

repository.ub.ac.id

**STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

oleh  
**DICKY CANDRA PRANATA**  
**145090107111010**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
MALANG  
2018**





**STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Sains dalam Bidang Biologi**

oleh  
**DICKY CANDRA PRANATA**  
**145090107111010**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
MALANG  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI****STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)****DICKY CANDRA PRANATA  
145090107111010**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 5 Juli 2018  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui  
Pembimbing

Zulfaidah Penata Gama, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP.19720201 199702 2 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi S-1 Biologi  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
NIP.19700128 199412 2 001

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dicky Candra Pranata

NIM : 145090107111010

Jurusan : Biologi

Penulis Skripsi berjudul : STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS (Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi,
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya ini merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 15 Juli 2018  
yang menyatakan,

Dicky Candra Pranata  
145090107111010

# Studi Keamanan *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) terhadap Organisme Non-target Telur Ikan Mas (*Cyprinidae*: *Cyprinus carpio*)

Dicky C. Pranata, Zulfaidah P. Gama  
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Brawijaya  
2018

## ABSTRAK

*Bacillus thuringiensis* merupakan agen pengendali larva nyamuk yang sudah banyak dimanfaatkan dalam produk komersil seperti MOSNON™. Aplikasi produk tersebut pada air tawar yang merupakan habitat dari larva nyamuk diharapkan aman terhadap komunitas biota lainnya seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tingkat keamanan pemberian *B. thuringiensis* dalam MOSNON™ terhadap *hatching rate* telur ikan mas serta pengaruh terhadap perilaku normal ikan. Penelitian dilakukan dengan pemberian MOSNON™ terhadap telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) berumur 24 jam setelah dibuahi secara artifisial dengan empat perlakuan yang berbeda yakni dosis 10, 15, 20, 25 ppm dan dibandingkan dengan kontrol tanpa penambahan MOSNON™ (dosis 0 ppm). Pengamatan proses embriogenesis hingga tahapan *hatching* dilakukan setiap interval tiga jam hingga total 48 jam. Perilaku ikan mas yang telah menetas diamati. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa telur ikan mas memiliki *hatching rate* setelah inkubasi total 45 jam dan tidak berbeda secara nyata dibandingkan dengan kontrol. Tidak ada perbedaan signifikan dalam laju penetasan antara perlakuan *B. thuringiensis* (MOSNON™) dengan kontrol. MOSNON™ tidak mengakibatkan penurunan *hatching rate* serta abnormalitas pada ikan mas *Cyprinus carpio*.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis*, *Cyprinus carpio*, embryogenesis, keamanan, perilaku

# Safety Test of *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) towards The Golden Fish (*Cyprinidae: Cyprinus carpio*) as The Non-target Organism

Dicky C. Pranata, Zulfaidah P. Gama

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Brawijaya University  
2018

## ABSTRACT

*Bacillus thuringiensis* is a biological control agent especially for mosquito larvae that already widely used in the commercial product such as MOSNON™. The product is directly applied in the natural habitat of the mosquito larvae known as freshwater where the other aquatic biota is present such as golden fish (*Cyprinus carpio*). This study aimed to determine the safety of *B. thuringiensis* (MOSNON™) application towards *Cyprinus carpio*'s eggs, the hatching rate and fish behaviour. The application of MOSNON™ carried out at various concentration, there were 10 ppm; 15 ppm; 20 ppm; 25 ppm in each aquarium after 24 hours fertilized compared to untreated aquarium (0 ppm of MOSNON™). *Cyprinus carpio*'s was observed for 48 hours with interval each 3 hours before their hatching process. The fish behaviour after hatching was also observed. The result showed that eggs started to hatch after 45 hours for all the tested concentration. There are no significant difference for the hatching rate between treated groups and control group. In addition, MOSNON™ did not affect embryogenesis of *C. carpio*.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, behaviour, *Cyprinus carpio*, embryogenesis, safety

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamiin, dengan segala ungkapan rasa syukur kehadirat Allah Yang Maha Kuasa akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Zulfaidah Penata Gama, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mendampingi dan memberi arahan, serta serta tambahan ilmu yang berguna bagi penulis
2. Bapak Dr. Bagyo Yanuwadi dan Dr. Agung Praman, W.M., M.Si., selaku dosen penguji yang memberikan banyak tambahan pengetahuan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini
3. Bapak Sunoto, Ibu Puji Purwati selaku kedua orang tua penulis atas segala dukungan moral dan material yang tidak terbatas
4. Satria W.B., Radityo A.N., Alifia I.M., Feri E.H., Sony H.P., Sayyidatul A.N. selaku teman yang telah banyak membantu memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan skripsi.
5. Rekan-rekan Biologi angkatan 2014 (AMINO 2014) dan seluruh civitas akademika Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penulisan skripsi ini merupakan upaya penulis sebagai saran terbaik untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan demi menjadikan karya ini semakin bermanfaat ke depannya.

Malang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD) .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
2.2 Pengendali Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD).....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.3 <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 MOSNON™ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Ikan Mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
2.5.1 Tahapan embriogenesis	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2 Habitat dan siklus hidup ikan mas....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	
2.5.3 Kualitas telur ikan mas.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan embrio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Waktu dan Tempat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Pemijahan Ikan Mas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Uji Toksisitas dan Konsentrasi MOSNON™ .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
3.4 Pengamatan Embrio Telur Ikan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	



3.5 Analisis Data..... **Error! Bookmark not defined.**

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.1 Kultur Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio* ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2 *Hatching rate* Ikan Mas setelah Uji Keamanan MOSNON™ ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Faktor Abiotik Saat Uji Keamanan MOSNON™ ... **Error! Bookmark not defined.**

4.4 Tahapan Perkembangan Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio* ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5 Perkembangan Larva Ikan Mas *Cyprinus carpio*.... **Error! Bookmark not defined.**

4.6 Perilaku Ikan Mas *Cyprinus carpio*..... **Error! Bookmark not defined.**

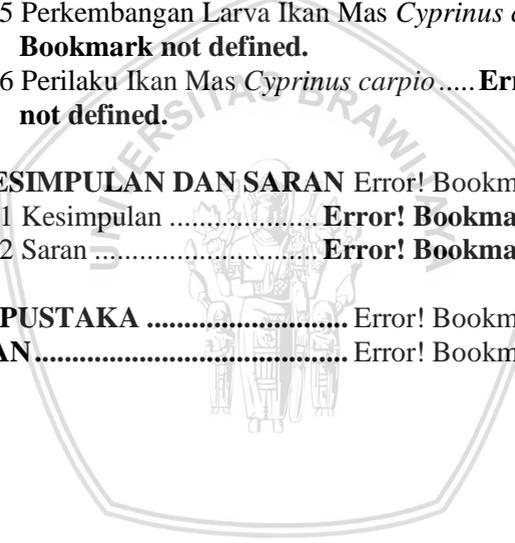
**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN** Error! Bookmark not defined.

5.1 Kesimpulan ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran ..... **Error! Bookmark not defined.**

**DAFTAR PUSTAKA** ..... Error! Bookmark not defined.

**LAMPIRAN**..... Error! Bookmark not defined.



**DAFTAR TABEL**

Nomor		Halaman
1	Target dari <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	8
2	Waktu pengamatan telur ikan mas yang dilakukan selama 48 jam setelah fertilisasi	23
3	Efek MOSNON™ terhadap <i>Hatching rate</i> pada ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	24
4	Persentase larva ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> saat uji keamanan MOSNON™.....	25
5	Waktu penetasan pada beberapa spesies dalam ordo <i>Cypriniformes</i> .....	27



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Gejala penyakit demam berdarah <i>Dengue</i> ...	4
2	Struktur tiga dimensi protein.....	7
3	Mekanisme toksisitas <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	9
4	Kristal protein dan spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	10
5	Tahapan perkembangan embrio ikan mas....	15
6	Siklus ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	17
7	Perubahan suhu air selama perlakuan uji.....	28
8	Perubahan pH air selama perlakuan uji.....	29
9	Perubahan DO air selama perlakuan MOSNON™ terhadap <i>hatching rate</i> ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	30
10	Tahap perkembangan embrio ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	31
11	Tahapan embriogenesis <i>Cyprinus carpio</i> .....	33
12	<i>Cyprinus carpio</i> .....	34
13	Perbandingann organ <i>Cyprinus carpio</i> .....	36
14	Sketsa perilaku ikan mas umur5 hari dengan penambahan MOSNON™ .....	37
15	Sampel larva ikan mas berumur lima hari....	46
16	Kultur larva ikan mas.....	47
17	Fase perkembangan embrio ikan mas.....	48



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Pemberian MOSNON terhadap Larva Ikan Mas.....	46
2	Akuarium Tempat Kultur Ikan Mas.....	47
3	Tahapan Embriogenesis Ikan Mas.....	48



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Lambang/Singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
DBD	Demam Berdarah <i>Dengue</i>
LC	<i>Lethal Concentration</i>
ADE	<i>Antibody Dependent Enhancement</i>
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
EPA	<i>Enviromental Protection Agency</i>
ppm	Part Per Milion
DO	Dissolveed Oxygen
pH	Potensial Hidrogen
° C	Derajat Celcius
mm	Milimeter
mg	Miligram
mdpl	Meter di Atas Permukaan Laut
kg	Kilogram







**STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

oleh  
**DICKY CANDRA PRANATA**  
**145090107111010**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
MALANG  
2018**

**STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Sains dalam Bidang Biologi**



**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
MALANG  
2018**



**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™)  
TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS  
(Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)**

**DICKY CANDRA PRANATA  
145090107111010**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 5 Juli 2018  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui  
Pembimbing

Zulfaidah Penata Gama, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP.19720201 199702 2 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi S-1 Biologi  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc., Ph.D.  
NIP.19700128 199412 2 001

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dicky Candra Pranata

NIM : 145090107111010

Jurusan : Biologi

Penulis Skripsi berjudul : STUDI KEAMANAN *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) TERHADAP ORGANISME NON-TARGET TELUR IKAN MAS (Cyprinidae: *Cyprinus carpio*)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam daftar pustaka skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi,
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya ini merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 15 Juli 2018  
yang menyatakan,

Dicky Candra Pranata  
145090107111010

# Studi Keamanan *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) terhadap Organisme Non-target Telur Ikan Mas (*Cyprinidae: Cyprinus carpio*)

Dicky C. Pranata, Zulfaidah P. Gama  
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Brawijaya  
2018

## ABSTRAK

*Bacillus thuringiensis* merupakan agen pengendali larva nyamuk yang sudah banyak dimanfaatkan dalam produk komersil seperti MOSNON™. Aplikasi produk tersebut pada air tawar yang merupakan habitat dari larva nyamuk diharapkan aman terhadap komunitas biota lainnya seperti ikan mas (*Cyprinus carpio*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa tingkat keamanan pemberian *B. thuringiensis* dalam MOSNON™ terhadap *hatching rate* telur ikan mas serta pengaruh terhadap perilaku normal ikan. Penelitian dilakukan dengan pemberian MOSNON™ terhadap telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) berumur 24 jam setelah dibuahi secara artifisial dengan empat perlakuan yang berbeda yakni dosis 10, 15, 20, 25 ppm dan dibandingkan dengan kontrol tanpa penambahan MOSNON™ (dosis 0 ppm). Pengamatan proses embriogenesis hingga tahapan *hatching* dilakukan setiap interval tiga jam hingga total 48 jam. Perilaku ikan mas yang telah menetas diamati. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa telur ikan mas memiliki *hatching rate* setelah inkubasi total 45 jam dan tidak berbeda secara nyata dibandingkan dengan kontrol. Tidak ada perbedaan signifikan dalam laju penetasan antara perlakuan *B. thuringiensis* (MOSNON™) dengan kontrol. MOSNON™ tidak mengakibatkan penurunan *hatching rate* serta abnormalitas pada ikan mas *Cyprinus carpio*.

