



Toksisitas Herbisida Berbahan Aktif Isopropilamina Glifosat terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)

Fahrian Hafiz¹, Eva Prasetyono¹ dan Denny Syaputra¹

¹Jurusan Budidaya Perairan. Universitas Bangka Belitung

Email: evaintegral@gmail.com

Submitted 30 March 2018. Reviewed 18 October 2018. Accepted 7 December 2018

DOI: [10.14203/oldi.2018.v3i3.200](https://doi.org/10.14203/oldi.2018.v3i3.200)

Abstrak

Herbisida berbasis isopropilamina glifosat merupakan racun purnatumbuh untuk mengontrol populasi gulma. Racun jenis ini bersifat sistemik dan nonselektif sehingga penggunaannya terhadap lahan pertanian cenderung besar. Semakin tinggi tingkat produksi komoditi pertanian maka berpotensi meningkatnya pemanfaatan lahan dan penggunaan herbisida. Penggunaan herbisida secara intensif berpotensi terakumulasi kepada kawasan perikanan budidaya. Kondisi tersebut dapat terjadi akibat adanya pengenceran oleh air hujan, air mengalir dan perilaku masyarakat yang buruk pasca penggunaan herbisida. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek letal dan subletal herbisida berbahan aktif isopropilamina glifosat pada *Clarias gariepinus*. Herbisida diuji melalui pemaparan benih lele selama 40 hari. Respon yang diamati selama pemaparan yaitu tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang terdiri dari pertambahan ukuran panjang dan bobot ikan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Nilai LC₅₀₋₉₆ jam diuji melalui analisis regresi linier sederhana sedangkan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan pada perlakuan subletal dianalisis dengan ANOVA. Perlakuan subletal diuji dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, dan 30% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam. Selanjutnya dilakukan uji lanjut untuk melihat perbedaan antarperlakuan. Hasil uji diketahui bahwa konsentrasi LC₅₀₋₉₆ jam yaitu $9,67 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹. Konsentrasi yang diuji pada perlakuan subletal yaitu 0 ; $9,67 \times 10^{-3}$; $1,94 \times 10^{-2}$; dan $2,90 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹. Penelitian menunjukkan perlakuan berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup, pertambahan panjang dan pertambahan bobot ikan. Hasil uji lanjut *Duncan* terhadap perlakuan konsentrasi subletal menunjukkan bahwa konsentrasi herbisida $9,67 \times 10^{-3}$ mL L⁻¹ merupakan konsentrasi paling rendah yang memengaruhi tingkat kelangsungan hidup dan pertambahan bobot ikan. Konsentrasi herbisida $2,90 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹ merupakan konsentrasi paling rendah yang memengaruhi pertambahan panjang ikan.

Kata kunci : Herbisida, toksisitas, lele, LC₅₀₋₉₆ jam, subletal

Abstract

Toxicity of Glyphosate Isopropylamine-based Herbicide on The Growth of Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) Juveniles. The herbicide based on glyphosate isopropylamine is a full grow up toxin for controlled weeds population. The kinds of this toxin are systemic and nonselective herbicides so that there is the greater using for farming land. The higher production rate of farming commodities are potentially to increase the utilization of farming land and utilization of herbicides. The intensive utilization of herbicides's potential pollutant enter into aquaculture system. These conditions can occur due to the dilution of herbicide by rainwater, running water and bad community behavior that using herbicide. This study aimed to obtain LC₅₀₋₉₆ hours and sublethal response of herbicide with glyphosate isopropylamine active ingredient. The herbicide was tested with exposed during 40 days to catfish juvenile (*Clarias gariepinus*). The observed

responses were survival rate and growth consists of increase of length and weight of fish. Research was done by using experimental method. LC_{50-96} hours values were analyzed through simple linear regression analysis. Survival rate and growth of the fish on the sublethal treatment were analyzed by ANOVA. Sublethal treatment was tested with 0, 10, 20, and 30% of LC_{50-96} hours concentrations. Furthermore, another tests are conducted to see the differences among treatments. Result of study shows that the concentration of LC_{50-96} hours is $9.67 \times 10^{-2} \text{ mL L}^{-1}$. Test concentrations in sublethal treatment were 0 ; 9.67×10^{-3} ; 1.94×10^{-2} ; and $2.90 \times 10^{-2} \text{ mL L}^{-1}$. Result shows that treatment with different concentration has significant effect on survival rate, length and weight of fish. *Duncan* test results show that the concentration of $9.67 \times 10^{-3} \text{ mL L}^{-1}$ is the lowest concentration that affects the survival rate and the increase weight of fish. Concentration of $2.90 \times 10^{-2} \text{ mL L}^{-1}$ is the lowest concentration that increase length of fish, significantly.

Keywords : Herbicide, toxicity, catfish, LC_{50-96} hours, sublethal

Pendahuluan

Bangka Belitung merupakan daerah kepulauan yang memiliki potensi sumber daya perairan yang melimpah dan potensi sektor perkebunan yang cukup menjanjikan. Luas lahan pertanian di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung tahun 2015 mencapai 68,46 persen dari luas daratan atau setara dengan 1.124.286 ha. Data tersebut menunjukkan bahwa lahan perkebunan lebih dominan dibandingkan lahan pertanian yaitu sebesar 441.152 ha atau sekitar 26,86 persen (BPS 2016).

