

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh konsentrasi limbah terhadap gerakan insang *Moina* sp

Setelah dilakukan penelitian tentang gerakan insang dan laju pertumbuhan populasi *Moina* sp dalam berbagai konsentrasi limbah karet sebagai monitoring pencemaran, ternyata diperoleh hasil bahwa konsentrasi limbah karet berpengaruh nyata terhadap perubahan gerakan insang *Moina* sp, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut DNMRT pada taraf nyata 5% (Tabel).

Pada Tabel.1. dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi perlakuan, maka gerakan insang *Moina* sp semakin cepat. Selain itu dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nyata karena perubahan konsentrasi perlakuan. Dengan semakin tinggi konsentrasi limbah karet yang diberikan maka makin cepat gerakan insang *Moina* sp, hal ini disebabkan adanya gumpalan lendir pada insang akibat adanya logam yang dikandung oleh limbah sehingga dapat menghambat proses pernafasan (Strik, 1976).

Penyebab lain adalah bahan pencemar organik maupun an organik melekat pada insang, menyebabkan insang tertutup, dengan demikian dapat mencegah masuknya oksigen sehingga insang harus bergerak dengan cepat. Disamping itu pertumbuhan bakteri dan phytoplankton berjalan cepat mengakibatkan oksigen terlarut rendah dalam media sehingga insang terpaksa bergerak dengan cepat. Selain itu terjadinya gangguan diffusi O_2 pada insang karena adanya zat toksik (NH_3) yang menyebabkan jaringan epitel insang rusak dan terjadilah penumpukan lendir pada insang menyebabkan suplai O_2 akan terganggu. Untuk memenuhi kebutuhan O_2 *Moina* sp mempercepat gerakan insang. Ditambahkan lagi oleh Connell (1995) dengan semakin tinggi konsentrasi limbah maka kandungan hidrogen sulfida dalam limbah juga semakin tinggi dengan sendirinya daya toksik semakin kuat. Hidrogen sulfida ini merupakan produk pernafasan anaerob yang dihasilkan oleh bakteri dan protozoa yang terdapat dalam limbah, sehingga dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan. Sesuai menurut pernyataan Goenarso

(1988) bahwa peningkatan konsentrasi limbah menyebabkan gerakan insang bertambah cepat sampai batas konsentrasi tertentu dan selanjutnya gerakan insang akan berkurang dan akhirnya menyebabkan kematian *Moina* sp.

Disamping itu adanya kandungan amonia pada air limbah menimbulkan efek racun pada *Moina* sp. Pernafasan anaerob yang dihasilkan oleh bakteri pada limbah mengandung nitrogen dan belerang menyebabkan meningkatnya hidrogen sulfida dan amonia. Daya racun amonia berbeda-beda terhadap *Moina* sp, tergantung pada konsentrasi amonia dalam air. Apabila konsentrasi limbah tinggi maka semakin besar pengaruhnya terhadap *Moina* sp.(Connell, 1995).

Sesuai menurut Pescod (1973) cit Indra (1996) bahwa semakin tinggi konsentrasi amonia yang diberikan pada *Carassius auratus* maka kecepatan gerakan operculumnya semakin cepat, karena insang akan tertutup oleh molekul-molekul amonia. Disamping itu kadar amonia yang tinggi dapat menghambat daya serap hemoglobin terhadap oksigen.

Pada perlakuan konsentrasi A0, A1 dan A3, belum terlihat adanya pengaruh terhadap kecepatan gerakan insang *Moina* sp. Hal ini disebabkan oleh senyawa organik dan anorganik bersifat toksik dalam limbah pada batas konsentrasi tertentu masih dapat ditoleransi oleh *Moina* sp, sehingga tidak mempengaruhi aktifitas fisiologis *Moina* sp. Untuk perlakuan konsentrasi A4 dan A5 memperlihatkan pengaruh yang nyata akibat penambahan konsentrasi perlakuan. Sehingga terjadi penurunan oksigen terlarut dalam jumlah tertentu, akibatnya dapat mengganggu kegiatan fisiologis hewan air antara lain : terjadinya gangguan pada aktifitas makan, aktifitas pertumbuhan, aktifitas kecepatan renang dan pada proses pernafasan. Ditambahkan oleh (Connell, 1995) bahwa kepekatan oksigen terlarut yang rendah dapat memperlihatkan perilaku menolak.

Dari hasil pengamatan bahwa konsentrasi limbah karet 3 % dapat mengganggu perubahan gerakan insang *Moina* sp dan apabila konsentrasi limbah karet lebih dari 3 % maka akan berbahaya bagi kehidupan *Moina* sp di dalam air.