Kata kunci: *Bacillus thuringiensis*, *Cyprinus carpio*, embryogenesis, keamanan, perilaku

## Safety Test of *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) towards The Golden Fish (*Cyprinidae: Cyprinus carpio*) as The Non-target Organism

Dicky C. Pranata, Zulfaidah P. Gama  
Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural  
Sciences, Brawijaya University  
2018

### ABSTRACT

*Bacillus thuringiensis* is a biological control agent especially for mosquito larvae that already widely used in the commercial product such as MOSNON™. The product is directly applied in the natural habitat of the mosquito larvae known as freshwater where the other aquatic biota is present such as golden fish (*Cyprinus carpio*). This study aimed to determine the safety of *B. thuringiensis* (MOSNON™) application towards *Cyprinus carpio*'s eggs, the hatching rate and fish behaviour. The application of MOSNON™ carried out at various concentration, there were 10 ppm; 15 ppm; 20 ppm; 25 ppm in each aquarium after 24 hours fertilized compared to untreated aquarium (0 ppm of MOSNON™). *Cyprinus carpio*'s was observed for 48 hours with interval each 3 hours before their hatching process. The fish behaviour after hatching was also observed. The result showed that eggs started to hatch after 45 hours for all the tested concentration. There are no significant difference for the hatching rate between treated groups and control group. In addition, MOSNON™ did not affect embryogenesis of *C. carpio*.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, behaviour, *Cyprinus carpio*, embryogenesis, safety



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamiin, dengan segala ungkapan rasa syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu Zulfaidah Penata Gama, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mendampingi dan memberi arahan, serta serta tambahan ilmu yang berguna bagi penulis
2. Bapak Dr. Bagyo Yanuwadi dan Dr. Agung Praman, W.M., M.Si., selaku dosen penguji yang memberikan banyak tambahan pengetahuan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini
3. Bapak Sunoto, Ibu Puji Purwati selaku kedua orang tua penulis atas segala dukungan moral dan material yang tidak terbatas
4. Satria W.B., Radityo A.N., Alifia I.M., Feri E.H., Sony H.P., Sayyidatul A.N. selaku teman yang telah banyak membantu memberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan skripsi.
5. Rekan-rekan Biologi angkatan 2014 (AMINO 2014) dan seluruh civitas akademika Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penulisan skripsi ini merupakan upaya penulis sebagai saran terbaik untuk berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan demi menjadikan karya ini semakin bermanfaat ke depannya.

Malang, Juli

2018



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>10</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>12</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>14</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>15</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>16</b>
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>

<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Pengendali Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD) <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 MOSNON <sup>TM</sup> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Ikan Mas <i>Cyprinus carpio</i> <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Tahapan embriogenesis <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2 Habitat dan siklus hidup ikan mas <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3 Kualitas telur ikan mas <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan embrio .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Pemijahan Ikan Mas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Uji Toksisitas dan Konsentrasi MOSNON <sup>TM</sup> <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Pengamatan Embrio Telur Ikan <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** Error! Bookmark not defined.

- 4.1 Kultur Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio* Error! Bookmark not defined.
- 4.2 *Hatching rate* Ikan Mas setelah Uji Keamanan MOSNON<sup>TM</sup> ..... Error! Bookmark not defined.
- 4.3 Faktor Abiotik Saat Uji Keamanan MOSNON<sup>TM</sup> Error! Bookmark not defined.
- 4.4 Tahapan Perkembangan Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio* ..... Error! Bookmark not defined.
- 4.5 Perkembangan Larva Ikan Mas *Cyprinus carpio* Error! Bookmark not defined.
- 4.6 Perilaku Ikan Mas *Cyprinus carpio* Error! Bookmark not defined.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN** Error! Bookmark not defined.

- 5.1 Kesimpulan ..... Error! Bookmark not defined.
- 5.2 Saran ..... Error! Bookmark not defined.

**DAFTAR PUSTAKA**..... Error! Bookmark not defined.

**LAMPIRAN** ..... Error! Bookmark not defined.



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Target dari <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	8
2	Waktu pengamatan telur ikan mas yang dilakukan selama 48 jam setelah fertilisasi	23
3	Efek MOSNON™ terhadap <i>Hatching rate</i> pada ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	24
4	Persentase larva ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> saat uji keamanan MOSNON™ .....	25
5	Waktu penetasan pada beberapa spesies dalam ordo <i>Cypriniformes</i> .....	27



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Gejala penyakit demam berdarah <i>Dengue</i> ...	4
2	Struktur tiga dimensi protein.....	7
3	Mekanisme toksisitas <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	9
4	Kristal protein dan spora bakteri <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	10
5	Tahapan perkembangan embrio ikan mas....	15
6	Siklus ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	17
7	Perubahan suhu air selama perlakuan uji.....	28
8	Perubahan pH air selama perlakuan uji.....	29
9	Perubahan DO air selama perlakuan MOSNON™ terhadap <i>hatching rate</i> ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	30
10	Tahap perkembangan embrio ikan mas <i>Cyprinus carpio</i> .....	31
11	Tahapan embriogenesis <i>Cyprinus carpio</i> .....	33
12	<i>Cyprinus carpio</i> .....	34
13	Perbandingann organ <i>Cyprinus carpio</i> .....	36
14	Sketsa perilaku ikan mas umur 5 hari dengan penambahan MOSNON™ .....	37
15	Sampel larva ikan mas berumur lima hari....	46
16	Kultur larva ikan mas.....	47
17	Fase perkembangan embrio ikan mas.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Pemberian MOSNON terhadap Larva Ikan Mas.....	46
2	Akuarium Tempat Kultur Ikan Mas.....	47
3	Tahapan Embriogenesis Ikan Mas.....	48



## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Lambang/Singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
DBD	Demam Berdarah <i>Dengue</i>
LC	<i>Lethal Concentration</i>
ADE	<i>Antibody Dependent Enhancement</i>
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
EPA	<i>Enviromental Protection Agency</i>
ppm	Part Per Milion
DO	Dissolveed Oxygen
pH	Potensial Hidrogen
°C	Derajat Celcius
mm	Milimeter
mg	Miligram
mdpl	Meter di Atas Permukaan Laut
kg	Kilogram



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* jenis arbovirus dan terdapat 4 serotipe virus yaitu *Dengue-1*, *Dengue-2*, *Dengue-3*, dan *Dengue-4*. Semua virus ini dapat menyebabkan demam *Dengue* atau Demam Berdarah *Dengue*. Demam Berdarah *Dengue* tersebar di wilayah Asia tenggara, Pasifik Barat, dan Karibia. Virus *Dengue* yang ditularkan melalui perantara berupa gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan gejala dari penyakit DBD diawali dengan penurunan sistem imun sehingga menyebabkan demam yang tinggi (Icoz dkk., 2008).

Virus *Dengue* berasal dari penderita penyakit DBD, ketika nyamuk *A. aegypti* menghisap darah target atau manusia maka virus *Dengue* akan terbawa masuk ke dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti*. Virus *Dengue* akan menyebar ke seluruh tubuh dalam kurun waktu 5-7 hari, virus *Dengue* yang menyebar di tubuh *Aedes aegypti* juga akan menyebar pada kelenjar air liur nyamuk tersebut. Nyamuk *A. aegypti* yang membawa virus *Dengue* akan mudah menularkan (infektif) penyakit DBD. *A. aegypti* yang telah terinfeksi tersebut jika menghisap darah target maka virus *Dengue* akan berpindah secara bersamaan dengan air liur melalui *proboscis* nyamuk *Aedes aegypti* ke dalam tubuh target (Lambrechts dkk., 2011). Dampak dari virus *Dengue* adalah tubuh target akan mengalami pembentukan antibodi spesifik sesuai dengan tipe virus *Dengue* yang menginfeksi (WHO, 2009). Berdasarkan teori infeksi sekunder, seseorang akan terserang oleh DBD jika terinfeksi kembali oleh tipe virus *Dengue* yang berbeda dari virus *Dengue* sebelumnya, sedangkan infeksi virus hanya satu tipe virus ini menyebabkan demam *Dengue* disertai pendarahan.

Penelitian tentang penggunaan bakteri *Bacillus thuringiensis* (MOSNON™) sebagai agen pengendali larva nyamuk *A. aegypti* telah banyak dilakukan, namun dalam penelitian terkait dengan penggunaan *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap organisme non-target masih sedikit. Penelitian ini menggunakan hewan non-target yaitu telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) dipilihnya telur ikan mas karena ikan mas memiliki habitat yang sama dengan larva nyamuk *A. aegypti*, kemudian ikan mas juga merupakan agen pengendali larva nyamuk (Nam, 2013).

Penelitian sebelumnya menggunakan MOSNON™ sebagai uji organisme target nyamuk *A. aegypti* pada lokasi tertentu yaitu di belakang gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya dan di kebun Biologi dengan menggunakan konsentrasi 0; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; dan 4 ppm hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai  $LC_{50}$  (*Lethal Concentration* dapat membunuh 50% hewan target yaitu larva nyamuk *A. aegypti*) dengan konsentrasi 0,02 ppm dengan kurun waktu 48 jam (Ristianadewi, 2016). Namun penelitian pada organisme non-target telur ikan mas *Cyprinus carpio* belum dilakukan karena ikan mas memiliki habitat yang sama dengan larva nyamuk *A. aegypti* yaitu di perairan air tawar. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap organisme non-target.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pemberian *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap *Hatching rate* ikan mas (Cyprinidae: *Cyprinus carpio*) dan menganalisis pengaruh *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap larva ikan mas khususnya pada perilaku ikan mas sesudah perlakuan *B. thuringiensis*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pemberian *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap *Hatching rate* ikan mas (Cyprinidae: *Cyprinus carpio*) dan menganalisis pengaruh *B. thuringiensis* (MOSNON™) terhadap larva ikan mas khususnya pada perilaku ikan mas sesudah perlakuan *B. thuringiensis*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan setelah melaksanakan penelitian ini adalah masyarakat memperoleh informasi tentang keamanan MOSNON™ untuk organisme non-target (ikan mas) sehingga MOSNON™ tidak berdampak buruk pada organisme yang ada di perairan air tawar walaupun memiliki habitat yang sama dengan larva nyamuk *A. aegypti*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Demam Berdarah *Dengue* adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *Dengue* yang ditularkan oleh nyamuk. Penyakit DBD tidak menular melalui kontak manusia dengan manusia dan penyebab penyakit ini adalah virus *Dengue* yang hanya ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Penyakit ini ditemukan di daerah tropis dan sub-tropis, dan banyak ditemukan di Asia Tenggara. Terdapat empat jenis virus dengue, masing-masing dapat menyebabkan demam berdarah, baik ringan maupun fatal (Bravo dkk., 2011). Virus *Dengue* dapat tumbuh di dalam tubuh manusia maupun nyamuk dan terdapat tiga faktor yang berperan pada penularan infeksi virus ini diantaranya adalah manusia, virus *Dengue*, dan vektor perantara (*Aedes aegypti*).

