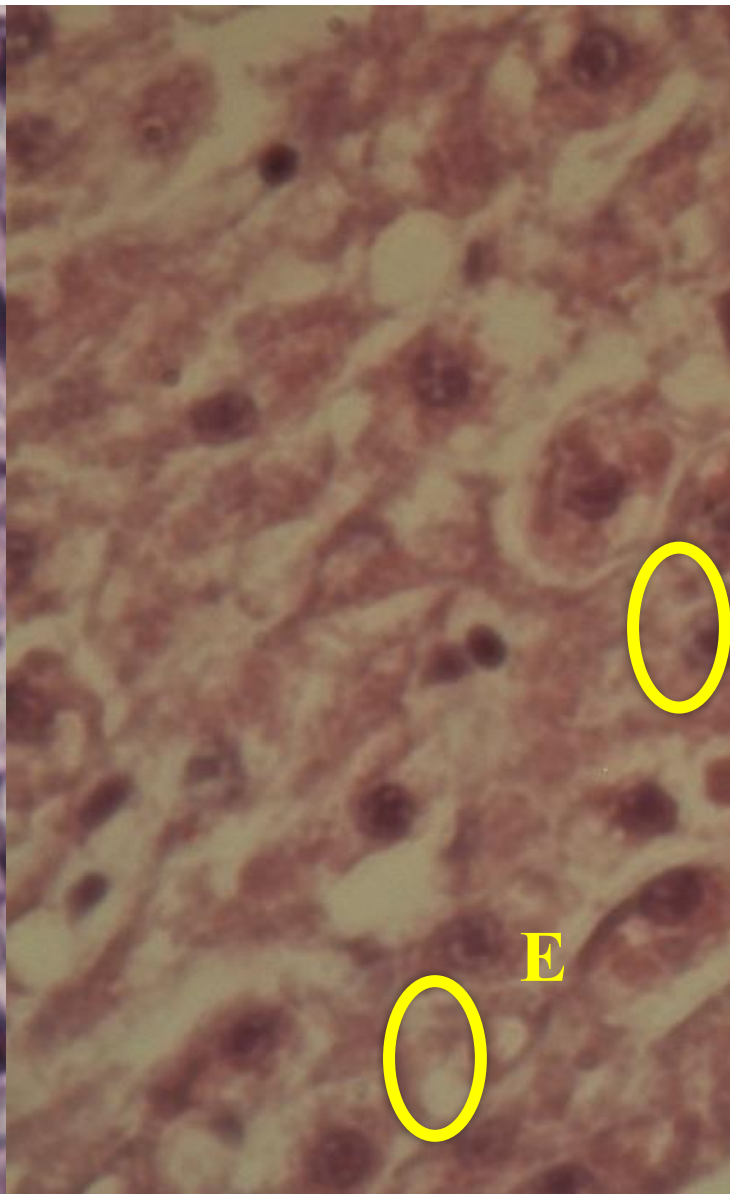
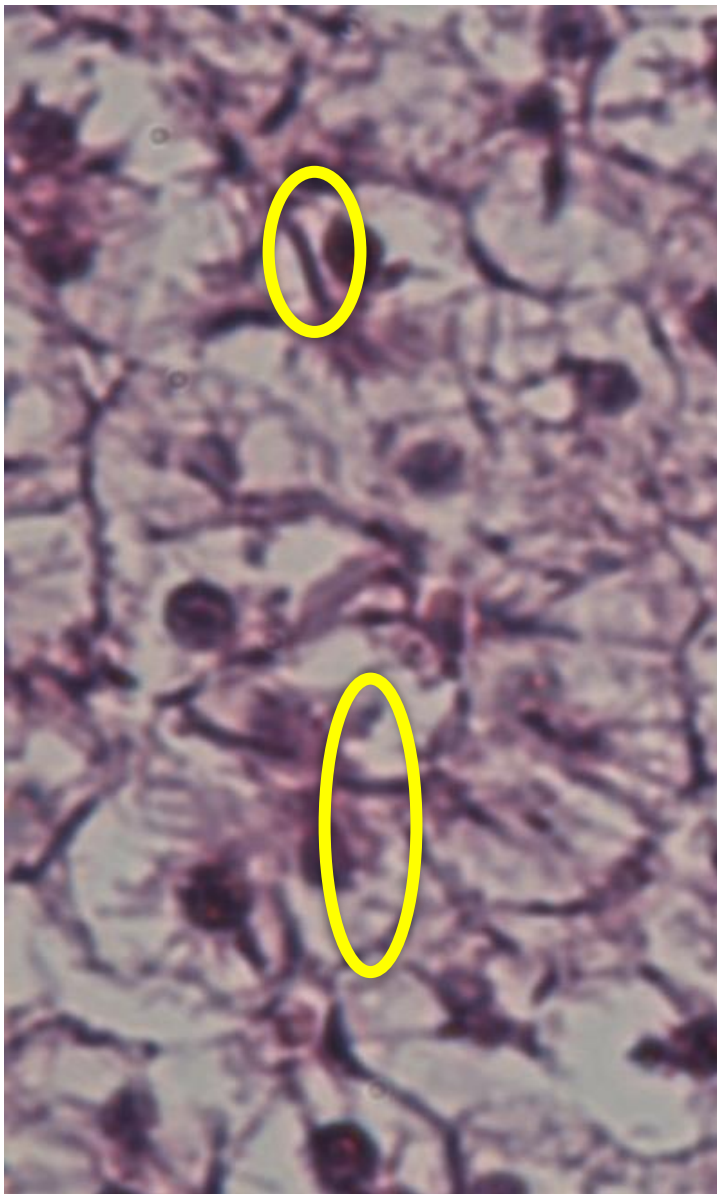
Sel yang mengalami-	<i>Test between grups</i>	df	F	Sig.
Piknosis	236,292	5	4,674	0,013
Karioreksis	2448,94	5	6,895	0,003
Lisis	1631,444	5	18,601	0,000
Normal	9885,208	5	35,138	0,000