Tabel 1. Rata – rata Gerakan Insang *Moina* sp pada masing- masing perlakuan setelah 48 jam waktu dedah

Perlakuan	: Gerakan Insang / menit	: Notasi
A ₀ (0%)	: 140	: a
A ₁ (0,75%)	: 162	: a
A ₂ (1,5 %)	: 217	: b
A ₃ (3 %)	: 324	: c
A ₄ (6 %)	: 386	: d

Angka-angka pada setiap lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5 %

5.2. Pengaruh Kosentrasi limbah terhadap laju pertumbuhan populasi *Moina*

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa laju pertumbuhan populasi *Moina* sp terhadap berbagai kosentrasi limbah pabrik karet, terlihat bahwa kepadatan populasi maksimal secara umum didapatkan pada hari ke 8, sedangkan kepadatan populasi yang tertinggi berdasarkan perlakuan yang diberikan dijumpai pada hari ke 8 perlakuan A₂ (1,5 %). Dan kepadatan penurunan jumlah populasi *Moina* sp terlihat mulai pengamatan hari ke 10 sampai hari ke 16.

Pada Gambar 1.a. terlihat kepadatan populasi maksimal didapat pada hari ke 8 pada perlakuan A₂ (1,5 %). Bila kita hubungkan dengan pengukuran parameter fisika dan kimia air, maka pH, suhu, NH₃ dan oksigen terlarut diperkirakan mendukung untuk pertumbuhan populasi *Moina* sp selama pengamatan sampai hari ke 8.

Dari hasil pengukuran parameter fisika dan kimia air menunjukkan bahwa kualitas air media uji sampai hari ke 8, dapat dikatakan berada dalam kisaran yang masih mendukung

untuk kehidupan *Moina* sp. Didukung dari penelitian yang dilakukan Rusmaedi (1987) yang mana pada hari ke 10 populasi *Moina* sp mencapai jumlah individu tertinggi. Begitu juga dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rafnida (1986) dimana penghitungan yang dilakukan sekali 2 hari populasi tertinggi ditemukan pada pengamatan hari ke 10. Dari hasil penelitian – penelitian terdahulu yang menggunakan limbah organik, pada umumnya populasi pertumbuhan *Moina* sp tertinggi dicapai pada hari ke 10. Berbeda halnya untuk perlakuan yang menggunakan limbah yang banyak mengandung bahan kimia, seperti limbah karet. Dari hasil pengamatan dan informasi dari pengolah karet pada PT Ricry , mengatakan bahwa untuk mendapat karet gelondongan yang berasal dari karet mentah dibutuhkan proses pengolahan yang banyak menambahkan bahan kimia untuk mendapatkan gelondongan karet yang berkualitas untuk dikirim lagi pada perusahaan- perusahaan yang membutuhkan bahan baku karet.

Dari hasil penelitian ini yang menggunakan media perlakuan limbah karet ternyata pertumbuhan populasi *Moina* sp tertinggi dicapai pada hari ke 8. Selain itu selama penelitian berlangsung maka terjadi proses metabolisme dari *Moina* sp yang menyebabkan suhu meningkat dibandingkan sebelum dilakukan penelitian. Peningkatan suhu selama pertumbuhan *Moina* sp menyebabkan terganggunya pertumbuhan *Moina* sp secara umum. Sesuai dengan pendapat Bellosilo (1937) bahwa suhu yang lebih tinggi dari 30⁰ C dapat menghambat pertumbuhan populasi *Moina* sp. Selanjutnya Mudjiman (1985) mengatakan bahwa *Moina* sp hidup pada perairan dengan suhu berkisar 22⁰ C sampai dengan 30⁰ C, *Moina* sp sudah dewasa dalam empat hari, dan umurnya dapat mencapai 28 hari. Lama atau pendeknya siklus hidup dari *Moina* sp juga tergantung pada kondisi dimana *Moina* sp tumbuh dan berkembang. Kondisi dimana *Moina* sp hidup dan berkembang tergantung kepada kualitas air.