Lahan pertanian produktif menggunakan herbisida untuk mengontrol pertumbuhan gulma. Herbisida dapat menekan pertumbuhan gulma dan menyebabkan kerusakan jaringan tumbuhan secara langsung. Menurut Djojosumarto (2008) herbisida merupakan senyawa toksik yang digunakan sebagai pengontrol gulma. Tingginya tingkat pemanfaatan lahan pertanian dan perkebunan akan berdampak terhadap peningkatan penggunaan herbisida sebagai pengontrol gulma.

Soemirat (2003) mengatakan bahwa pestisida berpotensi sebagai pencemar lingkungan yang disebabkan oleh pengenceran air hujan dan air permukaan. Menurut Sastrawijaya (2009) pencemaran lingkungan merupakan perubahan parameter kualitas lingkungan yang bersifat kurang menguntungkan yang disebabkan oleh aktivitas manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Herbisida yang bersifat toksik bagi tumbuhan dapat mengakibatkan dampak yang sama terhadap organisme lainnya, seperti dampak letal, gangguan pertumbuhan, dan karsinogenik.

Salah satu herbisida yang digunakan oleh petani di Bangka Belitung untuk membasmi gulma adalah herbisida dengan kandungan bahan aktif isopropilamina glifosat golongan organofosfat. Berdasarkan hasil survei lapangan, herbisida jenis ini digunakan untuk mengontrol gulma berdaun jari dan lebar pada perkebunan sawit. Berdasarkan hasil penelitian Setyawaty et al. (2011) diketahui

bahwa herbisida golongan organofosfat yang dicampurkan pada pakan ikan dengan dosis $0,02 \text{ mL g}^{-1}$ dapat memicu stres pada ikan. Stres yang terjadi disebabkan karena senyawa organofosfat menghambat asetilkolinesterase (AChE) atau enzim yang bertanggung jawab untuk pemecahan asetilkolin. Akumulasi asetilkolin yang dihasilkan menyebabkan gejala-gejala hiperkolinergik. Judge et al. (2016) menyatakan bahwa organofosfat (OP) umumnya digunakan sebagai pestisida domestik dan pertanian dan bersifat neurotoksik.

Penelitian Kusriani et al. (2012) menyebutkan bahwa paparan pestisida dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan, nafsu makan, dan gangguan fungsi organ lainnya pada ikan mas. Ikan yang terpapar oleh pencemar seperti pestisida akan memengaruhi aktivitas insang yang menyebabkan sedikitnya penyerapan oksigen ke seluruh tubuh. Akibatnya akan berdampak terhadap penurunan kerja metabolisme tubuh ikan.

Ikan Lele merupakan salah satu jenis ikan yang diproduksi dalam jumlah yang besar. Ikan Lele merupakan komoditas produksi ikan air tawar tertinggi di Bangka Belitung khususnya daerah Bangka Tengah yang menjadi sentra budidaya ikan Lele (Antara 2015). Ikan Lele merupakan ikan yang mudah untuk dibudidayakan serta memiliki ketahanan tubuh yang cukup tinggi dibandingkan beberapa jenis ikan budidaya air tawar lainnya. Namun ikan Lele memiliki batas ketahanan tubuh terhadap perubahan kualitas air apalagi pada fase benih. Benih ikan Lele memiliki risiko kematian yang tinggi bila terpapar bahan pencemar herbisida.

Air yang tercemar herbisida pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian pada ikan. Kematian yang terjadi disebabkan oleh akumulasi bahan toksik herbisida ke dalam tubuh dan merusak organ. Pengukuran daya toksisitas suatu pencemar dinyatakan dalam nilai LC_{50} . Nilai tersebut merupakan konsentrasi toksik yang dapat menyebabkan dampak letal sebanyak 50% dari total jumlah populasi ikan uji. Soemirat (2003)

menyatakan bahwa dampak kematian sebanyak 50% populasi merupakan ukuran toksisitas yang reproduksibel suatu bahan toksik terhadap suatu kelompok organisme uji.

Respon ikan terhadap bahan toksik dapat diketahui dengan melakukan pengujian subletal. Efek subletal merupakan efek yang terjadi ketika konsentrasi bahan toksik tidak menyebabkan kematian. Air yang tercemar herbisida dapat menyebabkan efek subletal sehingga dalam jangka waktu tertentu menyebabkan risiko gangguan pertumbuhan, kelainan fungsi organ hingga kematian. Menurut Taufik (2011), pengaruh kontaminasi subletal pada ikan dari berbagai jenis pestisida menyebabkan terjadinya perubahan dalam fisiologis, kegagalan dalam berkembangbiakan, kerentanan, ketahanan, morfologis, biokimiawi, dan pengaruh lainnya termasuk laju pertumbuhan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari efek letal dan sub letal herbisida berbahan aktif isopropilamina glifosat pada *Clarias gariepinus*, khususnya respon kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan tersebut.

Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2017 di *hatchery* program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Bahan-bahan yang digunakan yaitu benih ikan Lele (*Clarias gariepinus*) dengan panjang 7–8 cm dengan berat 8–9 gram sebanyak 160 ekor yang didapatkan dari Unit Pembenuhan Rakyat (UPR) Karya Mandiri Bangka Tengah, dan herbisida dengan kandungan bahan aktif isopropilamina glifosat.