Virus *Dengue* masuk ke dalam tubuh nyamuk pada saat menghisap darah manusia yang sedang mengalami viremia, kemudian virus *Dengue* ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Virus *Dengue* akan berkembangbiak pada tubuh nyamuk *Aedes aegypti*, dalam kurun waktu satu minggu nyamuk siap menularkan virus (Hesse, 2007).

*Antibody Dependent Enhancement* (ADE) merupakan suatu proses yang meningkatkan infeksi sekunder pada replikasi virus *Dengue* yaitu terbentuknya sistem imun dengan virus yang berkadar antibodi yang bersifat subnetral dari infeksi primer. Kompleks imun melekat pada reseptor sel mononukleus fagosit terutama pada makrofag yakni untuk mempermudah virus masuk ke dalam sel (Pigott & Ellar, 2007).

Menurut Wirth (2010) gejala penyakit Demam Berdarah *Dengue* dibagi menjadi tiga fase yaitu (Gambar 1):

#### 1. Fase Demam

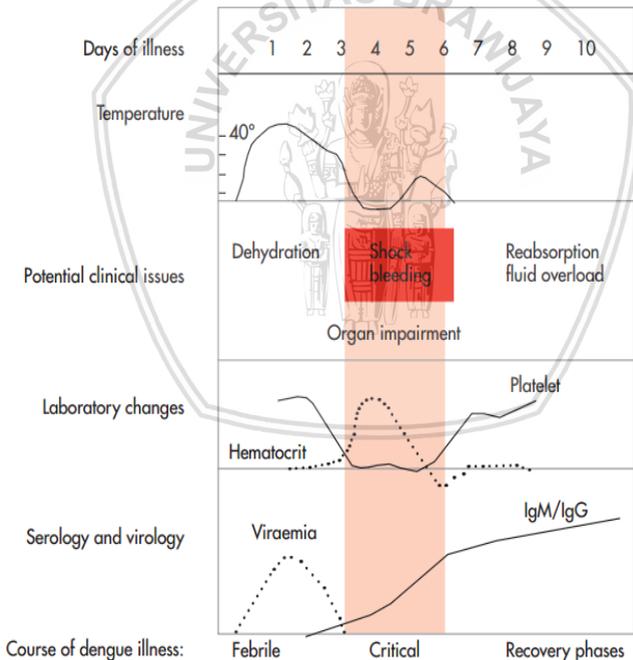
Fase demam akan terjadi dalam kurun waktu dua sampai tujuh hari dengan suhu tubuh antara 37°C sampai 40°C. Dampak yang menyertai fase demam penderita akan mengalami kurangnya nafsu makan, mual, wajah kemerahan, nyeri diseluruh tubuh, dan sakit kepala.

2. Fase Kritis

Fase kritis merupakan fase dimana peralihan antara keadaan demam sampai keadaan tidak demam ketika suhu tubuh turun (*defervescence*), yang umumnya terjadi pada hari ketiga sampai hari ke kelima fase demam dengan suhu tubuh pada fase kritis antara 37,5°C sampai 38°C atau di bawahnya.

3. Fase Penyembuhan

Penderita yang sudah melewati fase kritis dan memasuki fase penyembuhan penderita akan sembuh dalam kurun waktu dua sampai tiga hari setelah fase kritis dan secara bertahap kondisi penderita akan semakin baik, sedangkan ciri-ciri penderita pada fase penyembuhan adalah penderita mulai meningkat nafsu makannya dan tanda-tanda vital yang stabil.



(WHO, 2009)

Gambar 1. Gejala penyakit demam berdarah *Dengue*

## 2.2 Pengendali Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

Pengendalian hayati adalah usaha untuk memanfaatkan dan menggunakan musuh alami sebagai pengendali populasi hama yang merugikan. Pengendalian hayati sangat dilatarbelakangi oleh berbagai pengetahuan dasar ekologi terutama teori tentang pengaturan populasi oleh pengendali alami dan keseimbangan ekosistem. Musuh alami yang terdiri dari parasitoid, predator dan patogen merupakan pengendali alami utama hama yang bekerja secara “terkait kepadatan populasi” sehingga tidak dilepaskan dari kehidupan dan perkembangbiakan hama (Rusch dkk., 2012). Pengendalian hayati mempunyai beberapa keuntungan antara lain aman, biaya operasional rendah, tidak menyebabkan resistensi hama, dan *spesific target* sehingga pengendalian hayati sudah banyak dikembangkan dan dilakukan di berbagai negara (Waage, 2012). Pengendalian DBD dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara penyemprotan bahan kimia dan pengendalian secara biologi. Pengendalian DBD secara kimia hanya dapat mengakibatkan target akan semakin resisten terhadap bahan kimia, sedangkan salah satu pengendalian secara biologi yakni menggunakan bakteri *Bacillus thuringiensis*. Bakteri ini memproduksi kristal protein yang bersifat insektisidal atau dapat membunuh, dampak penggunaan spesies eksotik antara lain mengubah habitat dengan menghilangkan atau menambah vegetasi serta mengubah kualitas air, bakteri, virus, dan parasit yang dibawa spesies tersebut merupakan ancaman serius bagi organisme asli, terjadi perubahan rantai makanan, hilangnya spesies endemik, dan terjadinya hibridisasi. Berbagai macam dampak yang ditimbulkan oleh spesies eksotik sehingga dalam melakukan tindakan pengendalian hayati disarankan tidak menggunakan spesies eksotik (Walsh dkk., 2012).

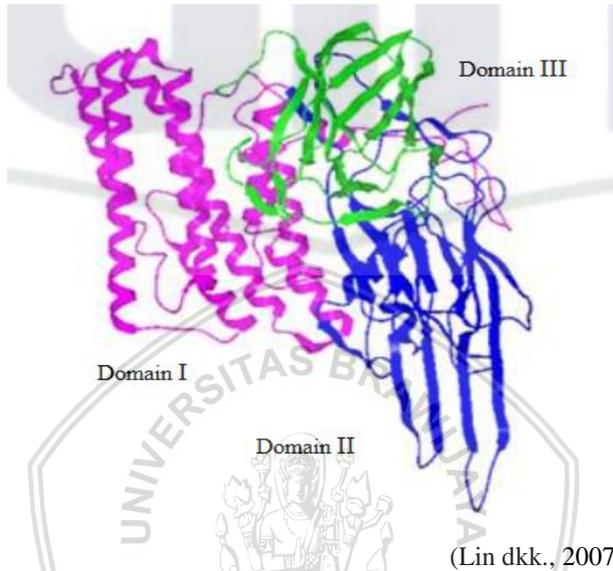
Pengendalian biologis merupakan upaya pemanfaatan agen biologi untuk pengendalian vektor Demam Berdarah *Dengue*. Pengendalian biologis memanfaatkan spesies predator larva seperti ikan pemakan jentik, Copepoda (jenis Crustacea dengan ukuran mikro yang mampu memakan larva) atau bakteri *B. thuringiensis* (Suwandi & Halomoan, 2017). Salah satu organisme yang diketahui merupakan musuh alami dari nyamuk *A. aegypti* adalah bakteri *B. thuringiensis*. Penggunaan *B. thuringiensis* sebagai agen biolarvasida merupakan alternatif yang sangat efektif dan aman bagi lingkungan maupun organisme *non-target* (Gama dkk., 2013).

### 2.3 *Bacillus thuringiensis*

*Bacillus thuringiensis* (Bt) merupakan bakteri aerobik, bakteri ini membentuk spora yang menghasilkan berbagai protein beracun yang dapat dijadikan sebagai bakteri insektisida karena memproduksi racun yang digunakan secara komersial di pengendalian hayati di bidang biologi. Bertahun-tahun peneliti telah mempelajari banyak racun yang dapat diisolasi dari bakteri aerobik fakultatif ini. Bakteri *B. thuringiensis* memiliki karakteristik seperti motil, gram positif, dan membentuk spora. Selain digunakan sebagai insektisida, *B. thuringiensis* juga dalam bidang medis telah diteliti memiliki banyak manfaat. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan dari bakteri tersebut yang mampu untuk menekan pertumbuhan dari berbagai kelompok serangga seperti diptera atau nyamuk yang berperan sebagai vektor dari parasit protozoa penyebab malaria, demam berdarah, demam *West Nile* dan filariasis, serta lalat hitam yang menyebabkan *onchocerciasis*. *B. thuringiensis* juga telah terbukti memiliki kemampuan untuk membunuh kelompok nematoda. Penelitian yang telah ada juga menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* memiliki racun yang mampu menginduksi kematian sel pada sel manusia dan telah ditemukan bahwa berbagai strain *B. thuringiensis* mampu menghasilkan protein parasporal yang memiliki efek cytocidal selektif pada studi *lines* (NPIC, 2015).

*B. thuringiensis* umumnya dapat ditemukan di tanah. Protein yang bersifat toksin yang dapat dihasilkan oleh bakteri tersebut dapat bekerja sebagai insektisida, dimana bakteri tersebut akan bekerja secara efektif apabila serangga target masih tergolong berusia muda atau dalam bentuk larva. Serangga yang dimaksud adalah serangga golongan kumbang, nyamuk, lalat hitam, ulat dan juga ngengat. Aplikasi dari penemuan fungsi *B. thuringiensis* sebagai agen insektisida telah teregistrasi pertama kali oleh *US Enviromental Protection Agency* (EPA) sejak tahun 1961. *B. thuringiensis* dapat menghasilkan suatu toksin atau racun dengan sistem kerja menyerang saluran pencernaan pada serangga yang terinfeksi. Pada saluran pencernaan, toksin bakteri akan mengalami penguraian (hidrolisis). Fraksi-fraksi toksin tersebut akan dibebaskan dari kristal dan meracuni sel-sel epitel saluran pencernaan makanan pada serangga. Pada awal bakteri menginfeksi, serangga akan menunjukkan penurunan aktivitas makan dan cenderung mencari perlindungan di tempat tersembunyi. Sementara itu, larva serangga akan mengalami diare dan kemudian

akan mengeluarkan cairan dari mulutnya serta mengalami kelumpuhan pada saluran pencernaan makanan sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian pada serangga tersebut (Waage, 2010).