Parameter kualitas air berkorelasi erat terhadap pertumbuhan *Moina* sp, antara lain adalah faktor kimia air yaitu DO BOD, COD, NH₃ , dan faktor fisika air. yaitu suhu, pH dan Zat tersuspensi. Hasil analisa kualitas air untuk pengukuran kadar amonia sebelum

penelitian adalah 0,16 mg/l dan kandungan amoniak selama penelitian berkisar antara 0,02 mg/l - 0,48 mg/l. Amoniak merupakan produk akhir dari metabolisme nitrogen yang bersifat racun. Oleh karena itu kehadiran amoniak akan mempengaruhi kehidupan organisme (*Moina* sp) yang berada dalam perairan. Amoniak (NH_3) bersifat toksik pada organisme perairan, batas toksik amoniak dalam jangka waktu singkat pendedahan 2,0 – 6,0 mg/l dan amoniak menjadi lebih toksik apabila konsentrasi oksigen terlarut rendah (BOYD, 1990)

Nilai rata-rata oksigen terlarut yang didapatkan dari media uji selama penelitian berkisar 4,1 - 5,4 mg/l. Kadar oksigen terlarut minimal 2 mg/l sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal asal tidak terdapat senyawa beracun di perairan.. Menurut Kepmen KLH No 2 1999, kandungan minimum oksigen terlarut yang dianjurkan adalah lebih dari 4 mg/l .

.Menurut Kusnoputro (1984) besarnya nilai BOD, menandakan kepekatan zat organik dalam air limbah. Semakin rendah nilai BOD maka kepekatan bahan organik akan semakin berkurang. Selanjutnya menurut Kepmen KLH No. 2 1999, nilai BOD yang direkomendasikan untuk budidaya perikanan adalah kurang dari atau sama dengan 45 mg/l. Sedangkan nilai rata – rata BOD selama penelitian berkisar 11 -- 24 mg/l.

Hasil pengukuran COD berkisar antara 13,904 - 20,224 mg/l.. Nilai baku mutu air untuk kehidupan biota laut (budidaya perikanan) yang ditetapkan dalam Kep No 02 /MENKLH/I/1999 adalah ≤ 80 mg. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kandungan bahan organik yang sulit terurai melalui proses biologi dan mikroorganisme di perairan pesisir.

Dari hasil analisa amonia dari semua perlakuan berkisar antara 0,02 - 0,48 mg/l. Kisaran ini masih berada di bawah nilai baku mutu amonia dalam air air laut untuk biota laut (budidaya perikanan) adalah sebesar 1,0 mg/l (Kep No 02/ MENKLH/I/1999).

. Menurut Edmonson (1971) pengaruh temperatur lebih besar dibandingkan dengan pengaruh makanan. Makin tinggi temperatur/suhu maka makin lambat laju pertumbuhan. Kondisi di atas terlihat pada usia muda, dimana terjadi pertumbuhan populasi yang cepat diperkirakan temperatur belum mempengaruhi pertumbuhan *Moina* sp. Dilihat dari tingginya temperatur pada Tabel 5 . akhir pengamatan terdapat kecendrungan makin tinggi temperatur, jumlah *Moina* sp dewasa dalam semua perlakuan semakin berkurang.

Menurunnya jumlah populasi *Moina* sp dengan semakin meningkatnya temperatur hal ini akan mempengaruhi aktifitas hormon. Dijelaskan oleh Kaestner (1970) proses pendewasaan pada Crustacea termasuk *Moina* sp diatur oleh hormon syaraf (neurohormon) pada tangkai mata yang dihasilkan oleh sel-sel neurosekretori otak. Aktifitas hormon tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Siklus pertumbuhan dan perkembangan *Moina* sp, mulai dari perkembangan embrio, jumlah anakan, aktifitas reproduksi dan perkembangan stadia dini serta lamanya *Moina* sp dipengaruhi oleh kenaikan temperatur (Pennak, 1978)

Berdasarkan kepadatan populasi maka dapat dihitung laju pertumbuhan populasi dari masing-masing perlakuan dari awal pengamatan 0 hari sampai mencapai titik puncak pada hari ke 8. Dari hasil analisa data dapat diketahui bentuk kurva laju pertumbuhan seperti yang terdapat pada gambar 1.

Gambar 1. (a) Kurva laju pertumbuhan populasi *Moina* sp hari ke 0 sampai hari ke 8 dan (b) kurva laju laju penurunan populasi *Moina* sp pada hari ke 10 sampai hari 16 pada masing-masing perlakuan.

Dari bentuk kurva laju pertumbuhan populasi *Moina* sp dalam setiap perlakuan, terlihat pola pertumbuhan *Moina* sp cenderung berbentuk kurva eksponensial. Pada pola pertumbuhan eksponensial, fase awal pertumbuhan (fase akselerasi) biasanya berjalan lambat, kemudian pertumbuhan berjalan dengan cepat memasuki fase kedua (fase logaritmik) dan kembali berjalan lambat pada fase ketiga (fase akselerasi negatif).

Dilihat dari kurva laju pertumbuhan populasi eksponensial, dapat ditarik kesimpulan bahwa laju pertumbuhan populasi secara alami bergantung pada kerapatan populasi itu sendiri. Apabila kerapatan populasi rendah, maka laju pertumbuhan akan tinggi, dan pertumbuhan akan berhenti bila $r = 0$ (mencapai daya dukung).