Metode pengujian melalui pemeliharaan ikan uji pada media yang telah dicampurkan dengan herbisida. Pemeliharaan dilakukan dalam wadah dengan volume air sebanyak 100 liter. Sebelum dilakukan proses pengujian, ikan lele diaklimasi selama 14 hari dan diberikan pakan dengan frekuensi satu kali per hari. Tahapan pengujian terdiri dari uji pendahuluan, uji letal, dan uji subletal. Pengamatan kualitas air dilakukan selama proses uji pendahuluan, uji letal, dan uji subletal. Kualitas air yang diukur yaitu suhu dengan menggunakan termometer, pH dengan menggunakan pH meter, dan *Dissolved Oxygen* (DO) dengan menggunakan DO meter. Pengukuran dilakukan setiap hari pada jam 09.00 – 10.00 WIB. Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kisaran konsentrasi yang akan digunakan pada uji letal. Konsentrasi ambang atas merupakan konsentrasi paling rendah yang dapat mematikan

semua ikan uji dalam waktu paparan selama 24 jam, sedangkan ambang bawah merupakan konsentrasi tertinggi dimana semua ikan uji masih dapat hidup dalam waktu paparan selama 48 jam. Penentuan konsentrasi ambang atas dan ambang bawah menggunakan deret angka logaritmik (Komisi Pestisida 1983). Konsentrasi pada uji pendahuluan adalah 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , dan 10^{-1} mL L⁻¹. Uji pendahuluan ini dilakukan selama 48 jam dengan menghitung jumlah ikan yang mati setiap 24 jam. Cara memformulasi tingkatan konsentrasi media uji yaitu dengan melakukan pengenceran herbisida dengan menggunakan akuades sehingga didapatkan larutan stok sebesar 1 mL L⁻¹. Selanjutnya, larutan stok tersebut diencerkan sesuai dengan konsentrasi uji, yaitu sebesar 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , dan 10^{-1} mL L⁻¹.

Uji letal

Uji letal bertujuan untuk mendapatkan nilai LC₅₀₋₉₆ jam yaitu konsentrasi yang dapat mematikan ikan sebanyak 50% dalam waktu 96 jam. Pengujian tahap ini juga bertujuan untuk mengetahui tingkat toksisitas letal suatu herbisida. Kriteria toksisitas letal herbisida disajikan pada Tabel 1.

Uji letal dilakukan melalui pemeliharaan ikan pada setiap wadah dengan volume air masing-masing sebanyak 100 liter. Ikan dipelihara pada konsentrasi yang berada di antara konsentrasi rentang atas dan rentang bawah selama 96 jam. Pengujian ini menggunakan tujuh konsentrasi yang diperoleh melalui rumus berikut :

$$(1) \quad \text{Log} \frac{N}{n} = k (\text{Log} \frac{a}{n})$$

$$(2) \quad \frac{a}{n} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{e}{d} = \frac{f}{e} = \frac{g}{f}$$

Keterangan :

- N = Konsentrasi ambang atas (mL L⁻¹)
- n = Konsentrasi ambang bawah (mL L⁻¹)
- k = Jumlah konsentrasi yang diuji
- a = Konsentrasi terkecil dalam deret konsentrasi
- b – g = Konsentrasi yang diujikan

Apabila jumlah ikan yang mati setelah pemeliharaan tersebut tidak menunjukkan nilai sebanyak 50% atau nilai yang diharapkan tidak diperoleh, maka konsentrasi LC₅₀ dapat diperoleh menggunakan analisis regresi linier sederhana (*simple linear regression analysis*). Analisis tersebut dihitung menggunakan Microsoft Office Excel 2010. Hasil yang telah diketahui merupakan konsentrasi yang diduga dapat mematikan 50% ikan uji.

Uji subletal

Perlakuan subletal bertujuan untuk menguji respon tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan apabila terpapar oleh pencemar

lingkungan. Konsentrasi ini tidak mematikan ikan dalam waktu singkat karena konsentrasi yang digunakan berada di bawah nilai tersebut yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam (Komisi Pestisida 1983). Parameter yang diamati adalah perbandingan ukuran panjang awal dan akhir.

Pada tahap ini, ikan diuji selama 40 hari. Pengujian dilakukan dengan cara pemeliharaan pada media air herbisida. Volume media pemeliharaan sebanyak 100 liter. Media air herbisida diganti sebanyak 10 hari sekali. Penggantian air tidak memindahkan ikan uji dari dalam wadah. Penggantian air dilakukan secara bertahap dengan cara telah menyiapkan terlebih dahulu larutan media sebelum dipindahkan ke dalam wadah pemeliharaan. Proses sampling dilakukan selama pemeliharaan ikan. Sampling yang dilakukan meliputi kualitas air, kelulushidupan, pertumbuhan panjang dan berat ikan uji. Sampling kualitas air terdiri dari pengamatan pH, suhu, dan DO dan menjaganya agar tidak berubah secara fluktuatif sehingga penyebab ikan yang mati cenderung disebabkan oleh media larutan herbisida.