Gambar 2. Struktur tiga dimensi protein

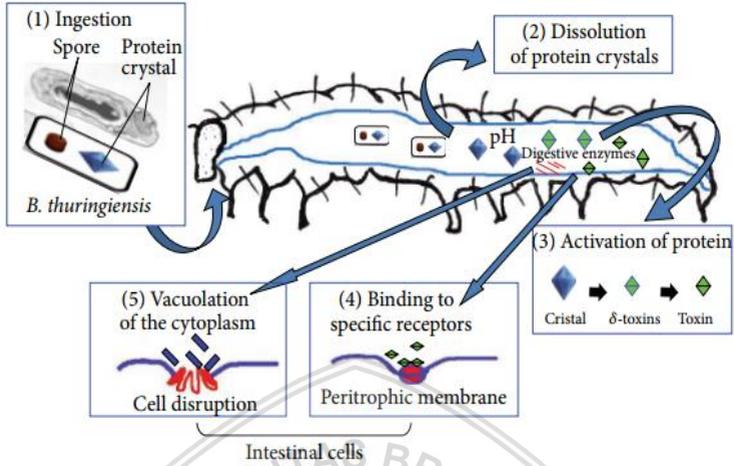
Setiap galur *B. thuringiensis* memiliki kristal protein (Gambar 2) yang berbeda-beda dalam hal bentuk, ukuran, dan jumlah kristal protein. Menurut Sanahuja dkk. (2011) terdapat empat jenis bentuk kristal protein, yaitu kristal protein berbentuk bipiramida yang berhubungan dengan gen *Cry I*, kristal protein berbentuk kubus yang berhubungan dengan gen *Cry II*, kristal protein berbentuk bulat/oval yang berhubungan dengan gen *Cry III*, dan Cyt, kristal protein berbentuk segiempat yang berhubungan dengan gen *Cry III*, dan kristal protein bentuk pipih empat persegi panjang (*flat rectangular*) yang berhubungan dengan *Cry IV*. Menurut Simmons dkk (2012), gen *Cry* dikelompokkan menjadi 4 macam, yaitu *Cry I*, *Cry II*, *Cry III*, dan *Cry IV*. Pengelompokan tersebut didasarkan dari kesamaan struktur asam amino dan aktivitas insektisidanya. Dari keempat jenis gen tersebut, masing-masing menentukan sifat toksik kristal protein yang spesifik terhadap larva.

Tabel 1. Target dari *Bacillus thuringiensis*

Subspesies	Jenis Gen	Target
<b>Kurstaki</b>	<i>Cry I</i>	Lepidoptera
<b>Aizawai</b>	<i>Cry II</i>	Lepidoptera, Diptera
<b>Israelensis</b>	<i>Cry III</i>	Diptera
<b>San diego</b>	<i>Cry IV</i>	Coleoptera

(Poopathi &amp; Tyagi, 2006)

Kristal protein yang dihasilkan *B. thuringiensis* bersifat insektisida adalah protoksin yang jika larut dalam usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek (27-147 kDa) (Gambar 3). Bentuk dari kristal protein dapat diamati pada gambar 4. Kristal protein menjadi terlarut karena adanya aktivitas proteolisis di dalam sistem pencernaan serangga. Polipeptida yang bersifat toksik akan aktif berinteraksi dengan sel-sel epitelium di usus serangga sehingga menyebabkan terbentuknya pori-pori di sel membran saluran pencernaan serangga hingga menyebabkan kematian. Efektifitas kristal protein juga dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor spesifikasi dari mikroorganisme dan kerentanan dari serangga target (Simmons dkk., 2012). Faktor lain yang dapat memengaruhi adalah umur dari serangga target, umur merupakan salah satu yang menentukan toksisitas dari kristal protein yang dihasilkan *B. thuringiensis*. Larva serangga yang muda lebih rentan dibandingkan dengan larva serangga yang tua (Poopathi & Tyagi, 2006).



(Schunemann, 2012)

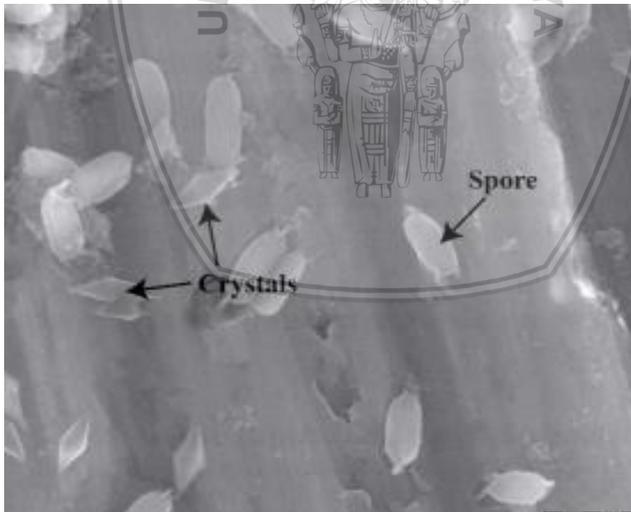
Gambar 3. Mekanisme toksisitas *Bacillus thuringiensis*

Strain dari *B. thuringiensis* yang telah ada sebagai insektisida adalah sebanyak 180 strain. Insektisida hasil dari toksin *B. thuringiensis* sudah tersedia dalam bentuk *spray*, debu, granula-granula, dan tablet. *B. thuringiensis* dapat bekerja sebagai insektisida dengan cara memproduksi toksin yang mampu menyerang larva dari serangga dan toksin tersebut akan bekerja apabila termakan oleh serangga. Toksin akan menyebabkan kerusakan pada saluran pencernaan sehingga serangga yang terinfeksi akan mati setelah beberapa jam atau minggu. Jenis bakteri *B. thuringiensis* yang berbeda mampu membuat toksin yang hanya dapat diaktivasi oleh larva serangga target, jika toksin termakan oleh manusia, maka toksin tersebut tidak dapat teraktivasi dan tidak menyebabkan dampak yang berbahaya. Selain itu, setiap jenis toksin yang diproduksi oleh *B. thuringiensis* memiliki spesifikasi yang sangat tinggi terhadap serangga target, seperti contohnya pada toksin “Kurstaki” toksin ini hanya menyerang kelompok ulat dan tipe “Isrealensis” hanya menyerang lalat muda dan nyamuk (NPIC, 2015).

Mekanisme *B. thuringiensis* merusak saluran pencernaan larva nyamuk yaitu *B. thuringiensis* masuk ke dalam saluran pencernaan melalui mulut serangga dan masuk ke dalam usus. kemudian *B. thuringiensis* mengeluarkan kristal protein yang disebut *Cry I*, *Cry II*,

dan *Cry III* jika bertemu dengan enzim protease kristal protein akan mempercepat degradasi pada saluran pencernaan, kemudian kristal protein akan merusak sel epitelium pada usus serangga sehingga menyebabkan terbentuknya pori-pori pada sel membran saluran pencernaan serangga, sehingga nafsu makan serangga berkurang dan akhirnya menyebabkan kematian (Bravo dkk., 2011).

*B. thuringiensis* dapat tumbuh pada media sederhana. Asam amino, garam mineral, dan sumber karbon dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pembentukan spora. Faktor – faktor yang juga sangat berpengaruh adalah pH, kelarutan oksigen, dan suhu. Pada kondisi media pertumbuhan bakteri tidak optimal, *B. thuringiensis* tidak akan membentuk spora sehingga tidak dapat membentuk kristal protein. Spora *B. thuringiensis* adalah suatu usaha perlindungan diri dari pengaruh lingkungan luar yang tidak mendukung pertumbuhan, hal ini terjadi karena dinding bakteri yang bersifat impermeabel. Pembentukan spora juga bersamaan dengan terbentuknya kristal protein yaitu ketika sel mengalami lisis selama masa sporulasi (Nasshkumar dkk., 2012).



(Christophers, 2009)

Gambar 4. Kristal protein dan spora bakteri *Bacillus thuringiensis*

## 2.4 MOSNON™

MOSNON™ merupakan salah satu produk *Bacillus thuringiensis* yang diproduksi oleh PT Kyushu Medical Co., LTD terletak di Hyakuen-kouen 1-1 Kurume, Jepang. Produk tersebut sudah dikomersilkan sebagai bio-larvasida untuk pengendalian nyamuk yang mengandung *Bacillus thuringiensis* strain D142 dalam bentuk tablet. Target dari bio-larvasida tersebut adalah nyamuk dari genus *Aedes*, *Anopheles*, dan *Culex*. Mekanisme kerja dari tablet MOSNON™ adalah *crystal protein (delta-endotoxin)* yang diproduksi oleh *B. thuringiensis* strain D142 akan teraktivasi di dalam saluran pencernaan larva nyamuk oleh enzim proteolitik di bawah kondisi lingkungan yang bersifat basa, selanjutnya akan berikatan dengan reseptor (*Aminopeptidase N*) dan menyebabkan pembentukan pori-pori pada saluran usus larva dan berujung pada kematian. MOSNON™ mengandung 2% protein kristalin *Bacillus thuringiensis* serovar israelensis strain D142  $10^9$  CFU/g yang diklaim aman bagi kesehatan lingkungan. Penggunaan MOSNON™ adalah dengan memasukan satu tablet MOSNON™ dengan berat 2 gram ke dalam 200 L air (Harvestariake, 2017). Menurut Gama (2013), MOSNON™ sangat spesifik terhadap larva *Aedes aegypti* yang berada di lingkungan perairan penggunaan biolarvasida ini merupakan alternatif yang efektif, aman bagi lingkungan dan organisme *non-target*. Sudah banyak negara yang mengembangkan penelitian tentang *B. thuringiensis* sebagai biolarvasida *A. aegypti*, antara lain Jepang, Amerika Serikat, dan negara lainnya. Salah satu produk *B. thuringiensis* yang diproduksi oleh negara Jepang adalah MOSNON. MOSNON mengandung bahan aktif *B. thuringiensis* D-142. Biolarvasida ini merupakan produk pengembangan pengendalian hayati yang berbahan aktif *B. thuringiensis*. Saat ini pengembangan penelitian *B. thuringiensis* juga dilakukan di Indonesia, seperti yang dilakukan oleh Wirth (2010). Peneliti tersebut menemukan *B. thuringiensis* asal Madiun yang memiliki toksisitas paling tinggi dalam membunuh larva *A. aegypti* instar III dengan *Lethal Concentration* ( $LC_{50-72jam}$ ) sebesar  $2,17 \times 10^7$  sel/ml. Untuk menghindari penggunaan spesies eksotik, diperlukan pengembangan penelitian untuk mencari isolat *indigenous* yang berpotensi membunuh larva *A. aegypti*.