Laju pertumbuhan dan pola pertumbuhan pada usia muda pada masing – masing perlakuan praktis identik sama satu dengan yang lain. Pada stadia praproduktif penggunaan energi dari konsumsi makanan seluruhnya digunakan atau disalurkan untuk pertumbuhan. Laju pertumbuhan menjadi berkurang setelah *Moina* sp mencapai usia dewasa. Salah satu penyebabnya adalah karena alokasi energi yang dihasilkan selain digunakan untuk pertumbuhan juga digunakan untuk memproduksi telur.

Laju pertumbuhan dalam setiap perlakuan pada usia muda (praproduktif) relatif sama, setelah mencapai usia produktif yaitu pada umur 4 atau 6 hari pertumbuhan melaju dengan cepat dan setelah mencapai pertumbuhan maksimum pada hari ke 8, laju pertumbuhan akhirnya kembali menurun.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa limbah karet pada konsentrasi 3 % dapat dijadikan sebagai monitoring pencemaran pada sungai Siak. Karena pada konsentrasi limbah karet diatas 3 % dapat mengganggu kehidupan organisme *Moina* sp yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, maka apabila bahan pencemar dari limbah pabrik karet terus masuk ke perairan maka organisme yang sensitif berikutnya akan terganggu dan selanjutnya akan diikuti oleh hewan –hewan perairan lainnya.



Konsentrasi limbah yang berkisar antara 3 % sampai 6 % baik untuk pertumbuhan dan perkembangan *Moina* sp meskipun untuk indikator gerakan insang *Moina* sp cepat. Diduga konsentrasi limbah karet pada konsentrasi tersebut berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan fitoplankton dalam air, selain itu juga pada konsentrasi tersebut dapat merangsang menghasilkan bakteri dan detritus lebih banyak. Diketahui bahwa fitoplankton dan bakteri serta hewan-hewan yang termasuk *Cladocera* disukai oleh *Moina* sp sebagai bahan makanan. Sesuai dengan pendapat Mujiman (1985) menyatakan makanan dari *Cladocera* terdiri dari bakteri, detritus dan fitoplankton.

Jenis makanan yang paling disukai oleh *Moina* sp adalah detritus, bakteri dan fitoplankton. Pengambilan makanan dilakukan dengan mengerakkan kakinya yang pipih, dimana gerakkan kaki tersebut menimbulkan arus air yang membawa makanan. Makanan yang sampai ke mulut akan dimakan dengan cara menyaring partikel makanan (filter feeder) (Barrington, 1977). Selain makanan maka pertumbuhan *Moina* sp juga dipengaruhi oleh kepadatan populasi dan kualitas air media kultur.

Tabel 2. Analisis ragam laju pertumbuhan populasi *Moina* sp mulai hari ke 0 sampai Hari ke 8

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tab
Perlakuan	4	0,048	0,01	4,771	2,87
Galat	20	0,5264	0,0263	-	4,48
Total	24	0,5744	0,0383	-	



Pada Tabel 2, di atas menunjukkan bahwa laju pertumbuhan populasi *Moina* sp mulai hari ke 0 sampai hari ke 8 pada masing-masing perlakuan berbeda nyata. Untuk melihat pengaruh dari masing-masing perlakuan terhadap laju pertumbuhan populasi *Moina* sp maka dilakukan uji lanjut, dapat dilihat pada Tabel 4 berikut di bawah ini.

Tabel 3, Rata – rata laju pertumbuhan populasi *Moina* sp pada masing-masing perlakuan untuk semua ulangan mulai pengamatan hari ke 0 sampai hari ke 8

Perlakuan (konsentrasi) :	Laju pertumbuhan	:	simbol	:
A ₀ (0 %)	0,2345	:	a	:
A ₁ (0,75 %)	0,2486	:	a	:
A ₂ (1,5 %)	0,2833	:	b	:
A ₃ (3,0 %)	0,3498	:	d	:
A ₄ (6,0 %)	0,3240	:	c	:

Angka – angka pada setiap lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5 %.

Pada Tabel 3. diatas dapat dilihat pengaruh perlakuan konsentrasi limbah pabrik karet terhadap laju pertumbuhan populasi *Moina* sp. Pada perlakuan kontrol (A₀) dengan perlakuan 0,75 % (A₁) didapatkan bahwa laju pertumbuhan populasi *Moina* sp tidak berbeda nyata. Ternyata bahwa penambahan konsentrasi limbah karet sebesar 0,75 % tidak berarti apa apa sehingga belum mempengaruhi terhadap laju pertumbuhan populasi *Moina* sp itu sendiri.