Kelulushidupan Ikan

Kelulushidupan ikan diketahui dengan membandingkan jumlah ikan yang hidup sebelum dan sesudah perlakuan. Tingkat kelulushidupan (*survival rate*) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Zonneveld et al. 1991) :

$$SR = \frac{n_t}{n_0} \times 100\%$$

Keterangan:

- SR = Kelulushidupan (*survival rate*) (%)
 n_t = Jumlah ikan akhir perlakuan (ekor)
 n_0 = Jumlah ikan sebelum perlakuan (ekor)

Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan ikan yang berbeda pada setiap perlakuan akan menjadi sebuah indikator subletal terjadinya gangguan metabolisme ikan. Pertumbuhan yang diamati yaitu pertambahan panjang dan bobot. Pertambahan panjang ikan dan bobot ikan dihitung dengan rumus sebagai berikut Effendi (1997):

$$P = \bar{L}_t - \bar{L}_0$$

Keterangan :

- P = Pertambahan panjang (cm)
 \bar{L}_t = Rata-rata panjang akhir (cm)
 \bar{L}_0 = Rata-rata panjang awal (cm)

$$W = \bar{W}_t - \bar{W}_0$$

Keterangan :

- W = Pertambahan bobot (g)
 \bar{W}_t = Rata – rata bobot akhir (g)

$$\bar{W}_0 = \text{Rata – rata bobot awal (g)}$$

Analisis Data

Data kelulushidupan (*survival rate*), pertambahan panjang dan pertambahan bobot dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam (ANOVA) melalui *Software* SPSS IBM 21. Desain rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika perlakuan memiliki pengaruh berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut. Pemilihan metode uji lanjut dilaksanakan sesuai dengan kriteria koefisien keragaman (KK). Menurut Hanafiah (2003) apabila nilai KK dikategorikan besar maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*), apabila nilai KK dikategorikan sedang maka dilanjutkan dengan LSD (*Least Significance Different*), dan apabila nilai KK dikategorikan kecil maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Kategori koefisien keragaman adalah sebagai berikut (Hanafiah 2003):

1. KK <5% pada kondisi homogen atau KK <10% pada kondisi heterogen maka dikategorikan kecil.
2. KK 5-10% pada kondisi homogen atau KK 10-20% pada kondisi heterogen maka dikategorikan sedang.
3. KK >10% pada kondisi homogen atau KK >20% pada kondisi heterogen maka dikategorikan besar.

Nilai koefisien keragaman dapat dihitung dengan rumus berikut (Hanafiah 2003):

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{y}} \cdot 100\% , \quad \bar{y} = \frac{\sum y_{ij}}{r \cdot t}$$

Keterangan:

- KK = Koefisien keragaman
 KTG = Kuadrat tengah galat
 y_{ij} = Hasil dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j
 t = Jumlah perlakuan
 r = Jumlah ulangan

Hasil

Uji Pendahuluan

Berdasarkan hasil uji pendahuluan (Tabel 2), diperoleh konsentrasi ambang bawah yaitu sebesar 1×10^{-2} mL L⁻¹. Pengujian tahap ini tidak mendapatkan konsentrasi ambang atas sehingga untuk mendapatkan nilai tersebut dengan tingkat kematian ikan sebesar 100%, maka dilakukan pengujian tambahan dengan memperbesar kisaran konsentrasi uji antara 10^{-1} mL L⁻¹ dan 1 mL L⁻¹ yaitu sebesar $1,2 \times 10^{-1}$; $1,4 \times 10^{-1}$; $1,6 \times 10^{-1}$; dan $1,8 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan, nilai konsentrasi ambang atas yang didapatkan sebesar $1,8 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ dengan

kematian total sebanyak 100% pada jam ke-24 (Tabel 3).

Ikan uji yang terpapar oleh bahan pencemar herbisida menunjukkan tingkah laku yang tidak normal. Pada konsentrasi 1×10^{-4} , 1×10^{-3} , dan 1×10^{-2} mL L⁻¹ (Tabel 2), tingkah laku ikan dalam keadaan normal yaitu bergerak secara teratur, merespon baik sentuhan, cahaya, dan pakan yang diberikan. Namun semakin lama pemaparan, gerakan ikan melambat dan cenderung diam namun ikan masih merespon pakan, sentuhan, dan cahaya. Kondisi ini diduga ikan mulai memasuki fase stres dan tubuh ikan bertahan terhadap perubahan lingkungan. Kondisi tersebut menurunkan daya penstabilan tubuh ikan dari perubahan lingkungan yang terjadi sehingga tubuh ikan mengalami stres (Yosmaniar et al. 2009). Pada konsentrasi 1×10^{-1} sampai $1,8 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ respon ikan yang terjadi cenderung sama yaitu gerakan ikan tidak aktif bahkan cenderung diam, gerakan tidak teratur, kejang-kejang hingga mengalami kematian serta produksi lendir berlebihan. Perbedaan terjadi pada waktu kematian yaitu semakin tinggi konsentrasi maka ikan akan memberikan respon kematian yang semakin cepat. Wadah perlakuan yang diuji pada tahap ini didukung oleh kondisi suhu, pH, dan DO

yang baik. Suhu pada kolam uji yaitu $26,83 \pm 0,16$ °C. pH yaitu $6,16 \pm 0,29$ dan nilai DO selama perlakuan yaitu $4,26 \pm 0,27$ mg L⁻¹. Jika dibandingkan dengan kriteria kualitas air berdasarkan SNI Produksi Benih Ikan Lele Dumbo (SNI : 01-6484.4 - 2014) dikatakan bahwa suhu air pada wadah pemeliharaan yaitu 25 – 30 °C sedangkan nilai pH yaitu 6,5 hingga 8. Walaupun nilai pH pada wadah perlakuan berada dibawah nilai kriteria, namun kualitas air tersebut masih dapat ditoleransi oleh ikan uji. Kondisi tersebut dilihat dari nilai ambang bawah yang tidak memberikan dampak kematian pada ikan.

Uji Letal

Uji letal menggunakan konsentrasi yang berada di antara 1×10^{-2} dan $1,8 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ sebanyak tujuh konsentrasi yaitu $1,51 \times 10^{-2}$; $2,28 \times 10^{-2}$; $3,44 \times 10^{-2}$; $5,20 \times 10^{-2}$; $7,85 \times 10^{-2}$; $1,18 \times 10^{-1}$; dan $1,79 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹.