## 2.5 Ikan Mas *Cyprinus carpio*

Ikan mas atau *Cyprinus carpio* termasuk famili Cyprinidae yang mempunyai ciri-ciri umum berupa badan yang berbentuk memanjang dan sedikit pipih ke samping, mulutnya terletak di ujung tengah (terminal), klasifikasi ikan mas diantaranya yaitu termasuk dalam Kingdom: Animalia, Phylum: Cordata: Class: Actiopterygii, Ordo: Cyprinidae, Family: *Cyprinus*, Spesies: *Cyprinus carpio*. Ikan mas merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dipelihara dan umumnya digunakan dalam pengamatan perkembangan embrio. Sebelum dilakukannya pengamatan terhadap ikan mas, ikan tersebut biasanya disuntik oleh hormon untuk segera memijah. Hasil fertilisasi sel telur dan spermanya nanti akan diamati perkembangan embrionya (Kobayashi, 2007; Gomon & Dianne, 2010). Pemijahan ikan ias di habitat aslinya biasanya terjadi di awal musim hujan, hal tersebut dikarenakan faktor rangsangan dan aroma tanah yang tergenang air, namun pemijahan juga bisa dilakukan secara artifisial atau buatan. Pemijahan secara artifisial dapat terjadi sepanjang tahun dan tidak bergantung pada musim. Pemijahan biasanya terjadi di tengah malam sampai akhir fajar. Telur ikan mas berbentuk bulat yang menempel pada substrat, berwarna bening, berdiameter 1,5-1,8 mm, dan memiliki berat sekitar 0,17-0,20 mg. Ukuran telur bervariasi, tergantung dari umur dan ukuran atau bobot induk. Embrio akan tumbuh di dalam telur yang telah dibuahi oleh spermatozoa (Dudek & Ronald, 2011).

Berjuta-juta spermatozoa dikeluarkan pada saat pemijahan dan menempel pada sel telur, tetapi hanya satu yang dapat melewati mikropili satu-satunya lubang masuk spermatozoa pada sel telur. Kepala spermatozoa, dimana terdapat inti, menerobos mikropil dan bersatu dengan inti sel telur sedangkan ekornya tertinggal pada saluran mikropil tersebut, dan berfungsi sebagai sumbat untuk mencegah sel-sel jantan yang lain ikut masuk. Masuknya spermatozoa lewat mikropil harus berlangsung dengan cepat sekali supaya persatuan kedua inti sel kelamin tersebut dapat terjadi, karena inti sel telur akan bergerak dan daya gerak sperma itu sendiri sangat terbatas 1 – 2 menit saja. Spermatozoa lainnya yang bertumpuk pada saluran mikropil, ada yang mengatakan akan dilebur dijadikan makanan sel telur yang telah dibuahi atau zigot. Tetapi ada pula yang mengatakan dibuang, didorong keluar oleh reaksi korteks. Cara pembuangan atau pelepasan spermatozoa itu pun dengan reaksi korteks. Pencampuran inti sel telur dan spermatozoa terjadi dalam sitoplasma telur. Persatuan kedua inti

(pronuklei) dari sel betina dan sel jantan bersatu dalam proses yang disebut amfimiksis (Beaumont & Hoare, 2003).

### 2.5.1 Tahapan embriogenesis

Embriogenesis (Gambar 5) secara umum dideskripsikan sebagai proses pembelahan sel dan diferensiasi sel dari embrio yang terjadi pada saat tahap-tahap awal dari perkembangan makhluk hidup. Tepatnya, embriogenesis terjadi pada saat spermatozoa bertemu dan menyatu dengan ovum yang disebut fertilisasi sampai tahap akhir. Embriogenesis merupakan pembentukan makhluk hidup yang belum memiliki bentuk yang mencirikan suatu makhluk hidup yang mana tahapannya dimulai dengan tahap pembelahan (*cleavage*), blastulasi, gastrulasi, dan neurulasi. *Cleavage* merupakan proses pembelahan embrio yang sudah mengalami fertilisasi secara mitosis. Selama pembelahan itu, sel-sel mengalami fase S (sintesis DNA), fase M (mitosis) siklus sel, fase G1, dan fase G2. Embrio pada tahap ini tidak mengalami pertumbuhan. Proses pembelahan hanya membagi-bagi sitoplasma menjadi banyak sel yang lebih kecil dengan nukleusnya masing-masing yang disebut dengan blastomer. Ketika *cleavage*, total volume sel embrio sama atau tidak terjadi penambahan ukuran, hanya jumlah selnya meningkat. Seperti pada ikan, ikan adalah hewan yang sel telur dengan polaritas yang jelas, sehingga saat mengalami pembelahan (*cleavage*), sumbu pembelahan mengikuti pola spesifik yang relative terhadap kutub zigotnya (Campbell dkk., 2004).

*Cleavage* merupakan pembelahan dari zigot menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, tanpa ada penambahan volume dari sel telur. Pembentukan segmen-segmen terjadi pada tahap *cleavage*, biasanya dimulai 30 menit setelah fertilisasi terjadi. Total dari terjadinya *cleavage* adalah sebanyak enam kali pembelahan dan penambahan jumlah sel. *Cleavage* hanya terjadi pada tudung blastoderm dari sitoplasma (meroblastik). Fase *Cleavage* pertama selalu berbentuk meridional dan membagi sel telur menjadi *animal pole* dan *vegetal pole*. Nukleus pada saat *cleavage* tahap pertama dapat terlihat jelas. *Cleavage* kedua berlangsung membagi secara vertikal dari pembelahan pertama, dan akhirnya membentuk blastomer. *Cleavage* ketiga berlangsung sejajar dengan yang pertama dan blastodisc akan berbentuk persegi empat. *Cleavage* keempat sejajar dengan yang kedua, dan pada tahap ini sentral blastomer menjadi lebih kecil. *Cleavage* kelima dan keenam membagi telur secara vertikal dan

horizontal dengan jumlah yang sama membentuk bola dari sel-sel yaitu morula. Secara umum, pada tahap *cleavage* pembelahan terjadi secara sinkron atau selaras, sehingga menghasilkan sel-sel dengan jumlah dan bentuk yang sama (Pandey & Shukla, 2010).

Menurut Dudek & Ronald (2011), tahapan-tahapan pada fase pembelahan embriogenesis yang terjadi pada ikan mas meliputi:

### 1. *Cleavage*

Telur yang telah terfertilisasi mulai membentuk blastodisc dan mulai membelah pada animal pole hingga 16 sel. Awalnya akan terbentuk dua sel di animal pole, membelah menjadi 4, selanjutnya 8, dan terakhir 16. Ketika sel-sel membelah lagi menjadi 32, maka tahapan morula telah dimulai.

### 2. *Morula*

Sel-sel telur membelah dari 32 menjadi 64 sel. Volume dari *vegetal pole* tetap, dan sel-sel membelah hanya pada bagian *animal pole* yang merupakan ciri dari pembelahan meroblastik pada tipe telur telolesital.

### 3. *Blastula*

Sel-sel membelah dari 64 menjadi 128 sel dan mulai tampak celah yang disebut blastocoels diantara blastoderm dan periblas.

### 4. *Gastrula*

Blastodisc membesar dan mulai terbentuk lagi celah atau rongga yang disebut emboli dan epiboli. Pada pengamatan di tahap ini bagian-bagian mulai sukar untuk diamati karena sudah mulai terjadi neurulasi dan organogenesis sehingga sel-sel menebal yang berwarna lebih gelap.

### 5. *Neurulasi*

Tahap ini, neurulasi kuning telur yang tertutup oleh blastoderm mengelilingi kutub vegetal dan mulai terbentuk kepala, otak, dan syaraf.

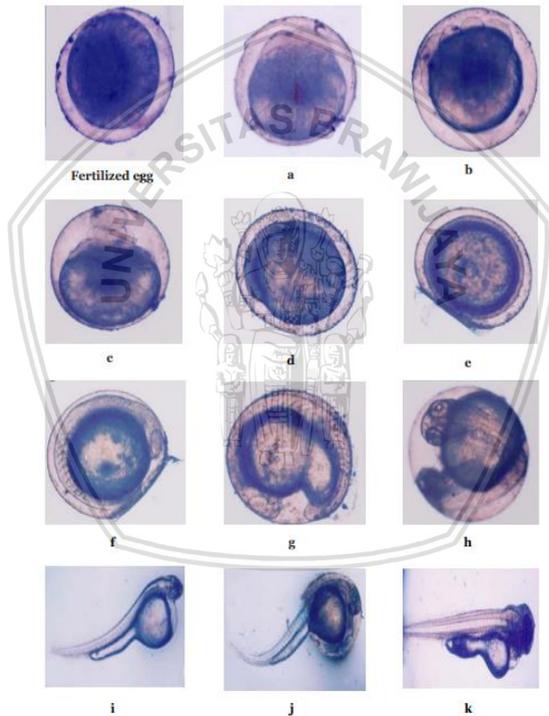
### 6. *Organogenesis*

Tahap ini terjadi pembentukan sirip pektoral, notochord, pembuluh darah, dan insang.

### 7. Hatching (penetasan)

Melalui mikroskop binokular tampak larva ikan di dalam telur, mata, saluran respirasi, dan calon sirip terlihat sangat jelas. Namun masih terdapat yolk pada bagian bawah mulut yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tingkat penetasan atau *hatching rate* dapat dihitung dengan cara membagi jumlah telur yang menetas dibagi dengan total keseluruhan telur yang difertilisasi dan dikalikan 100.

Menurut Hidayani (2010), tahapan embriogenesis ikan mas *Cyprinus carpio* dibedakan menjadi beberapa tahap dan tahapan dapat dilihat (Gambar 5).



(Hidayani, 2010)

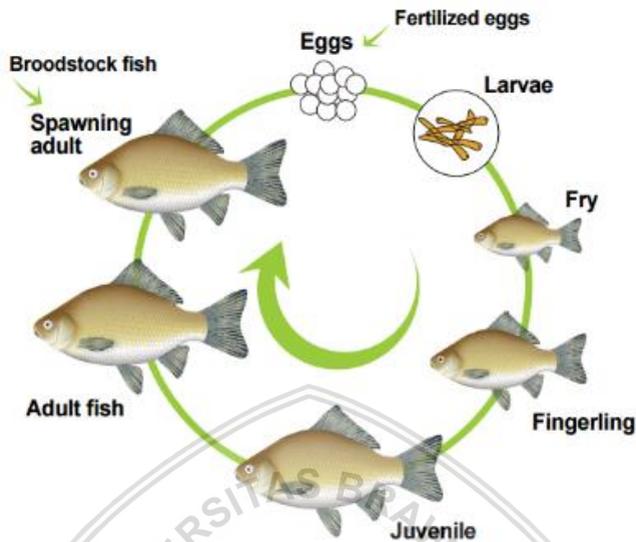
Gambar 5. Tahapan perkembangan embrio ikan mas: (a) Pembentukan Dua blastomeres (b) Delapan tahap sel (c) tahap Morula (d) Delapan jam embrio tua (e) Delapan belas jam embrio tua (f) Dua puluh jam embrio (g) Tiga puluh jam embrio tua (h) Embrio berumur 39 jam (i) Baru menetas larva (j) Embrio tujuh puluh tiga jam (k) 4 hari larva tua.

Menurut Gosh dkk. (2012), penetasan biasanya terjadi pada 75-80 jam setelah terjadinya fertilisasi. Penetasan dicirikan dengan adanya *yolk sac* dan larva yang transparan serta bagian otak yang ada di kepala terlihat dengan jelas. Akan tetapi, pada tahap ini larva masih belum memiliki swim bladder dan mulut. Pernafasannya terjadi dengan cara absirbsi oksigen melalui kapiler darah yang ada di sekitar *yolk sac*. Larva yang telah berumur 11-13 jam akan mulai membentuk insang, larva yang telah berumur dua hari akan mulai membentuk sirip dan penambahan ukuran, sedangkan larva yang berumur tiga hari akan mulai memperlihatkan gerakan.