Pada perlakuan 0,75 % (A₁) jika dibandingkan dengan perlakuan 1,5 % (A₂) didapatkan bahwa laju pertumbuhan populasi *Moina* sp berbeda nyata, walaupun

pertumbuhan populasi pada perlakuan ini belum mencapai optimal namun sudah memasuki fase akselerasi yaitu awal pertumbuhan dimana pertumbuhan pada fase ini berjalan lambat.

Pada perlakuan 1,5 % (A_2) jika diamati dengan perlakuan penambahan limbah karet pada 3 % (A_3) pada perlakuan ini merupakan kenaikan populasi yang paling drastis dan mencapai jumlah populasi yang optimal dibandingkan dengan kenaikan antara ke lima perlakuan. Sedangkan untuk pengamatan perlakuan pada konsentrasi 6 % (A_4) terlihat bahwa laju pertumbuhan populasi tetap meningkat tetapi tidak begitu tajam atau drastis jika dibandingkan dari perlakuan 3 % (A_3).

Pada perlakuan 3 % (A_3) merupakan perlakuan yang sangat berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan populasi *Moina* sp sekaligus merupakan laju pertumbuhan populasi yang tertinggi yaitu 0,3498 dan puncak populasi tertinggi pada hari ke 8. Dengan demikian berarti bahwa konsentrasi limbah karet 3 % dapat menstimulasi kehidupan organisme lain untuk hidup dan berkembang sehingga dapat dimanfaatkan oleh *Moina* sp sebagai sumber makanan. Disamping itu terdapatnya faktor fisika dan kimia air yang sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan *Moina* sp pada kondisi ini. Selain itu diketahui juga bahwa masa pertumbuhan dan perkembangbiakan *Moina* sp pada hari ke 8 merupakan fase logaritmik atau fase pertumbuhan yang sangat cepat.

Setelah diketahui bahwa laju pertumbuhan populasi tertinggi pada perlakuan konsentrasi limbah 3 % (A_3) yaitu 0,3498, selanjutnya terjadi penurunan laju pertumbuhan populasi pada perlakuan konsentrasi 6 % (A_4) yaitu 0,3240. Apabila dilihat angka tersebut mendekati angka laju pertumbuhan populasi *Moina* sp untuk perlakuan 1,5 % (A_2). Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa konsentrasi limbah yang diinginkan untuk pertumbuhan populasi *Moina* sp berkisar antara 1,5 % sampai 3,0 %.

sedangkan untuk mendapatkan laju pertumbuhan populasi yang optimal adalah konsentrasi 3,0 %.

Tingginya laju pertumbuhan populasi *Moina* sp seperti pada konsentrasi 3 % erat hubungannya dengan kondisi temperatur yang tinggi, seperti dikemukakan oleh Nielsen (1970) dalam kisaran temperatur yang dapat ditoleransi oleh hewan akuatik, kecepatan metabolisme dan aktifitas lain bertambah dengan naiknya temperatur, seperti nafsu makan.

Adapun penyebab turunnya populasi *Moina* sp pada perlakuan konsentrasi 6 % antara lain dengan pemberian konsentrasi limbah yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya penyuburan (eutrofikasi) pada fitoplankton dan bakteri. Dengan semakin padatnya pertumbuhan fitoplankton dan bakteri maka kandungan oksigen terlarut semakin kurang, karena oksigen terlarut dibutuhkan oleh fitoplankton dan bakteri dalam proses respirasi, terutama pada malam hari.

5.3. Penurunan laju pertumbuhan populasi *Moina* sp setelah hari ke 8.

Dari hasil penelitian pada Gambar 2 b. terlihat laju penurunan populasi *Moina* sp pada berbagai perlakuan konsentrasi limbah karet, setelah pengamatan hari ke 8 yaitu pada pengamatan hari ke 10 sampai hari ke 16.

Menurunnya kepadatan populasi *Moina* sp disebabkan antara lain jumlah oksigen terlarut semakin berkurang dengan semakin bertambahnya jumlah populasi *Moina* sp seiring dengan bertambahnya hari pengamatan. Selain itu hasil respirasi *Moina* sp menyebabkan naiknya temperatur sekaligus berkurangnya kandungan oksigen terlarut. Sesuai dengan pendapat Nielsen (1970) bahwa kenaikan temperatur menyebabkan makin bertambahnya kecepatan respirasi hewan – hewan akuatik, dengan demikian berkurangnya kadar oksigen dalam media dan merangsang respirasi *Moina* sp lebih cepat lagi. Sehubungan dengan itu juga bahwa kenaikan temperatur yang tidak dapat ditoleransi oleh *Moina* sp dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan populasi *Moina* sp.