Dari hasil uji letal (Tabel 4) diketahui bahwa konsentrasi LC₅₀₋₉₆ jam berada pada rentang konsentrasi $78,5 \times 10^{-2}$ dan $1,18 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ dan nilai ini dihitung dengan menggunakan persamaan garis lurus linier sederhana.

Table 1. Kriteria toksisitas letal.

Table 1. Criteria of lethal concentration.

LC ₅₀₋₉₆ hours (mg L ⁻¹)	Toxicity level	Toxicity Classification
<1	Very high	A
1 – 10	High	B
>10 – 100	Middle	C
>100	Low	D

(Source : Komisi Pesticida 1983)

Tabel 2. Mortalitas ikan selama uji pendahuluan.

Table 2. Fish mortality during the preliminary test .

Concentration (mL L ⁻¹)	Quantity (fish)	Percentage of mortality (%)
1×10^{-4}	10	0
1×10^{-3}	10	0
1×10^{-2}	10	0
1×10^{-1}	10	86.6

Tabel 3. Uji pendahuluan untuk penentuan nilai ambang atas.

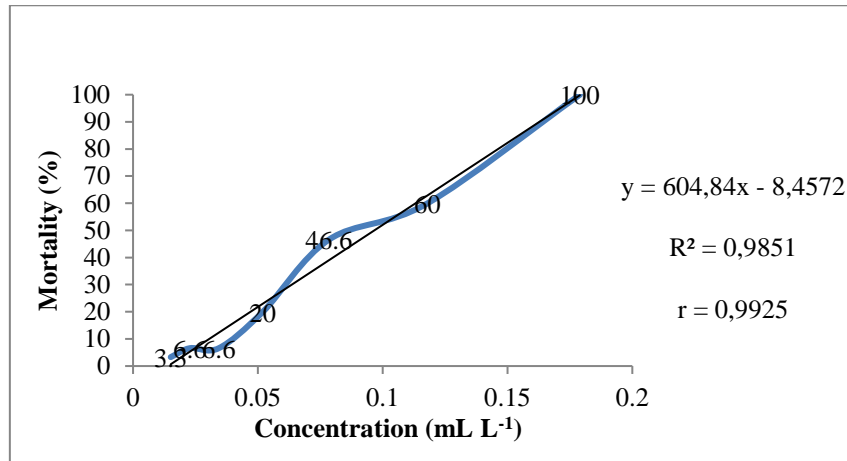
Table 3. Preliminary test for determining the upper threshold value

Concentration (mL L ⁻¹)	Quantity (fish)	Percentage of mortality (%)	Time of total mortality (hours)
1.2×10^{-1}	10	100	48
1.4×10^{-1}	10	100	36
1.6×10^{-1}	10	100	36
1.8×10^{-1}	10	100	24

Tabel 4. Mortalitas ikan pada uji letal.

Table 4. fishes mortality in lethal test.

Level of herbicide (mL L ⁻¹)	Quantity (fish)	Percentage of mortality (%)
1.51 x 10 ⁻²	10	3.30
2.28 x 10 ⁻²	10	6.60
3.44 x 10 ⁻²	10	6.60
5.20 x 10 ⁻²	10	20.00
7.85 x 10 ⁻²	10	46.60
1.18 x 10 ⁻¹	10	60.00
1.79 x 10 ⁻¹	10	100.00



Gambar 1. Regresi linier mortalitas dan konsentrasi herbisida.

Figure 1. Regression linier mortality and concentration of herbicides.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa persamaan regresi linier adalah $y = 604,84x - 8,4572$. Dari persamaan tersebut diketahui bahwa semakin tingginya nilai konsentrasi akan berbanding lurus terhadap tingginya persentase mortalitas ikan. Setiap terjadinya penambahan konsentrasi herbisida sebanyak 0,1 mL L⁻¹ maka persentase mortalitas ikan akan naik sebesar 60,484%. Selain itu, dari model tersebut diperoleh nilai konstanta sebesar -8,4572 artinya ketika tidak terjadi kematian (mortalitas bernilai nol) maka konsentrasi 1,4 x 10⁻² merupakan konsentrasi yang diduga tidak memberikan dampak kematian. Selain itu, nilai determinasi (R^2) dari persamaan tersebut sebesar 0,9851. Nilai tersebut menunjukkan bahwa 98,51% nilai mortalitas dipengaruhi oleh nilai konsentrasi sedangkan sisanya yaitu 1,49% mortalitas yang terjadi dipengaruhi oleh faktor lain.

Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9925 artinya konsentrasi herbisida memiliki hubungan yang kuat dengan mortalitas ikan. Nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 maka memiliki hubungan yang sangat kuat (Nawari 2010). Semakin tinggi nilai konsentrasi yang diberikan maka akan semakin tinggi pula persentase mortalitas ikan yang terjadi. Pada kondisi ini herbisida yang bersifat toksik tersebut akan

meracuni ikan hingga ikan mengalami respon kematian.