Sumber: Analisi Data Pimer

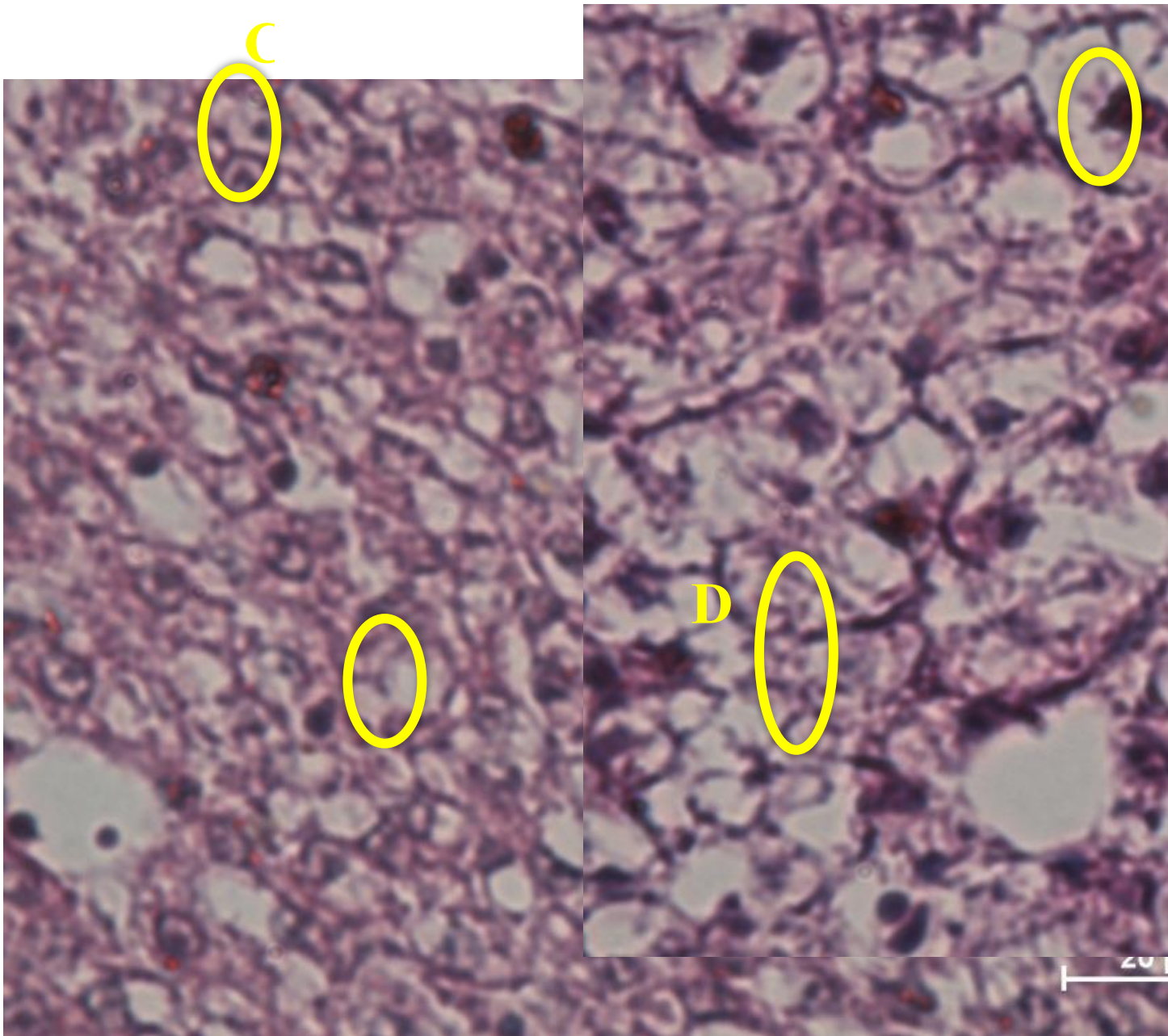
Dari hasil uji *one way anova* diketahui bahwa konsentrasi/kadar limbah cair *nata de coco* berpengaruh nyata terhadap kerusakan sel-sel hepar, karena nilai signifikansi seluruhnya lebih kecil dari 0,05.