Semakin bertambahnya lama pengamatan maka kadar amonia semakin meningkat, karena terjadi penumpukan hasil sisa metabolisme dari *Moina* sp dan organisme lainnya. Dengan meningkatnya kadar amonia dalam media kultur, dengan sendirinya akan mempengaruhi proses metabolisme dan mengakibatkan gangguan fisiologis dan pertumbuhan populasi *Moina* sp. Selain itu pertumbuhan populasi *Moina* sp juga dipengaruhi oleh sifat fisika dan kimia air lainnya.

Dari hasil pengukuran parameter fisika dan kimia air untuk pengamatan mulai hari ke 10 sampai hari ke 16 menunjukkan hasil uji kualitas air tidak mendukung secara optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan populasi *Moina* sp, sehingga terjadi penurunan laju pertumbuhan populasi *Moina* sp dan pada akhirnya *Moina* sp akan mati. Menurunnya laju pertumbuhan populasi *Moina* sp pada pengamatan hari ke 10 sampai hari ke 16 antara lain disebabkan oleh tingginya kadar amonia, selain itu karena semakin meningkatnya populasi sehingga terjadi persaingan antara sesama individu untuk mendapatkan oksigen terlarut, persaingan tempat hidup dan persaingan untuk mendapatkan cahaya.

Bellosilo (1937) menambahkan anakan dari *Cladocera* akan menghasilkan amonia sebagai hasil dari metabolisme protein. Amonia ini akan mengganggu anakan itu sendiri apabila berdesakan dalam ruangan yang sempit. Penurunan laju pertumbuhan populasi juga disebabkan pengaruh oleh perubahan fisika, kimia dan biologi dari media kultur. Dari hasil pengukuran terdapat peningkatan amonia dengan meningkatnya konsentrasi limbah yang berkisar 0,02 - 0,48 mg/l. Dengan meningkatnya kandungan amonia menyebabkan terganggunya pertumbuhan populasi *Moina* sp. Sesuai dengan pendapat Chumaidy dan Djajadiredja (1982) menyatakan bahwa pertumbuhan populasi *Moina* sp akan terhambat pertumbuhannya apabila kadar amonia lebih dari 5 mg/l. Sehubungan dengan itu Odum (1975) menyatakan bahwa fluktuasi pertumbuhan



populasi *Moina* sp dapat terjadi karena adanya perubahan fisika dan kimia lingkungan atau interaksi antara individu dalam mendapatkan makanan.

Pertumbuhan populasi meanyebabkan peningkatan kerapatan populasi (N) yang berdampak terjadinya persaingan antar individu baik ruang maupun makanan maka dengan perjalanan waktu, pertumbuhan akan menurun sesuai dengan peningkatan (N) dan berhenti bertumbuh bila $r = 0$ dimana saat dicapai batas daya dukung (K) (Tarumingkeng, R. 1994).

Dari kurva laju penurunan pertumbuhan populasi *Moina* sp pada masing-masing perlakuan, terlihat pertumbuhan populasi *Moina* sp menurun dengan laju pertumbuhan negatif hal ini disebabkan oleh daya dukung semakin berkurang. Suin (1992) mengatakan melambatnya kecepatan pertumbuhan populasi disebabkan oleh tekanan lingkungan sudah mulai bekerja.

Penurunan laju pertumbuhan populasi tidaklah sama untuk masing - masing perlakuan, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : sifat fisika, kimia dan biologi, kepadatan populasi, tingkat persaingan makan, tingkat persaingan ruang antar individu, sifat bawaan genetik serta fase perkembangbiakan dari hewan tersebut yang mempunyai siklus hidup tertentu.

Tabel 4. Analisis ragam laju penurunan populasi *Moina* sp setelah pengamatan hari ke 8.

Sumber Keragaman :	db	JK	KT	F hit	F tab :
Perlakuan	4	0,098	0,025	0,346	2,87
Galat	20	1,431	0,071		4,43
Total	24	1,529	-	-	

Dari Tabel 4 di atas terlihat bahwa laju penurunan populasi *Moina* sp mulai dari hari pengamatan ke 10 sampai hari ke 16 pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata. Dengan demikian untuk pengamatan mulai hari ke 10 sampai hari ke 16 pertumbuhan populasi negatif dan tidak berbeda antar perlakuan.

Dari Tabel 5. Analisis ragam ternyata pengaruh dari ke lima perlakuan konsentrasi limbah karet terhadap penurunan populasi *Moina* sp tidak berbeda nyata, dimana terlihat F hitung lebih kecil daripada F tabel pada tingkat kepercayaan 5 % dan 1 %. Dengan demikian untuk pengamatan mulai hari ke 10 sampai hari ke 16 tidak dilakukan uji lanjut.