Dari persamaan garis lurus tersebut juga diketahui bahwa nilai LC₅₀₋₉₆ jam sebesar 9,67 x 10⁻² mL L⁻¹ artinya konsentrasi herbisida sebesar 9,67x10⁻² dapat membunuh 50% ikan uji. Konsentrasi LC₅₀₋₉₆ jam sebesar 9,67x10⁻² mL L⁻¹ diperoleh dari perlakuan pemaparan sebanyak tujuh konsentrasi yang berada diantara konsentrasi ambang atas dan ambang bawah. Berdasarkan Komisi Pestisida (1983) diketahui bahwa nilai LC₅₀₋₉₆ jam berada pada rentang >10 hingga 100 ppm maka herbisida tersebut memiliki tingkat daya racun yang dikategorikan sedang.

Uji Subletal

Setelah nilai LC₅₀₋₉₆ jam diketahui, maka dilakukan pengujian subletal dengan menggunakan konsentrasi di bawah nilai tersebut. Hasil perlakuan juga menunjukkan nilai koefisien keragaman yang dikategorikan besar yaitu 12% sehingga untuk mengetahui perbedaan hasil antar perlakuan dapat diuji lanjut menggunakan metode Duncan.

Berdasarkan hasil uji lanjut diketahui bahwa pertambahan panjang pada perlakuan konsentrasi herbisida 0 mL L⁻¹ berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan

perlakuan konsentrasi herbisida $2,90 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹. Konsentrasi herbisida sebesar $1,94 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹ merupakan konsentrasi tertinggi yang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan uji sedangkan konsentrasi herbisida sebesar $2,90 \times 10^{-1}$ mL.L⁻¹ merupakan konsentrasi paling rendah yang dapat memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan uji. Jika dibandingkan dengan kontrol, maka konsentrasi tersebut dapat menurunkan pertumbuhan panjang sebesar 35,24% dibanding kontrolnya.

Parameter lain yang diukur adalah penambahan bobot ikan, yang diperoleh dari perbandingan bobot awal dan akhir ikan. Hasil uji ANOVA diketahui bahwa perlakuan konsentrasi herbisida berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot ikan.

Berdasarkan hasil uji lanjut tersebut diketahui bahwa tanpa penambahan herbisida maka bobot ikan akan bertambah $3,00 \pm 0,173$ gram secara normal. Konsentrasi herbisida sebesar $9,67 \times 10^{-3}$ mL L⁻¹ merupakan konsentrasi paling rendah yang dapat memengaruhi penambahan bobot ikan uji. Pada konsentrasi herbisida $2,90 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ yang merupakan konsentrasi tertinggi akan menurunkan bobot ikan dari bobot normal sebanyak 18%.

Pada hasil penelitian diketahui bahwa setiap perlakuan memiliki pengaruh yang berbeda. Ketika dibandingkan dengan kontrol, maka konsentrasi tertinggi herbisida tersebut dapat menghambat pertumbuhan benih ikan sebesar 18%, sedangkan konsentrasi terendah dapat menghambat pertumbuhan benih ikan sebesar 10-12,3%. Pertumbuhan benih ikan pada kontrol lebih besar

dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan ikan uji tersebut dipelihara tanpa terpapar oleh bahan herbisida. Semakin tinggi dosis herbisida yang diberikan maka akan memberikan dampak terhambatnya penambahan bobot ikan uji.

Pertambahan panjang ikan uji pada perlakuan A ternyata tidak berbeda nyata dengan perlakuan C sedangkan perlakuan C tidak berbeda nyata dengan B. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa perlakuan kontrol dan penambahan herbisida hingga 20% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam masih dianggap tidak memberikan dampak yang besar. Namun pada perlakuan D (30% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam) terlihat berbeda nyata dibandingkan kontrol sehingga diketahui bahwa konsentrasi herbisida sebesar 30% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam dapat memberikan dampak penurunan ukuran panjang ikan sebesar 18%.

Survival rate (SR) atau tingkat kelulushidupan ikan yaitu proses kelangsungan hidup ikan yang diamati dari awal hingga akhir penelitian. Berdasarkan hasil uji ANOVA diketahui bahwa perlakuan selama 40 hari pemeliharaan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan.

Berdasarkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) diketahui bahwa konsentrasi herbisida sebesar $2,90 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹ berbeda nyata dengan $9,67 \times 10^{-3}$ mL L⁻¹ dan $1,94 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹. Oleh karena itu konsentrasi $9,67 \times 10^{-3}$ mL L⁻¹ dan $1,94 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹ merupakan konsentrasi paling rendah yang dapat memberikan pengaruh mortalitas terhadap ikan uji. Data kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 5. Data rata-rata panjang ikan.

Table 5. Average fishes length.

Level of herbicide (mL L ⁻¹)	% from LC ₅₀₋₉₆ h	Length (cm)
0	0	5.76 ± 1.40^b
9.67×10^{-3}	10%	4.73 ± 2.05^{ab}
1.94×10^{-2}	20%	4.76 ± 1.87^{ab}
2.90×10^{-1}	30%	3.73 ± 1.51^a

Means with different superscripts within column are significantly different from each other (p<0,05)

Tabel 6. Data rata-rata bobot ikan.

Table 6. Average fishes weight.

Level of herbicide (mL L ⁻¹)	Weight (g)
0	3.00 ± 0.17^c
9.67×10^{-3}	2.70 ± 0.20^b
1.94×10^{-2}	2.63 ± 0.06^b
2.90×10^{-1}	2.46 ± 0.06^a

Means with different superscripts within column are significantly different from each other (p<0,05)

Tabel 7. Data rata-rata kelangsungan hidup ikan.

Table 7. Average of survival rate.