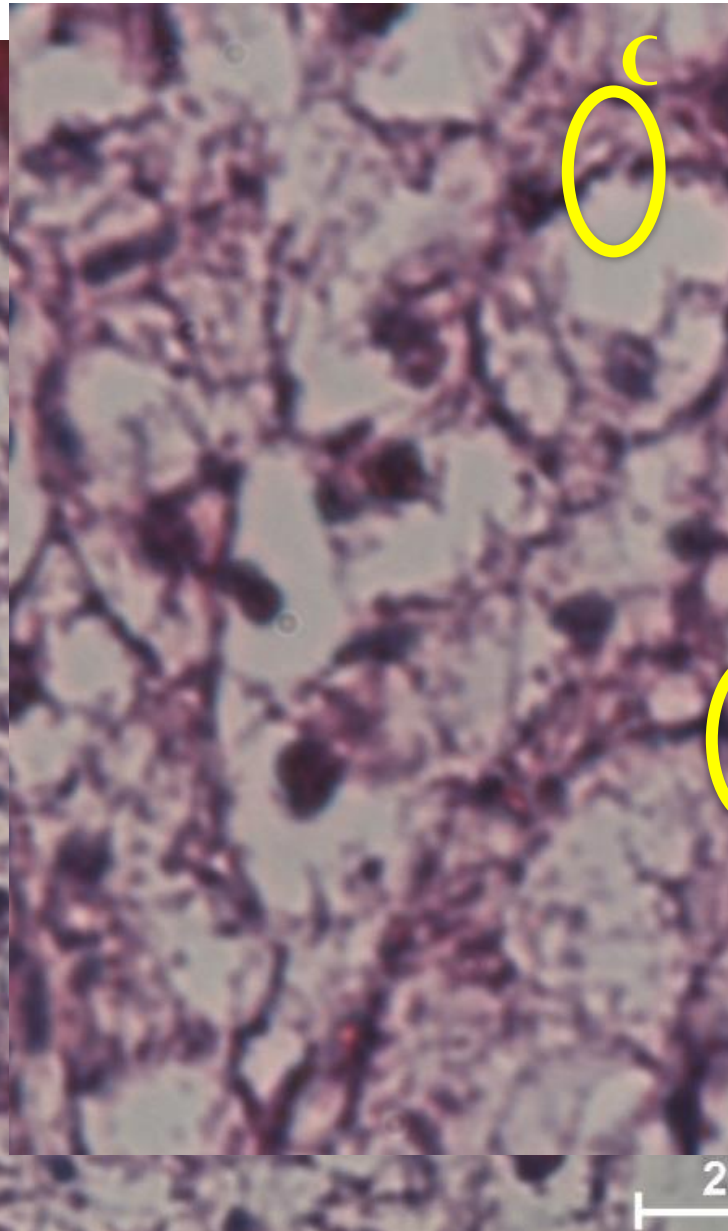
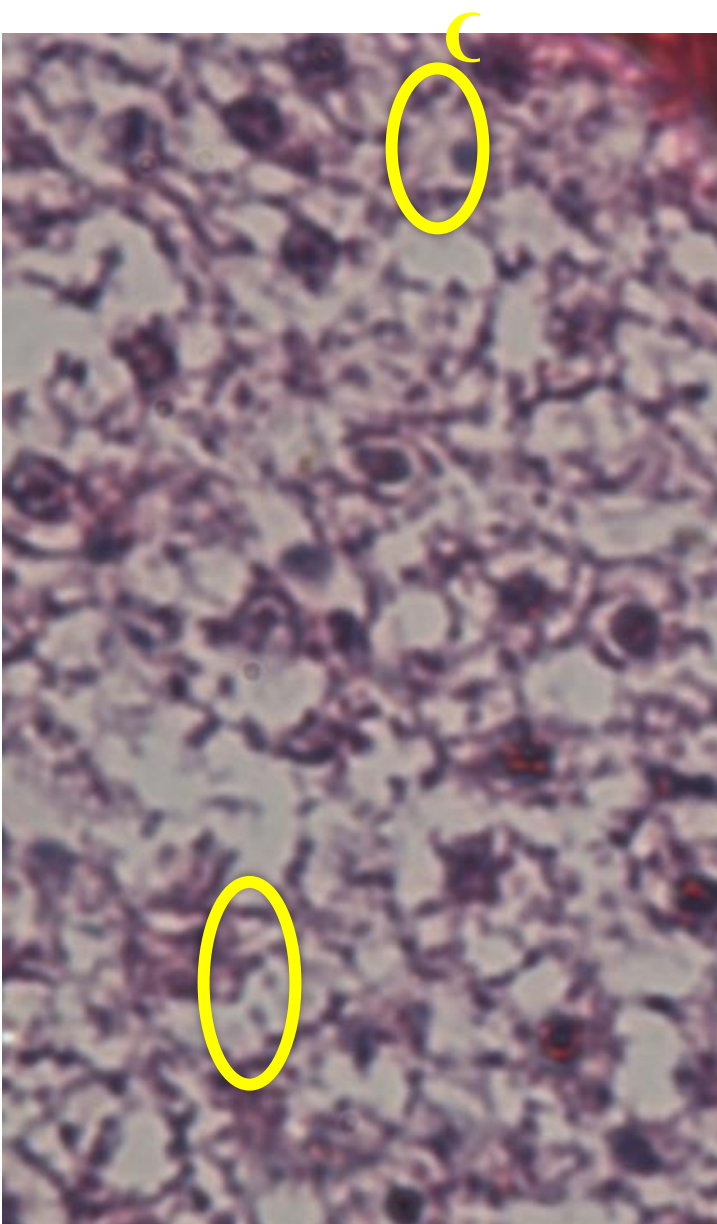
Gambar 2. Preparat struktur histologik hepar *Cyprinus carpio*



Gambar 3. Preparat struktur histologik hepar *Cyprinus carpio* perlakuan dengan kadar 1,58%,
Gambar 4. Preparat struktur histologik hepar *Cyprinus carpio* perlakuan dengan kadar 1,58%,



Gambar 5. Preparat struktur histologik hepar *Cyprinus carpio* perlakuan dengan kadar 4,01 %,



Gambar7. Preparat struktur histologik hepar *cyprinus carpio*

Keterangan gambar 2-7:

Perbesaran 400x

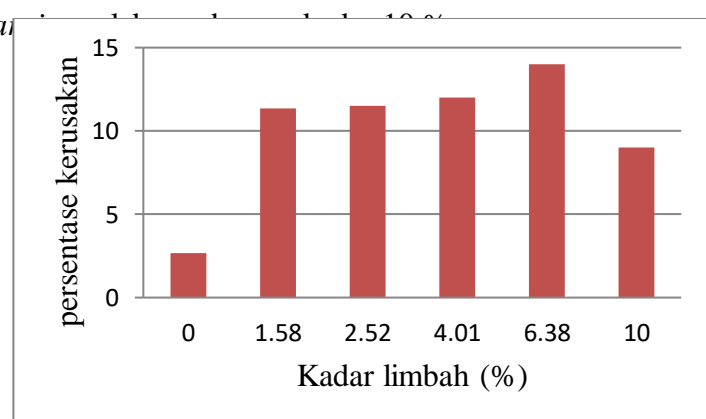
A: Hepatosit

B: Sel Normal

C: Piknosis

D:Karioreksis

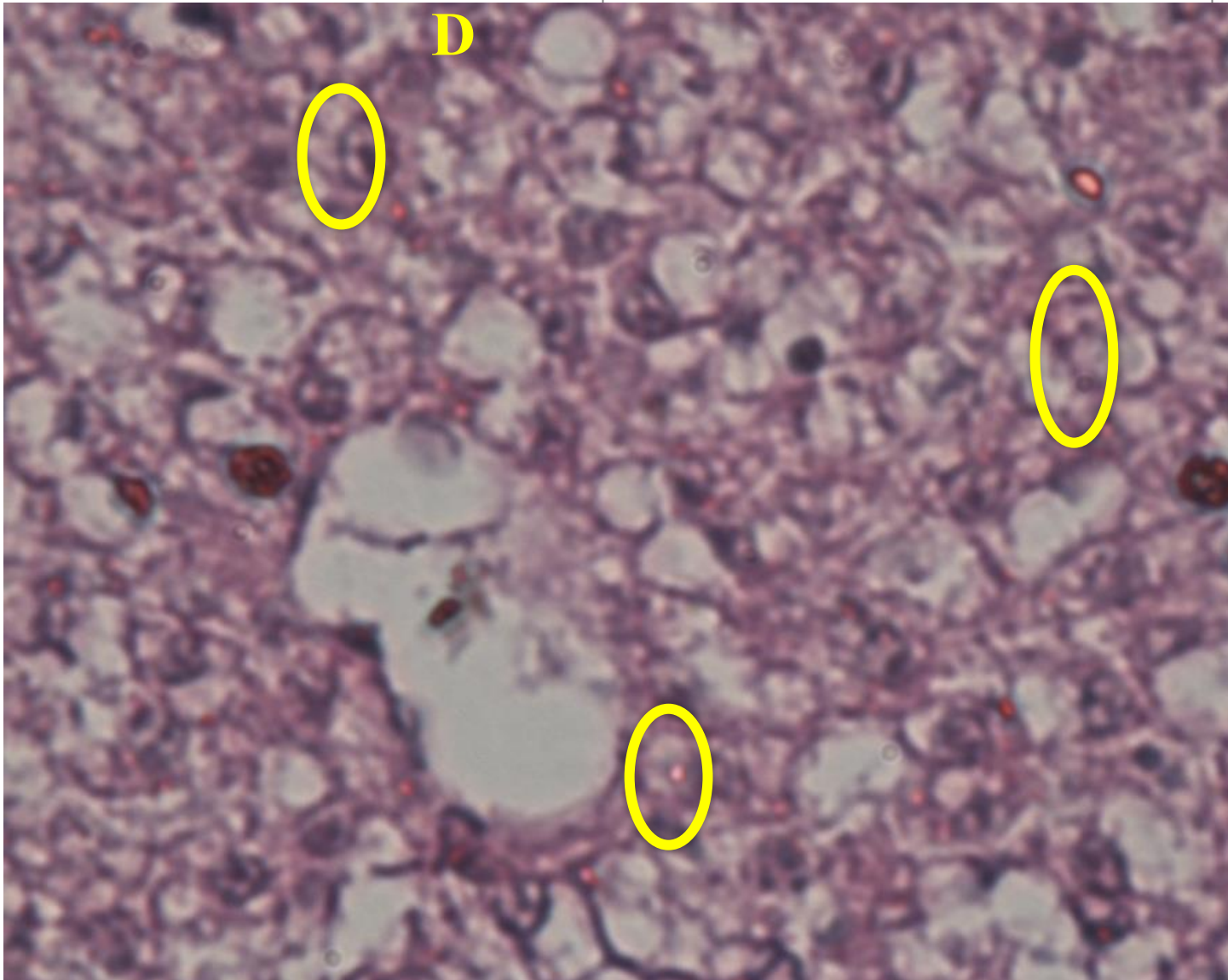
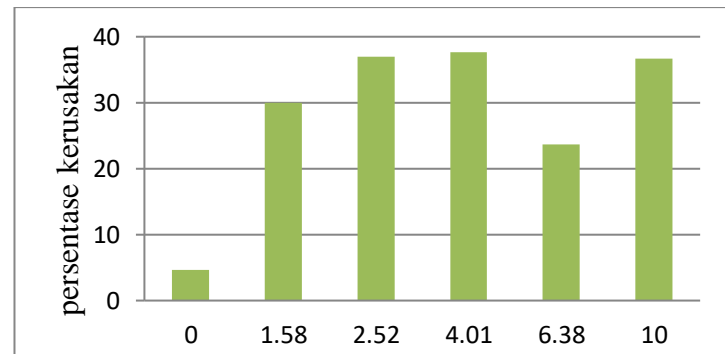
E:Lisis