### 2.5.2 Habitat dan siklus hidup ikan mas

Ikan mas hidup pada perairan tertutup, seperti kolam-kolam air tawar dan perairan terbuka, seperti danau, sungai, rawa dan waduk. Namun, ikan ini juga pernah ditemukan di muara sungai berair payau. Ikan ini hidup pada tempat yang tidak terlalu dalam dan aliran air cenderung tidak terlalu deras. Ketinggian tempat optimal untuk ikan mas adalah 150-600 mdpl pada suhu 25-30 °C. Ikan mas di perairan tropis dapat matang gonad pada umur 1-2 tahun dengan kisaran berat 1,5-2 kg/ekor untuk betina. Ikan jantan dapat matang gonad pada umur 8 bulan dengan kisaran berat 0,5-0,7 kg/ekor. Perkembangan gamet sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan. Perkembangan telur ikan dan sperma induk ikan mas perairan tropis lebih cepat dibandingkan dengan perairan subtropis (Kobayashi, 2007).

Siklus hidup ikan mas (Gambar 6) dimulai dari perkembangan di dalam gonad (ovarium) pada ikan betina yang menghasilkan telur dan testis pada ikan jantan yang menghasilkan sperma). Perkembangan embrio merupakan suatu kelanjutan hasil fertilisasi dari hasil sel telur dan sel sperma yang kemudian setelah dibuahi akan mengalami proses pembentukan pola-pola pembelahan telur yang disebut *cleavage*. Sel telur membelah secara berturut-turut hingga mencapai fase diferensiasi menjadi bentuk dewasa pada tahap organogenesis. Perkembangan embrio ikan mas akan melalui berbagai tahapan, mulai zigot hingga akhirnya mengalami *cleavage*, morulasi, blastula, gastrula hingga menjadi embrio dan menetas atau *hatching*. Pertumbuhan menjadi sistem organ yang kompleks dan saling tergantung merupakan suatu hal yang terinci dalam sistem biologis yang semuanya akan termodifikasi secara sempurna (Kobayashi, 2007).



(Woynarovich, 2011)

Gambar 6. Siklus ikan mas *Cyprinus carpio*

### 2.5.3 Kualitas telur ikan mas

Mutu telur didefinisikan sebagai potensi telur untuk menyangga kehidupan embrio yang ada di dalamnya dan menopang kehidupan larva sebelum mendapatkan makan dari luar. Beberapa indikator tentang mutu telur antara lain adalah telur yang normal secara macroskopis dapat dilihat dari warnanya. Telur ikan mas yang baik dan normal adalah berwarna putih transparan dan terang. Berbeda dengan telur ikan gurame yang baik apabila berwarna putih transparan dan coklat serta mengapung dipermukaan. Sifat mengapung telur ikan tersebut disebabkan oleh kandungan lipida yang terdapat dalam telur (Kimmel & Ballard, 2007). Lipida total merupakan komponen kedua setelah protein total bahan kering telur ikan yang merupakan bagian utama cadangan lemak kuning telur, dan butiran minyak bebas akan membantu daya apung telur ikan. Ukuran larva yang lebih besar biasanya berasal dari telur yang berukuran besar pula. Perbedaan ukuran diameter telur tersebut disebabkan oleh mutu pakan yang diberikan kepada induk, baik protein, lemak maupun unsur mikronutrien, sedangkan komponen utama bahan baku telur adalah protein, lipida, karbohidrat dan abu. Induk ikan gurame yang diberi

pakan yang mengandung vitamin E menghasilkan ukuran diameter telur yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa diberi perlakuan vitamin E. Hal yang sama juga pada ikan patin, dimana induk yang pakannya ditambah vitamin E menghasilkan diameter telur rata-rata lebih besar bila dibandingkan dengan yang tanpa diberi vitamin E (Kato, 2007).

### 2.5.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan embrio

Menurut Shukla (2004), keseluruhan ikan dalam populasi di cawan dapat menetas/*hatching*, hal tersebut dapat dikarenakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan embrio sehingga tidak seluruh ikan yg terfertilisasi dapat menetas. Faktor yang mempengaruhi seluruh proses perkembangan menyebabkan keberhasilan atau kegagalan individu tersebut untuk berkembang hingga menetas. Hal ini juga mempengaruhi kecepatan perkembangan dan menentukan bentuk serta susunan suatu embrio. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan embrio adalah sebagai berikut menurut Robert (2004):

#### 1. Suhu perairan

Suhu perairan turut mempengaruhi kecepatan seluruh proses perkembangan atau fraksi-fraksi perkembangan. Menurut Katayama (2000), ikan sangat rentan terhadap perubahan lingkungan dan habitat aslinya. Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi adalah suhu. Suhu merupakan faktor lingkungan yang secara langsung mempengaruhi kehidupan ikan. Suhu berpengaruh dalam proses pemijahan, penetasan telur, laju metabolisme dan kelangsungan hidupnya. Menurut Satyani (2007), fluktuasi suhu berpengaruh terhadap daya tetas telur. Suhu yang rendah membuat enzim (*chorion*) tidak bekerja dengan baik pada kulit telur dan membuat embrio akan lama dalam melarutkan kulit telur, sehingga embrio akan menetas lebih lama, namun sebaliknya pada suhu tinggi dapat menyebabkan penetasan prematur sehingga larva atau embrio yang menetas akan tidak lama hidup.

#### 2. Periode perkembangan dan periode penetasan

Periode perkembangan dan periode penetasan umumnya lebih pendek pada suhu yang lebih tinggi. Beberapa jenis ikan yang berkembang di alam di bawah suhu yang tidak optimal seperti yang

dilakukan di laboratorium. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan mengganggu perkembangan. Suhu yang ekstrim atau yang berubah secara mendadak bahkan dapat menyebabkan kematian.

### 3. Jumlah kuning telur

Jumlah kuning telur ada hubungannya dengan kecepatan perkembangan embrio. Jenis telur ikan yang mempunyai kuning telur yang jauh lebih banyak umumnya justru memiliki perkembangannya lambat. Contohnya adalah telur-telur ikan tropis dengan jumlah kuning telur yang relatif sedikit lebih cepat berkembang daripada telur ikan dari daerah 4 musim yang biasa berpijah pada suhu yang lebih rendah.



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan Bulan Oktober 2017 hingga April 2018. Pengambilan sampel telur dilakukan di Balai Perikanan Air Tawar, Punten, Batu, Malang dan Pengamatan, analisis data serta pemberian MOSNON™ dilakukan di Laboratorium Balai Perikanan Air Tawar, Punten, Batu, Malang.

### 3.2 Pemijahan Ikan Mas

Pemijahan ikan mas *Cyprinus carpio* dilakukan dengan cara memisahkan ikan mas jantan dan ikan mas betina atau biasa disebut dengan pemberokan. Pemberokan ikan mas jantan dan betina dilakukan selama 1-2 hari. Pemberokan yang dimaksud adalah untuk memisahkan indukan ikan mas jantan dan indukan ikan mas betina. Pada proses ikan mas jantan dan betina tidak diberi makan agar jumlah feses yang keluar sedikit, kemudian ikan mas jantan dan betina siap untuk disatukan pada kolam pemijahan pada pukul 16:00-17:00 WIB. Kolam pemijahan sebelumnya dilengkapi dengan ijuk yang berfungsi untuk tempat penempelan sel telur ikan mas yang telah dibuahi oleh sperma ikan mas. Proses pembuahan telur terjadi pada pukul 01:00 WIB sampai dengan 06:00 WIB pagi dan setelah itu telur akan menempel pada rakitan ijuk, selanjutnya telur ikan mas yang telah terbuahi dipindahkan pada kolam penetasan fungsinya untuk kultur telur ikan mas.

Kultur telur ikan mas dilakukan selama 24 jam pada kolam pemijahan yang dilengkapi aerator fungsinya agar telur dapat dibedakan atau dapat dipilih sesuai kualitas telur yang bagus dan kualitas telur ikan mas yang jelek. Pemilihan telur dilakukan dengan melihat warna telur ikan mas jika telur bewarna putih pucat telur tersebut berkualitas jelek, jika telur bewarna putih transparan telur tersebut berkualitas bagus. Berikutnya telur ikan mas di pisahkan dan dipilih telur yang berkualitas bagus sebanyak 50 butir telur ikan mas setiap cawan petri. Cawan petri yang dibutuhkan untuk penelitian ini berjumlah 5 cawan petri yang bermerek *pyrex*, 5 akuarium berukuran panjang 22 cm, lebar 22 cm dan tinggi 35 cm, 5 aerator dan 250 butir telur ikan mas yang telah terfertilisasi untuk satu kali ulangan. Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan, kemudian telur yang

sudah ditampung dan terfertilisasi selama 24 jam pada cawan petri dilakukan kultur pada akuarium dan dilengkapi dengan aerator. Aerator berfungsi untuk melarutkan oksigen yang ada di udara untuk masuk ke dalam kolam ataupun akuarium, yang mana penggunaan aerator dalam kolam merupakan hal yang cukup penting agar kebutuhan oksigen dalam kolam terpenuhi (Alimuddin dkk., 2009).

### 3.3 Uji Toksisitas dan Konsentrasi MOSNON™

Uji Toksisitas MOSNON™ dilakukan pada akuarium yang memiliki ukuran panjang 22 cm, lebar 22 cm dan tinggi 35 cm yang berisi 3 liter air dan telur ikan mas. Konsentrasi MOSNON™ yang diberikan saat uji toksisitas adalah 0 ppm; 10 ppm; 15 ppm; 20 ppm; 25 ppm dengan 3 ulangan untuk perlakuan dan kontrol. Konsentrasi MOSNON™ didapatkan dengan menimbang MOSNON™ dalam bentuk tablet dengan menghaluskan MOSNON™ terlebih dahulu menggunakan mortar penumbuk, kemudian MOSNON™ yang sudah halus ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, selanjutnya MOSNON™ ditimbang sesuai konsentrasi untuk 3 liter air yakni 0 ppm sebanyak 0 gram, 10 ppm sebanyak 0,030 gram, 15 ppm sebanyak 0,045 gram, 20 ppm sebanyak 0,060 gram dan 25 ppm sebanyak 0,075 gram. Hasil penghitungan konsentrasi MOSNON™ didapatkan sesuai dengan persamaan 1:

$$K = \frac{\text{MOSNON}^{\text{TM}}}{V} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : K : Konsentrasi larutan (1 ppm, 1mg/L)  
MOSNON™ : Bahan yang ditimbang (mg)  
V : Volume air (3 Liter)

Penentuan konsentrasi tersebut karena pada konsentrasi rendah saja larva nyamuk *Aedes aegypti* dapat terbunuh dan penelitian sebelumnya mengatakan bahwa menggunakan konsentarsi 0; 0.1; 0.25; 0.5; 1; 2; dan 4 ppm. Hasil yang didapat bahwa nilai LC<sub>50</sub> dengan konsentrasi 0.02 ppm dengan kurun waktu 48 jam mengindikasikan bahwa konsentrasi terendah dapat membunuh 50% larva nyamuk *Aedes aegypti* pada instar 3 (Ristianadewi, 2016).