Level of herbicide (mL L ⁻¹)	survival rate (%)
0	93 ± 0.06 ^c
9.67 x 10 ⁻³	80 ± 0.10 ^b
1.94 x 10 ⁻²	70 ± 0.00 ^b
2.90 x 10 ⁻¹	67 ± 0.06 ^a

Means with different superscripts within column are significantly different from each other (p<0,05)

Tabel 8. Rata-rata kualitas air.

Table 8. Average of water quality.

Treatments	Parameter		
	Temperature (°C)	pH	Dissolved Oxygen (mg L ⁻¹)
Range preliminary test	26.83 ± 0.16	6.16 ± 0.29	4.26 ± 0.27
Lethal test	27.31 ± 0.23	6.36 ± 0.25	3.83 ± 0.33
Sublethal test	26.93 ± 0.18	6.28 ± 0.16	3.43 ± 0.21

Pembahasan

Ikan uji memperlihatkan dampak keracunan hingga menyebabkan kematian. Kematian ini diduga disebabkan oleh paparan bahan pencemar. Isopropilamina glifosat merupakan jenis herbisida dari golongan organofosfat. Pada penelitian ini diketahui bahwa klasifikasi herbisida dikategorikan sedang, artinya herbisida golongan organofosfat dengan bahan aktif isopropilamina glifosat yang diuji pada benih ikan Lele memiliki daya toksisitas yang cukup tinggi. Kondisi ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yosmaniar et al. (2009) yang menguji herbisida golongan organofosfat pada benih ikan mas yang memiliki daya toksisitas sangat tinggi yang diklasifikasikan pada kelas A (Tabel 1). Kondisi ini terjadi diduga disebabkan oleh adanya perbedaan daya tahan tubuh ikan uji selama proses paparan berlangsung.

Herbisida dari golongan organofosfat merupakan racun saraf (neurotoksikan) yang aktif (Setyawati et al. 2011). Saraf (neurotransmitter) pada vertebrata terdiri dari asetilkolin, norepinefrin, dopamin, serotonin, L-glutamat, dan L-aspartat. Transmitter asetilkolin memiliki peran untuk menerima rangsangan yang diterima dari luar (Fujaya 2008). Aktivitas asetilkolin tersebut dikontrol oleh enzim *asetilkolinesterase* yang berfungsi sebagai inhibitor asetilkolin. Apabila aktivitas asetilkolin tidak terkontrol maka akan berdampak negatif terhadap tubuh karena asetilkolin yang tidak terhidrolisis akan tetap melekat pada reseptornya sehingga tubuh akan memberikan respon terus menerus tanpa henti (Setyawati et al. 2011).

Soemirat (2003) menyatakan bahwa herbisida dari golongan organofosfat merupakan herbisida antikolinesterase. Racun dari golongan organofosfat dapat berikatan dengan enzim *asetilkolinesterase* menghasilkan fosforilasi asetilkolinesterase yang mengakibatkan inaktivasi enzim asetilkolinesterase. Kondisi tersebut merupakan indikator keracunan yang disebabkan meningkatnya kadar asetilkolin. Kondisi tersebut akan mengakibatkan akumulasi asetilkolin pada reseptor sehingga sel efektor menerima sinyal terus-menerus. Proses ini ditandai dengan kejang-kejang atau gerakan yang tidak terkoordinasi (Damayanty dan Abdulgani 2013). Menurut Setyawati et al. (2011) asetilkolin yang tidak terhidrolisis akan terus melekat pada reseptornya dan menyebabkan vasokonstriksi atau penyempitan pembuluh darah. Apabila terjadi penyempitan pembuluh darah maka akan berdampak terhadap laju transportasi gas dan nutrisi sehingga berdampak negatif terhadap proses respirasi, pencernaan hingga kematangan gonad. Menurut hasil penelitian Setyawati et al. (2011) menyatakan bahwa benih ikan Nila pada ukuran *Ringfinger* yang diberikan pakan melalui penambahan herbisida dengan konsentrasi 0; 2; 6; dan 10 mL gram⁻¹ pakan memberikan dampak penurunan laju pertumbuhan perkembangan ovarium ikan. Kondisi ini terjadi karena terjadinya vasokonstriksi atau penyempitan pembuluh darah akibat reaksi tersebut. Selain itu, terdapat otot melingkar (*musculus shincter*) yang akan terus menutup pada arteriola atau cabang kecil pembuluh darah arteri akibat dari vasokonstriksi berkepanjangan (Setyawati et al. 2011). Kondisi seperti ini akan menyebabkan distribusi nutrisi ke seluruh tubuh

terganggu termasuk nutrisi untuk pematangan gonad ikan.

Akumulasi racun tersebut akan menunjukkan gejala stres pada ikan yaitu suatu keadaan yang tidak mampu mengatur kondisi fisiologis secara normal dan hal tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor yang merugikan. Ikan uji memproduksi lendir lebih banyak dibandingkan ikan yang tidak terpapar. Stres dapat memengaruhi faktor perlindungan alami yaitu mukus yang disebabkan oleh reaksi stres yang memberikan respon metabolisme tertentu untuk menghasilkan mukus sebagai sistem pelindung diri (Irianto 2005). Selain itu, paparan dari herbisida dapat menimbulkan pembengkakan dan iritasi pada insang sehingga mengganggu fungsi insang dan menghambat laju penyerapan oksigen (Heath 1987). Oleh sebab itu, terhambatnya pertumbuhan ikan diduga terjadinya abnormalitas dari kinerja fungsi pembuluh darah yang disebabkan oleh keracunan tersebut.