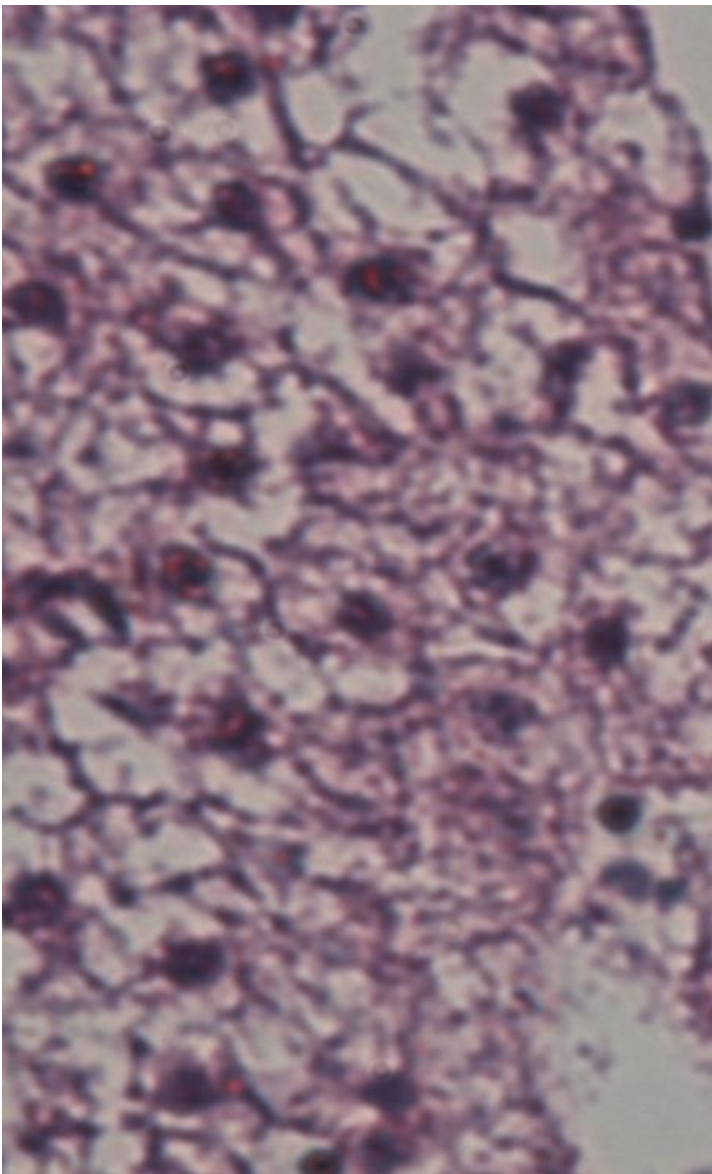
Gambar 9. Grafik pengaruh kadar limbah cair *nata de coco* terhadap jumlah sel hepar yang piknosis

Tidak terlihat pola peningkatan jumlah kerusakan sel yang berbanding lurus dengan peningkatan kadar limbah *nata de coco* (gambar

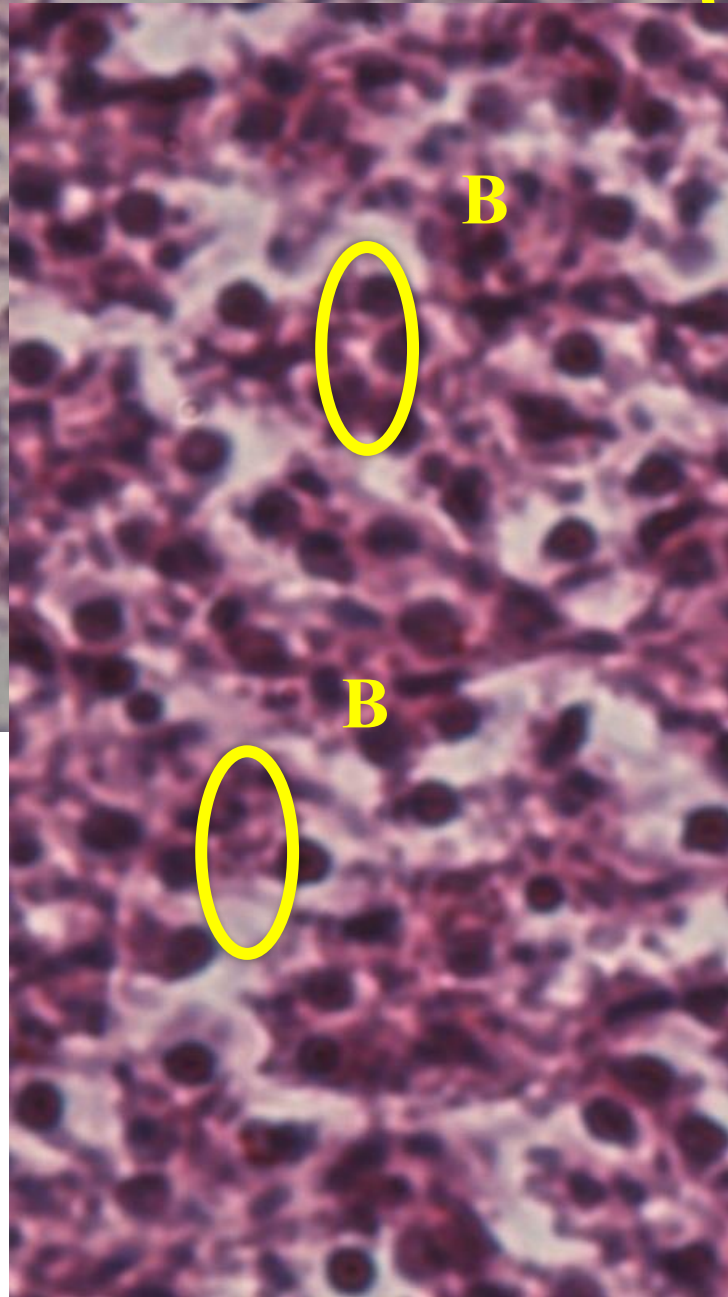
9). Limbah cair *nata de coco* dengan konsentrasi 6,38% memiliki sel hepar yang mengalami piknosis paling banyak. Perlakuan dengan kadar 0% (kontrol tanpa perlakuan limbah cair *nata de coco*) memiliki sel hepar yang mengalami piknosis paling sedikit.