Pengaruh limbah karet ini tergolong sebagai pengaruh sublethal yaitu pengaruh yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologis dan perilaku, tetapi tidak menyebabkan kematian langsung meskipun kematian dapat terjadi karena gangguan terhadap proses makan dan ketersediaan makanan, pertumbuhan atau sebab-sebab lainnya. Pengaruh ini tidak saja menyebabkan perubahan dalam populasi individu, tetapi juga menyebabkan pergeseran komposisi (Connel, 1995).

Limbah karet ini tidak memberikan pengaruh langsung terhadap *Moina* sp, tetapi pengaruh yang terjadi disebabkan oleh interaksi timbal balik antara bahan pencemar atau limbah dengan lingkungan makhluk hidup itu sendiri. Misalnya hilangnya/ habisnya makanan dari *Moina* sp, bertambahnya persaingan antar individu, terjadinya pengurangan fotokimia perairan serta terjadinya gangguan terhadap proses metabolisme.

Menurut Connel (1985) pengaruh pencemaran terhadap makhluk hidup perairan dapat dibagi dalam 2 kelompok : 1). Pengaruh Lethal dan 2). Pengaruh Sublethal. Sedangkan respon sublethal dapat dibagi menjadi beberapa katagori : 1). Respon Fisiologis. 2), Respon Struktur biokimia / Sel. 3). Respon Peilaku dan 4) Respon Perkembangbiakan. Dari katagori tersebut diatas maka pencemaran limbah karet mengakibatkan timbulnya respon fisiologis dan respon perkembangbiakan terhadap lingkungan.



pertumbuhan populasi *Moina* sp. Walaupun kenyataannya pada konsentrasi limbah tertentu dapat mempercepat laju pertumbuhan populasi *Moina* sp. Sebaliknya pada konsentrasi limbah tertentu justru dapat mengakibatkan terjadinya gangguan fisiologi terhadap individu *Moina* sp, baik gangguan terhadap gerakan insang dalam pernafasan maupun dalam perkembangbiakan dan laju pertumbuhan..

5.4. Kondisi lingkungan media kultur *Moina* sp pada hari ke 0 sampai hari ke 16.

Hasil pengukuran kondisi faktor – faktor fisika - kimia dari media tumbuh *Moina* sp dengan konsentrasi limbah yang berbeda yaitu : 0 %, 0,75 %, 1,5 %, 3,0 %, 6,0 %. Untuk hasil pengukuran awal sebelum perlakuan dan sesudah pengamatan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada awal pengamatan semua pengukuran faktor fisika dan kimia sama untuk semua perlakuan dan setelah akhir pengamatan dengan perlakuan yang berbeda terlihat peningkatan yang sama untuk temperatur antara 29^oC - 31^oC. Kenaikan temperatur ini disebabkan oleh tingginya kepadatan populasi *Moina* sp jika dibandingkan dengan 0 hari, sehingga proses respirasi *Moina* sp dan organisme lainnya dengan sendirinya meningkat. Sedangkan untuk pengaruh pH awal 6,7 dan setelah akhir pengamatan turun untuk berbagai perlakuan berkisar antara ph 6,2 - 6,6.. dari hasil analisa data dapat disimpulkan bahawa dengan semakin tinggi kosentasi limbah karet yang diberikan maka pH semakin turun , hal ini disebabkan oleh peningkatan keasaman limbah yang umumnya mengandung asam- asam organik dan anorganik.

Dari hasil pengukuran yang telah didapatkan bahwa kandungan padatan tersuspensi total dari limbah karet dari masing –masing perlakuan masih dalam ambang batas yang diperbolehkan dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai kandungan padatan tersuspensi total yang diperbolehkan menurut standar baku mutu air laut untuk budidaya perikanan adalah ≤ 80 mg/l. (Kepmen KLH, 1999).

Pengukuran oksigen terlarut (DO) pada kondisi media ini menunjukkan angka yang sama pada awal pengamatan atau sebelum perlakuan, selanjut hasil pengukuran DO setelah perlakuan dan setelah pengamatan kondisi kandungan oksigen terlarut menurun. Hal ini disebabkan karena oksigen dalam air dipengaruhi oleh temperatur dan kepadatan populasi *Moina* sp, dengan semakin tinggi temperatur dalam air maka jumlah kandungan oksigen terlarut semakin berkurang. Begitu juga dengan semakin tinggi kepadatan populasi *Moina* sp, maka semakin tinggi tingkat persaingan *Moina* sp dalam mendapatkan oksigen terlarut sehingga kandungan oksigen semakin berkurang.