Berikutnya penelitian pada organisme non-target ini menggunakan konsentrasi MOSNON™ yang relatif besar karna ingin mengetahui apakah MOSNON™ berpengaruh pada perkembangan embrio telur

ikan mas maupun pada larva ikan mas. Selanjutnya telur yang sudah diberi perlakuan uji toksisitas kemudian dilakukan pengamatan perkembangan embrio ikan mas setiap 3 jam sekali pada setiap ulangan dan dilakukan pengukuran faktor abiotik yaitu dengan menggunakan DO air (DO-8410), pH meter (ATC) dan termometer celup untuk mengukur suhu air.

### 3.4 Pengamatan Embrio Telur Ikan

Pengamatan embrio ikan mas dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya bermerek Olympus dengan perbesaran 100x dan pengamatan perkembangan embrio ikan mas dilakukan 3 jam sekali untuk setiap ulangan sampai telur ikan mas yang sudah terfertilisasi *hatching*. Selanjutnya data pengamatan dicatat pada lembar pengamatan dan dihitung waktu penetasan embrio ikan mas serta di didokumentasikan menggunakan kamera digital.

### 3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis kualitatif deskriptif yaitu dengan mengamati perkembangan embrio ikan mas, perilaku sebelum dan sesudah perlakuan pemberian MOSNON™. Penelitian ini tidak menghitung kematian ikan mas tetapi hanya mengamati perkembangan embrio ikan mas yang mengalami perubahan warna, perilaku, bentuk serta kecacatan selama uji akibat konsentrasi MOSNON™ yang diberikan pada hewan non-target yaitu telur dan larva ikan mas *Cyprinus carpio*.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kultur Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio*

Kultur embrio ikan mas sebelum diberikan perlakuan pada pengamatan ke-0 adalah kultur telur ikan mas yang telah terfertilisasi selama 24 jam. Pada kultur ini telur ikan mas belum diberi perlakuan apapun. Parameter abiotik kultur telur ikan mas sebelum diberikan perlakuan yaitu suhu air mencapai 27°C, pH air 7,3 dan DO air 7 ppm.

Waktu pengamatan terhadap embrio ikan mas *C. carpio* dilakukan pada pengamatan ke-0, pengamatan ke-0 yang dimaksudkan merupakan umur embrio ikan mas yang telah terfertilisasi selama 24 jam (Tabel 2). Berikutnya pengamatan ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 hingga pengamatan ke-8 masing-masing memiliki interval waktu selama 3 jam dan masing-masing tiga kali ulangan. Tahapan perkembangan embrio pada ikan mas pada saat pengamatan ke-8 atau total waktu 48 jam mencapai tahapan *hatching* telur ikan mas *C. carpio* secara menyeluruh pada individu telur hidup yang digunakan sebagai sampel. Tahapan *hatching* atau penetasan embrio ikan mas terjadi dengan waktu inkubasi 48 jam dengan dicirikan larva ikan mas keluar melalui membran telur dimulai dengan bagian kepala terlebih dahulu.

Tabel 2. Waktu pengamatan telur ikan mas yang dilakukan selama 48 jam setelah fertilisasi

Pengamatan Ke-	Umur Embrio setelah Dibuahi (Jam)
0	24
1	27
2	30
3	33
4	36
5	39
6	42
7	45
8	48

Total waktu inkubasi tersebut tergolong sangat pendek dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gosh dkk. (2012) yang membutuhkan waktu total 75 hingga 80 jam setelah terjadinya fertilisasi agar larva ikan mas dapat keluar dari membran telur. Penelitian sebelumnya juga terkait pengamatan tahapan

perkembangan embrio, larva, dan morfologi *juvenile* pada ikan mas di Korea didapatkan hasil bahwa tahapan *hatching* yang terjadi pada telur ikan membutuhkan waktu inkubasi selama 70 jam 26 menit setelah proses fertilisasi (Park dkk., 2017).

#### 4.2 *Hatching rate* Ikan Mas setelah Uji Keamanan MOSNON™

Hasil uji keamanan MOSNON™ terhadap embrio ikan mas didapatkan bahwa embrio tersebut telah mencapai tahapan *hatching* pada pengamatan ke-7 tetapi hanya pada sebagian kecil jumlah telur yang digunakan sebagai sampel, sedangkan pada pengamatan ke-8 embrio ikan mas telah mencapai tahapan *hatching* secara menyeluruh (Tabel 3).

Tabel 3. Efek MOSNON™ terhadap *Hatching rate* pada ikan mas *Cyprinus carpio*

Ulangan	Konsentrasi MOSNON™ (ppm)	Jumlah Embrio <i>Hatching</i>		Total Telur <i>Hatching</i> (individu)
		45 jam	48 jam	
1	0	18	32	50
	10	13	37	50
	15	15	35	50
	20	13	37	50
	25	17	33	50
2	0	22	28	50
	10	11	39	50
	15	16	34	50
	20	12	38	50
	25	18	32	50
3	0	13	37	50
	10	17	33	50
	15	24	26	50
	20	21	29	50
	25	19	31	50

Hasil seperti pada Tabel 2 merupakan hasil dari uji toksisitas MOSNON™ dengan konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm. Berdasarkan embrio ikan mas *C. carpio* yang diberikan perlakuan maupun kontrol setiap ulangan terdapat 250 embrio ikan mas dan uji keamanan MOSNON™ dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan jumlah embrio ikan mas 750 embrio dan ketika di



persentase dapat dilihat (Tabel 4). Jumlah embrio ikan mas *C. carpio* yang berhasil *hatching* dengan konsentrasi MOSNON™ 0 ppm pada pengamatan ke-1, 2, 3, 4, 5 dan 6 adalah sebanyak nol individu, sedangkan pada pengamatan ke-7 yaitu pada waktu inkubasi 45 jam setelah fertilisasi didapatkan bahwa sebagian embrio ikan mas berhasil *hatching* sebanyak 35%. Selanjutnya, pada pengamatan ke-8 atau pada kurun waktu inkubasi 48 jam embrio ikan mas mampu *hatching* sebanyak 65% sehingga semua telur ikan mas yang digunakan sebagai bahan uji telah menetas secara keseluruhan pada pengamatan ke-8. Hal ini diduga terjadi karena pada umumnya telur ikan mas *C. carpio* normal mampu *hatching* dalam kurun waktu 2-3 hari pada suhu yang relatif dingin. Berikutnya pada konsentrasi MOSNON™ 10 ppm embrio ikan mas mampu *hatching* pada jam ke-7 berjumlah 27% dan jam ke-8 jumlah embrio yang *hatching* 73% sehingga jumlah embrio ikan mas yang mampu *hatching* dalam kurun waktu 48 jam adalah 100%.

Tabel 4. Persentase larva ikan mas *Cyprinus carpio* saat uji keamanan MOSNON™

Konsentrasi MOSNON™ (ppm)	Jumlah Embrio <i>Hatching</i>		Total (%)
	45 jam	48 jam	
0	35%	65%	100
10	27%	73%	100
15	37%	63%	100
20	31%	69%	100
25	36%	64%	100

Ciri umum yang terjadi pada saat telur mengalami tahapan/fase *hatching* adalah adanya *yolk sac* dan larva di dalam membran telur berubah warna menjadi transparan. Bagian otak yang ada di dalam kepala larva ikan menjadi terlihat dengan jelas, larva ikan akan menembus keluar melalui membran telur dengan bagian kepala terlebih dahulu, larva tersebut dapat disebut dengan prelarva yang rata-rata memiliki ukuran panjang 5,23-5,38 mm pada saat menetas (Gosh dkk., 2012; Park dkk., 2017).

Adanya konsentrasi MOSNON™ yang diberikan saat fase pengamatan tidak terjadi dampak terhambatnya *hatching rate* pada embrio ikan mas sehingga kristal protein yang dimiliki oleh *B. thuringiensis* tidak dapat teraktivasi dan merusak maupun

menghambat perkembangan embriogenesis ikan mas *C. carpio*. Menurut Regis dkk., (2000), *B. thuringiensis* sarovar *israelensis* (Bti) telah digunakan secara luas sejak tahun 1980 dalam beberapa program pengendalian lalat buah dan nyamuk. Hal ini disebabkan karena racunnya yang tinggi terhadap organisme sasaran (spesifik) dan aman bagi lingkungan maupun organisme non-target lainnya.

Percobaan dengan pemberian MOSNON<sup>TM</sup> konsentrasi 15 ppm pada embrio ikan mas *C. carpio* berhasil *hatching* pada jam ke-7 atau 45 jam adalah 37% sedangkan pada jam ke-8 telur yang berhasil *hatching* 63% sehingga pada konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 15 ppm jumlah embrio yang *hatching* pada kurun waktu 48 jam adalah 100%. Jumlah embrio ikan mas dengan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 20 ppm yang berhasil *hatching* pada jam ke-7 adalah 31% sedangkan pada jam ke-8 jumlah embrio ikan mas yang berhasil *hatching* 69% sehingga jumlah embrio ikan mas *hatching* pada kurun waktu 48 jam adalah 100%.

Jumlah embrio ikan mas *C. carpio* yang mampu *hatching* dengan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 25 ppm pada jam ke-7 adalah 36% sedangkan jumlah embrio ikan mas yang *hatching* pada jam ke-8 adalah 64% sehingga jumlah embrio ikan mas yang mampu *hatching* dengan kurun waktu 48 jam adalah 100%. Hasil ini dapat disimpulkan bahwa embrio ikan mas *C. carpio* dengan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 10, 15, 20 dan 25ppm mampu *hatching* pada jam ke-7 yaitu 45 jam dan jam ke-8 dengan waktu 48 jam dengan hasil yang tidak berbeda secara nyata dibandingkan dengan kontrol tanpa pemberian MOSNON<sup>TM</sup> (konsentrasi 0 ppm). Hasil ini menunjukkan bahwa toksisitas MOSNON<sup>TM</sup> tidak memberikan pengaruh toksik dan lethal (menyebabkan kematian) terhadap organisme non-target yaitu embrio ikan mas dan tidak ada dampak negatif seperti kerusakan cangkang telur pada telur ikan mas. Telur ikan mas *Cyprinus carpio* pada umumnya mampu *hatching* dalam kurun waktu 48-72 jam atau 2-3 hari pada kondisi normal. Hasil penelitian sebelumnya oleh Siregar (2014) terhadap pengamatan embriogenesis dan perkembangan larva ikan Mas (*Cyprinus carpio*) (Tabel 5).