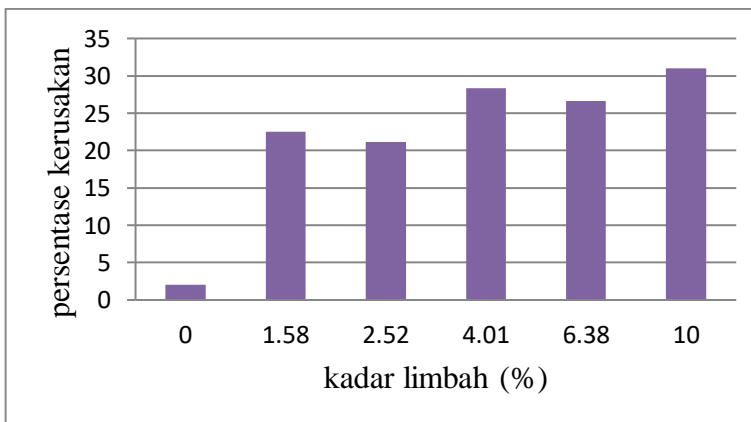
Gambar 10. Sel hepar yang mengalami karioreksis; D: sel yang karioreksis



Gambar 12. Sel hepar yang mengalami lisis; E; sel yang lisis

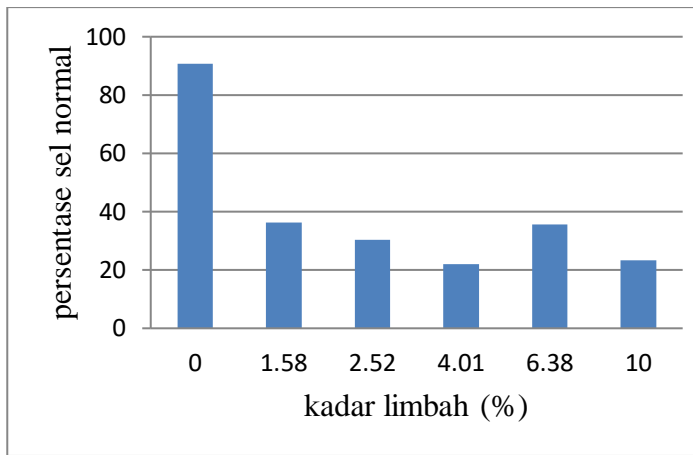


Gambar 14. Sel hepar yang normal, B: sel yang normal



Gambar 13. Grafik pengaruh kadar limbah cair *nata de coco* terhadap jumlah sel hepar yang mengalami lisis

Sel hepar yang mengalami lisis secara umum berbanding lurus dengan peningkatan kadar



Gambar 15. Grafik pengaruh kadar limbah cair *nata de coco* terhadap jumlah sel hepar yang normal

Jumlah sel hepar yang normal menunjukkan penurunan jumlah seiring dengan peningkatan kadar limbah *nata de coco* namun tidak terlihat pola penurunan yang jelas dan terjadi beberapa fluktuasi (gambar 15). Konsentrasi 0% memiliki sel hepar normal yang paling banyak. Perlakuan dengan konsentrasi 4,01% memiliki sel hepar normal paling sedikit.

Hasil uji One Way Anova

Berdasarkan hasil analisis *one way anova* (Tabel 6) dengan spss 11 maka diketahui bahwa variasi kadar memiliki pengaruh terhadap kerusakan sel dalam hal ini sel yang mengalami piknosis, karena hasil analisis menunjukkan signifikansi dengan nilai 0.013 ($< 0,05$). Konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap kerusakan sel (piknosis) adalah kadar 6,38% namun tidak ada perbedaan nyata antara kadar 6,38 % dengan kadar 10%, 4,01%, 2,52% dan 1,58%.

Variasi kadar memiliki pengaruh terhadap kerusakan sel dalam hal ini sel yang mengalami karioreksis, karena hasil analisis menunjukkan signifikansi dengan nilai 0.003 ($< 0,05$) (tabel 6). Kadar yang paling mempengaruhi karioreksis

pada sel adalah kadar 4,01% , namun tidak terdapat perbedaan secara nyata dengan kadar 1,58%, 2,52%, 6,38% dan 10% .

Variasi kadar memiliki pengaruh terhadap kerusakan sel dalam hal ini sel yang mengalami lisis, karena hasil analisis menunjukkan signifikansi dengan nilai 0.000 ($< 0,05$) (tabel 6). Kadar yang paling mempengaruhi lisis pada sel adalah kadar 10% karena berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan nilai paling besar terdapat pada kadar 10%, namun tidak terdapat perbedaan nyata dengan kadar 1,58%, 2,52%, 4,01% dan 6,38%.