Tingkat kelangsungan hidup ikan uji yang terpapar herbisida lebih rendah dibandingkan ikan yang tidak terpapar. Respon tingkat kelangsungan hidup ikan merupakan suatu proses pertahanan tubuh ikan untuk tetap hidup. Ikan yang terpapar menunjukkan respon abnormalitas sistem fisiologis atau ikan mengalami stres dalam jangka waktu tertentu. Tubuh ikan memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap faktor-faktor yang menyebabkan stres. Namun apabila tubuh ikan sudah tidak bisa bertahan maka ikan akan mengalami kematian (Irianto 2005).

Selye (1973) dalam Irianto (2005) menyatakan bahwa respon ikan terhadap stres dibagi menjadi tiga tahapan. Tahapan pertama yaitu respon primer berupa gelisah dan terjadi perubahan hormonal berupa peningkatan kortikosteroid dan katekolamin serta perubahan aktivitas neurotransmitter. Tahapan kedua yaitu respon sekunder antara lain berupa perubahan metabolik, seluler, gangguan osmoregulasi, perubahan gambaran darah, dan fungsi imun. Tahapan ketiga yaitu respon tersier berlangsung pada individu dan populasi. Tahap ini merupakan tahap terparah pada ikan. Pada tahap ini terjadi peningkatan metabolisme, penurunan resistensi terhadap penyakit, dan perubahan tingkah laku.

Ikan yang akan mengalami kematian ditandai dengan menurunnya nafsu makan dan gangguan sistem respirasi. Menurut Clarke dan Clarke (1975) dalam Rudyanti et al. (2009) pestisida yang masuk ke dalam tubuh organisme akan mengalami proses yang sama dengan masuknya benda asing ke dalam tubuh. Paparan herbisida dapat memengaruhi pertumbuhan melalui perilaku makan, cara makan, penyerapan,

pencernaan, asimilasi, ekskresi dan perubahan pada tingkat hormonal yang tidak normal (Heath 1987). Proses tersebut merupakan proses masuknya herbisida ke dalam tubuh ikan dan setiap organ yang dilalui oleh herbisida akan mengalami kerusakan hingga kematian.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji toksisitas herbisida berbahan aktif isopropilamina glifosat pada ikan Lele Dumbo disimpulkan bahwa nilai konsentrasi LC₅₀₋₉₆ jam herbisida terhadap benih ikan Lele Dumbo yaitu $9,67 \times 10^{-2}$ mL L⁻¹ dan konsentrasi ini memiliki daya toksisitas yang dikategorikan sedang (10–100 ppm). Konsentrasi terendah yang dapat memberikan pengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup dan penambahan bobot ikan pada konsentrasi subletal yaitu pada konsentrasi herbisida $9,67 \times 10^{-3}$ mL L⁻¹ sedangkan penambahan panjang yaitu pada konsentrasi herbisida $2,9 \times 10^{-1}$ mL L⁻¹.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Akuakultur, Universitas Bangka Belitung atas fasilitas, sarana dan prasarana yang diizinkan untuk digunakan selama penelitian ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Antara. 2015. Bangka Tengah Sentra Ikan Lele. <https://babel.antaranews.com/berita/18465/bangka-tengah-sentra-ikan-lele>. 5 Februari 2015.
- BPS. 2016. Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam Angka 2016. BPS, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- Damayanti, M. M. dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC Terhadap Laju Konsumsi Oksigen dan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Jurnal Sains dan Seni Pomits 2(2):2337–3520.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida dan Aplikasinya. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Effendi, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Fujaya, Y. 2008. Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Heath, A. G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Pres. Virginia.
- Irianto, A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gajah Mada University press. Yogyakarta.

- Judge, J. S., Y.C. Savy, M. Campbell, R. Dodds, K. L. Gomes, G. Laws, A. Watson, P. G. Blain, C. M. Morris, S. E. Gartside. 2016. Mechanism for The Acute Effects of Organophosphate Pesticides on The Adult 5-HT System. *Chem Biol Interact* 5(245):82–89.
- Hanafiah, K. A. 2003. Rancangan Percobaan : Teori dan Aplikasi. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Komisi Pesticida. 1983. Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Letal Pesticida pada Ikan untuk Keperluan Pendaftaran. Departemen Pertanian.
- Nawari. 2010. Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.
- Kusriani, P. Widjanarko, dan Rohmawati. 2012. Uji Pengaruh Subletal Pesticida Diazinon 60 EC terhadap Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Jurnal Penelitian Perikanan* 1(1):36–42.
- Rudiyanti, S. dan A. D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linn*) pada Berbagai Konsentrasi Pesticida Regent 3G. *Jurnal Saintek Perikanan* 5(1):49–54
- Sastrawijaya, T. A . 2009 . Pencemaran Lingkungan. RINEKA CIPTA. Jakarta.
- Setyawati, I., N. I. Wiratmini, dan J. Wiryatno. 2011. Pertumbuhan, Histopatologi, dan Fekunditas Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Setelah Paparan Pesticida Organofosfat. *Jurnal Biologi XV(02):44–48.*
- Soemirat, J. 2003. Toksikologi Lingkungan. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- SNI : 01-6484.4 – 2014 : Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 4 : Produksi Benih. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Taufik, I. 2011. Pencemaran Pesticida pada Perairan Perikanan di Sukabumi - Jawa Barat. *Media Akuakultur* 6(1):69–75.
- Yosmaniar, Supriyono, dan E. Sutrisno. 2009. Toksisitas Letal Moluskisida Niklosamida pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur* 4(1):85–93.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J. H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.