Hasil pengukuran kebutuhan oksigen biokimia (BOD) pada media uji menunjukkan kisaran yang cukup besar untuk setiap perlakuan, dan terlihat nilai BOD semakin rendah dengan semakin tingginya konsentrasi limbah karet. BOD itu sendiri menunjukkan jumlah yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) zat organik yang terlarut dalam air. Dengan demikian penggunaan oksigen oleh bakteri dan organisme lainnya serta penguraian bahan organik menyebabkan kandungan BOD menurun setelah akhir pengamatan. Dari hasil analisa diperoleh nilai BOD sebelum perlakuan adalah 30 mg/l., dan setelah akhir pengamatan nilai BOD menurun berkisar dari 11 – 16 mg/l. Dengan semakin besar kandungan bahan organik yang diuraikan oleh bakteri maka semakin besar pula oksigen yang dibutuhkan, dengan demikian kandungan BOD semakin menurun.

Pengukuran kandungan COD pada awal pengamatan adalah sebesar 40,020 mg/l dan setelah akhir pengamatan terlihat adanya penurunan yang cukup drastis dari perlakuan A₀ sampai A₄ yaitu berkisar 20,224 mg/l - 13,904 mg/l berdasarkan Tabel 6. Kebutuhan oksigen kimia terlarut (COD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi materi-materil organik yang terdapat di dalam air. Semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materil organik yang terdapat di dalam air maka kadar oksigen terlarut semakin turun, bila kadar oksigen semakin turun maka akan mengganggu kehidupan biota dalam perairan. Berdasarkan Tabel 5. terlihat bahwa

kandungan amonia pada awal pengamatan ternyata bervariasi antara masing-masing perlakuan, dikarenakan pengaruh banyaknya konsentrasi limbah yang diberikan dan setelah akhir pengamatan kandungan amonia menunjukkan kenaikan, hal disebabkan oleh proses penguraian (degradasi) protein yang berasal dari limbah. Faktor lain penyebab kenaikan amonia (NH_3) pada akhir pengamatan adalah karena tingginya temperatur media kultur, temperatur media yang tinggi disebabkan karena tingginya kepadatan populasi sehingga proses respirasi semakin cepat. Selain itu tingginya kandungan amonia juga disebabkan hasil metabolisme *Moina* sp dan organisme lainnya.

Pada konsentrasi limbah 3 % kadar amonia sebesar 0,19 mg/l kondisi ini sudah memperlihatkan adanya pengaruh terhadap fisiologi *Moina* sp. tetapi pada konsentrasi limbah 3 % juga dijumpai laju pertumbuhan yang optimal, kemungkinan ini terjadi karena adanya faktor fenomena antagonis yaitu kombinasi antara dua zat atau lebih yang saling menetralkan, sehingga zat-zat tadinya beracun berhasil dinetralkan daya racunnya sehingga tidak membahayakan bagi kelangsungan kehidupan organisme tersebut.

Pada Tabel 6. terlihat bahwa faktor kimia air berbeda berdasarkan konsentrasi limbah baik sebelum perlakuan maupun akhir pengamatan setelah diperlakukan. Sedangkan untuk faktor fisika hampir tidak berbeda antara perlakuan.

Bila dihubungkan dengan perlakuan konsentrasi limbah karet yang digunakan dengan gerakan insang, maka dapatlah dikatakan bahwa *Moina* sp sudah terpengaruh gerakannya insangnya pada konsentrasi limbah 3 % yang kandungan Amonia (NH_3) nya 0,19 mg/l. Dapat disimpulkan bahwa cepatnya gerakan insang dapat digunakan sebagai alat monitoring pencemaran dari limbah karet sekaligus dapat melihat tingkat pencemaran sungai Siak akibat pembuangan limbah karet, yang secara analisa kualitas air masih dapat ditolerir.

Tabel 5. Nilai Rata – rata Parameter Fisika – Kimia Media Kultur *Moina* sp pada perlakuan yang berbeda.

Parameter	Awal Pengamatan	Akhir Pengamatan Setelah Perlakuan				
		A0	A1	A2	A3	A4
1. Fisika						
* Suhu (°C)	28	28	28	29	29	30
* pH	6,7	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4
* TSS (mg/l)	0,33	0,18	0,19	0,20	0,22	0,25
2. Kimia						
* DO (mg/l)	6,2	5,4	4,8	4,6	4,6	4,1
* BOD (mg/l)	30	24	16	14	12	11
* COD (mg/l)	40,02	20,22	19,59	19,59	18,96	13,90
* NH ₃	0,016	0,02	0,07	0,09	0,19	0,48