Variasi kadar memiliki pengaruh terhadap sel dalam hal ini sel yang normal, karena hasil analisis menunjukkan signifikansi dengan nilai 0.000 ($< 0,05$) (tabel 6). Kadar yang paling mempengaruhi pada sel normal adalah kadar 0% karena berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan uji Duncan nilai paling besar terdapat pada kadar 0% dan memiliki beda nyata dengan konsentrasi 1,58%, 2,52%, 4,01%, 6,38% dan 10%.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap mortalitas dan kerusakan struktur histologik hepar ikan mas (*Cyprinus carpio*). Semakin tinggi kadar limbah cair *nata de coco* yang digunakan maka semakin tinggi mortalitas ikan mas pada uji definitif. Kerusakan histologik hepar menunjukkan semakin tinggi kadar limbah cair *nata de coco* yang ada di lingkungan (air) maka persentase kerusakan sel hepar ikan mas semakin tinggi.

Hasil uji probit yang dilakukan nilai probit LC₅₀-96 jam dengan probabilitas 0,5 menunjukkan hasil 0.0208 mg/L. Dilihat dari penggolongan Loomis, nilai tersebut menunjukkan bahwa limbah cair *nata de coco* kurang dari 1 mg/kg sehingga penggolongan limbah cair *nata de coco* termasuk dalam golongan luar biasa toksik. Dari LC₅₀-48 dapat diketahui kadar aman dari toksikan tersebut dengan rumus: LC₅₀-48 jam x 10%. Hasil perhitungan menunjukkan kadar aman dari limbah cair *nata de coco* yang boleh dibuang ke lingkungan adalah 0,0024 mg/L. Nilai 0,0024 mg/L merupakan kadar aman yang boleh dibuang ke lingkungan sehingga limbah cair *nata de coco* tidak mempengaruhi mortalitas ikan mas.

Hasil uji fisikokimia menunjukkan bahwa tidak semua parameter yang ada terpenuhi sesuai dengan baku mutu yang ada. Keadaan lingkungan yang tidak sesuai dengan baku mutu yang ada menunjukkan bahwa kualitas limbah cair *nata de coco* yang digunakan tidak memenuhi syarat hidup bagi ikan. Hal ini dapat menyebabkan mortalitas pada ikan mas.

Nilai pH yang aman bagi kelangsungan hidup ikan yaitu 6-9, DO sebesar 4-6 mg/L, TSS sebesar 100 mg/L, dan amonia sebesar 1 mg/L. Parameter DO dan TSS masih dalam kategori baku mutu tetapi untuk parameter pH dan amonia telah melewati baku mutu.

Umroh (2017: 15-19) bahwa meningkatnya kadar amonia secara tidak langsung mempengaruhi mortalitas karena amonia berbahaya untuk ikan dan merupakan pesaing oksigen (O₂) pada daya serap darah. Peningkatan jumlah amonia yang ada dalam perairan akan mengurangi kadar oksigen terlarut yang ada, hal

ini dikarenakan amonia berasal dari hasil perombakan atau dekomposisi bahan organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Pemecahan amonia penting karena amonia bersifat racun bagi organisme. Amonia juga dapat berakibat langsung pada sel insang yang ada sehingga menyebabkan mortalitas organisme dalam hal ini ikan mas. Menurut Ekasari (2013: 5-6) amonia dalam bentuk cairan atau gas dapat menyebabkan iritasi parah dan/atau luka bakar pada mata, hidung, tenggorokan, dan kulit. Amonia memiliki ambang batas bau 5-7 ppm (yang lebih rendah dari batas *eksposure*). Amonia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan cedera permanen pada mata, kerusakan yang luas pada tenggorokan dan saluran pernapasan bagian atas, dan dapat mempengaruhi kerja jantung. Berdasarkan penjelasan tersebut amonia memberikan dampak negatif dan berpengaruh terhadap mortalitas ikan, karena terjadi kerusakan pada organ yang terpapar amonia.

Perombakan bahan organik akan mengurangi jumlah oksigen terlarut. Selain itu, minimnya oksigen terlarut menyebabkan sel insang mengalami gangguan yang menyebabkan kegagalan koordinasi pada sistem organ dalam hal ini menyebabkan kerusakan sel pada sistem osmoregulasi. Tingginya bahan organik yang ada di lingkungan menyebabkan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme menjadi tinggi. Laju dekomposisi yang tinggi menyebabkan oksigen terlarut menjadi rendah dan menyebabkan kerusakan pada insang. Kerusakan pada sistem respirasi karena kekurangan oksigen akan menyebabkan gangguan pada metabolisme

dan sistem koordinasi dalam sistem kerja otot dan syaraf. Berdasarkan penelitian Aulia (2017: 38), luas area respiratorik insang pada ikan mas yang terpapar limbah cair nata de coco semakin kecil seiring dengan bertambahnya kadar limbah. Hal ini merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya mortalitas pada ikan mas.

Hati mudah terkena racun karena hati menerima 89% suplai darah dari sistem gastrointestinal melalui vena porta. Hepar memiliki kemampuan untuk mendetoksifikasi zat racun yang masuk kedalam tubuh. Sloane (2004) mengatakan pada proses detoksifikasi, hati melakukan in aktivasi hormone, detoksifikasi toksin dan obat. Terdapat dua tipe reaksi utama dalam mekanisme detoksifikasi yaitu reaksi fase I atau reaksi fungsionalisasi yang menyebabkan modifikasi kimia dari kelompok reaktif oksidasi, reduksi, dan hidrolisis dimana terjadi pemasukan gugus fungsional sehingga menjadi lebih mudah larut dalam air. Reaksi fase II atau reaksi konjugasi dimana gugus fungsi yang terbentuk akan dikopel dengan senyawa endogen dengan bantuan enzim-enzim tertentu, dengan penambahan konjugat endogen akan meningkat kepolaran dari xenobiotika sehingga akan lebih mudah dapat di eksresikan melalui ginjal.

Kerusakan hepar tidak semata-mata merupakan faktor tunggal dalam proses kematian organisme. Kematian organism berkaitan dengan kegagalan pada sistem osmoregulasi dalam hal ini insang. Kematian organisme dapat terjadi karena kerusakan sistem organ yang bersifat *irrefersibel* dan sistemik. Kumar (2012: 4-6) menyatakan penyebab kerusakan sel karena deprivasi oksigen, bahan kimia, agen infeksius, reaksi imunologi,

efek genetik, ketidakseimbangan nutrisi, agan fisik, serta penuaan. Dalam penelitian ini kerusakan sel hepar dapat disebabkan oleh deprivasi oksigen atau kekurangan oksigen yang disebabkan oleh sel insang yang rusak, sehingga terjadi gangguan suplai oksigen yang menyebabkan gangguan metabolisme berupa terhambatnya proses fosforilasi oksidatif dan produksi ATP yang berkurang. ATP yang berkurang menyebabkan terganggunya pompa Na di sel yang menyebabkan gangguan keseimbangan air sel yang berujung kerusakan (piknosis, karioreksis, lisis). Inti sel pada saat piknosis akan mengalami penyusutan dimana terjadi kondensasi DNA menjadi padat (piknosis). Inti sel yang memadat tersebut kemudian akan mengalami fregmentasi (karioreksis) dan intisel yang mati akan menghilang (lisis). Jika di kelompokkan berdasar jenis eksresi yang dilakukan maka organisme dibagi menjadi tiga golongan, yaitu ammonotelic, uricotelic, dan urotelic. Ikan merupakan organisme yang mensekresikan urin dalam bentuk amonia (ammonotelic).

Amonia yang ada di perairan juga akan mempengaruhi kerja sistem syaraf. Amonia yang ikut terbawa oleh darah akan mempengaruhi kerja dari enzim asetilkolinesterase. Amonia akan mengganggu pelepasan impuls pada sinap syaraf. Di ujung sinap amonia akan mengganggu perubahan asetilkolin menjadi asam asetat dan kolin. Gangguan ini menyebabkan tidak dapat diteruskannya impuls syaraf ke organ target dan hal ini organ osmoregulasi sehingga terjadi kegagalan pemberian perintah yang berakibat pada kematian sistem organ.

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*), dibuktikan dengan semakin tinggi konsentrasi/kadar limbah cair *nata de coco* maka mortalitas ikan semakin tinggi, mortalitas ini terjadi karena jumlah oksigen terlarut yang ada di lingkungan rendah akibat dari dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme dan kualitas lingkungan perairan buruk bagi kelangsungan hidup ikan akibat dari cemaran limbah cair *nata de coco*.
2. Limbah cair *nata de coco* berpengaruh terhadap gambaran struktur histologi hepar ikan mas (*Cyprinus carpio*) yaitu sel sel hepar mengalami kerusakan (piknosis, karioreksis, dan lisis) memiliki presentase yang semakin meingkat seiring dengan penambahan konsentrasi/kadar limbah cair *nata de coco* yang digunakan, dan sel-sel hepar yang normal persentasenya semakin kecil seiring dengan kenaikan konsentrasi/kadar limbah cair *nata de coco*.

B. Saran

1. Saran bagi perilaku usaha atau industri *nata de coco* sebaiknya limbah cair *nata de coco* yang akan dibuang ke lingkungan haruslah sudah diperlakukan sedemikian rupa sehingga mencapai kadar aman untuk dikembalikan ke lingkungan.
2. Perlu adanya pengolahan lebih lanjut limbah cair *nata de coco* untuk memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan.

3. Penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan dengan objek yang berbeda dan tidak hanya biota akuatik, atau dapat dikembangkan kearah penelitian limbah cair *nata de coco* yang dibuang ke lingkungan darat/tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda. G. (2017). *Kemepern Targetkan Industri Tumbuh 5,67 Persen di 2018*. Diakses pada 2 Januari 2018 pukul 20.00 dari <http://www.Republika.co.id/berita/ekonomi/makro/17/12/12/p0u90s423-kemenperin-targetkan-industri-tumbuh-567-persen-di-2018>.
- Aulia, Fera. (2017). Toksisitas Limbah Cair Nata De Coco Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Dan Struktur Histologi Insangnya. *Skripsi*. Yogyakarta: UNY
- Ekasari, S. R. (2013). Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut dalam Reactor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat. *Tesis*. Depok: Universitas Indonesia.
- Lubis, D.M. (2017). Toksisitas Limbah Cair Nata De Coco terhadap Mortalitas dan Struktur Histologi Ginjal Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Loomis, T.A. (1978). *Toksikologi Dasar Edisi Ketiga*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sloane E. (2004). *Anatomi dan fisiologi untuk Pemula*. Jakarta: EGC.
- Umroh. (2007). Pemanfaatan Konsorsia Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi untuk Mereduksi Amonia pada Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius). *Jurnal Sumberdaya Perairan*. Vol 1 edisi 1: 15-20