Tabel 5. Waktu penetasan pada beberapa spesies dalam ordo *Cypriniformes*

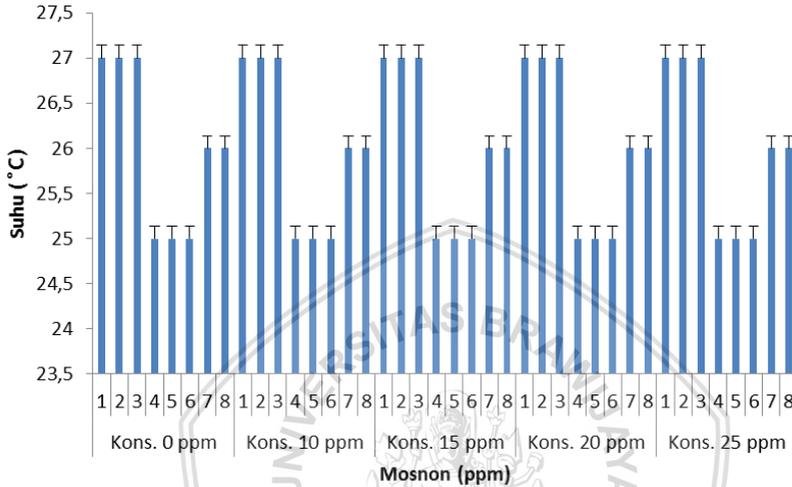
Spesies	Diameter telur (mm)	Waktu Penetasan	Pustaka
<i>Cyprinus carpio</i>	1,82	70,26 jam (20 °C)	Park dkk., 2017
	-	120 jam (18 °C)	Cole dkk., 2004
	-	55 jam (25 °C)	Cole dkk., 2004
	1,28	44,30 jam	Siregar, 2014
	1,66	44,30 jam	Siregar, 2014
<i>Carassius carassius</i>	1,57	75,10 jam (22,4 °C)	Han dkk., 2001
<i>Microphysogobio koreensis</i>	1,80	29 jam (23 °C)	Kim dkk., 2012

Strain Cangkringan mampu mencapai tahapan penetasan atau *hatching* setelah waktu inkubasi 44 jam 30 menit dengan panjang larva mencapai 4,94 mm setelah fertilisasi terjadi. Kurun waktu total 45 jam untuk mencapai tahapan penetasan pada hasil penelitian ini relatif tidak jauh berbeda dibandingkan hasil penelitian sebelumnya dengan perlakuan uji secara normal tanpa penambahan suatu zat apapun sehingga dapat diasumsikan bahwa MOSNON<sup>TM</sup> tidak memberikan efek toksisitas terhadap individu non-target yaitu ikan mas (*Cyprinus carpio*) sehingga aman digunakan di lingkungan habitat ikan tersebut yaitu perairan air tawar. Hasil penelitian sebelumnya terkait waktu inkubasi yang dibutuhkan oleh kelompok *Cypriniformes* untuk mencapai fase *hatching* dapat diamati pada Tabel 5.

Menurut Shukla (2004), tidak semua telur mampu menetas dengan kurun waktu 2-3 hari, hal tersebut dikarenakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan embrio ikan sehingga tidak seluruh ikan yang terfertilisasi dapat menetas. Faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan embrio ikan diantaranya adalah faktor suhu perairan, kualitas air, pH, air dan jumlah kuning telur karena jika kuning telur yang jauh lebih banyak umumnya justru perkembangannya lebih lambat (Robert, 2004).

### 4.3 Faktor Abiotik Saat Uji Keamanan MOSNON™

Berdasarkan faktor abiotik saat pengamatan telur ikan mas *C. carpio* pada faktor abiotik pengukuran suhu air terjadi perubahan suhu pada setiap pengamatan, hasil tersebut dapat dilihat (Gambar 7).

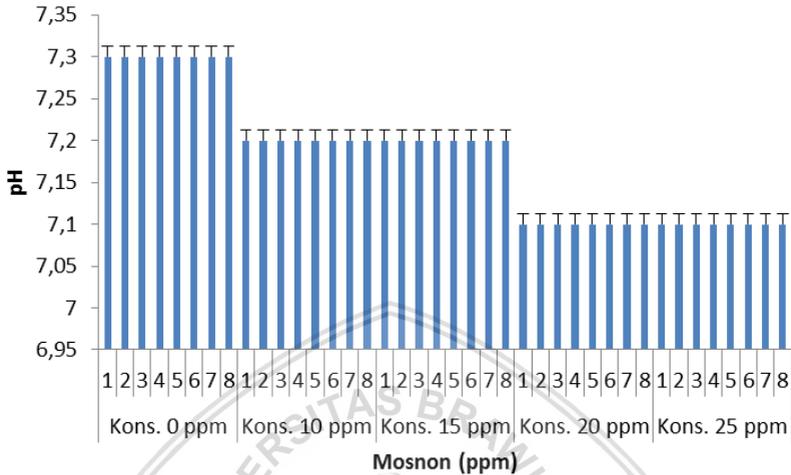


Gambar 7. Perubahan suhu air selama perlakuan uji

Selama uji keamanan MOSNON™ terjadi perubahan suhu air setiap jamnya dan rata-rata suhu air dari konsentrasi MOSNON™ 0 ppm, 10 ppm, 15ppm, 20 ppm dan 25 ppm sebesar 26°C. Hasil ini dapat dilihat (Gambar 7) angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 pada grafik merupakan pengamatan ke- *hatching rate* ikan mas *C. carpio*, kemudian pada konsentrasi MOSNON™ 0 ppm tepatnya pada pengamatan ke-1, 2 dan pengamatan ke-3 suhu air mencapai 27°C, kemudian pada pengamatan ke-4, 5 dan pegamatan ke-6 suhu air mengalami penurunan menjadi 25°C, sedangkan pengamatan ke-7 dan ke-8 suhu air mengalami kenaikan menjadi 26°C. Hasil ini juga dialami oleh konsentrasi MOSNON™ 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm yakni pada pengamatan ke-1, 2 dan 3 suhu air mencapai 27°C, kemudian pengamatan ke-4, 5 dan ke-6 suhu air mengalami penurunan menjadi 25°C, sedangkan pada pengamatan ke-7 danjam ke-8 suhu air mengalami penurunan menjadi 26°C. Perubahan suhu dikarenakan oleh cuaca yang tidak menentu di tempat penelitian, sehingga setiap dilakukan pengamatan suhu air sering berubah-ubah. Suhu yang sesuai

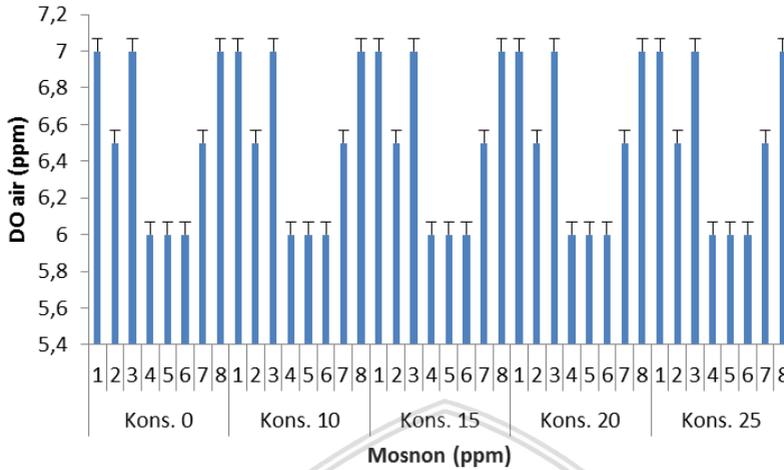


untuk digunakan dalam *breeding* ikan mas adalah berkisar antara 23-25 °C dengan suhu terbaik adalah rata-rata 24 °C (Park dkk., 2017).



Gambar 8. Perubahan pH air selama perlakuan uji

Berdasarkan hasil pengamatan faktor abiotik didapatkan rata-rata pH air pada konsentrasi MOSNON™ sebesar 7,2. Hasil dapat dilihat (Gambar 8) menunjukkan bahwa konsentrasi MOSNON™ 0 ppm, pengamatan ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan pengamatan ke-8 menunjukan pH air 7,3. Berikutnya pada konsentrasi MOSNON™ 10 ppm menunjukkan pH air 7,2 dan pada konsentrasi MOSNON™ 15 ppm juga menunjukkan pH air 7,2. Selanjutnya pH air pada konsentrasi MOSNON™ 20 ppm dan konsentrasi MOSNON™ 25 ppm menunjukkan pH 7,1. Hasil penurunan pH diakibatkan karena konsentrasi MOSNON™ yang diberikan setiap pengamatan berbeda yakni 0 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm sehingga mengakibatkan pH air mengalami penurunan yang awalnya pH air 7,3 turun menjadi pH air 7,1. Kisaran suhu dan pH optimal untuk menyediakan kualitas air yang baik dalam pemenuhan kebutuhan proses embriogenesis pada ikan mas adalah 24,3-30,4 °C dan pH 6,95-7,98 (Firmantin dkk., 2015).



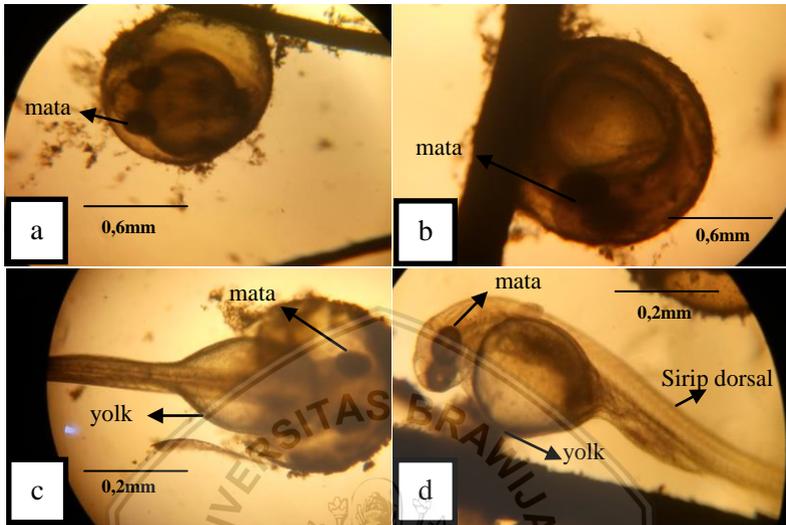
Gambar 9. Perubahan DO air selama perlakuan MOSNON<sup>TM</sup> terhadap *Hatching rate* ikan mas *Cyprinus carpio*

Selama uji keamanan MOSNON<sup>TM</sup> terjadi perubahan DO air setiap jamnya dan rata-rata setiap konsentrasi sebesar 7 ppm. Hasil ini dapat dilihat (Gambar 9). Angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 pada grafik merupakan pengamatan ke- *hatching rate* ikan mas *Cyprinus carpio*. Hasil pengukuran DO air menunjukkan bahwa pada konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 0 ppm DO air pengamatan ke-1 mencapai 7 ppm, sedangkan pada DO air pengamatan ke-2 mencapai 6,5 ppm dan pada pengamatan ke-4, 5 dan 6 DO air mencapai 6 ppm. Hasil selanjutnya adalah pada pengamatan ke-7 DO air mencapai angka 6,5 ppm sedangkan pengamatan ke-8 DO air mencapai angka 7 ppm. Hasil ini juga dialami oleh konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 25 ppm dimana hasil pengukuran DO air sama. Kadar oksigen terlarut optimal yang dibutuhkan dalam optimalisasi perkembangan embriogenesis telur ikan mas adalah 6,1-6,3 ppm (Sapkale dkk., 2011). Hasil pengukuran DO air jika dibandingkan dengan studi literatur masih belum sesuai, hal ini dikarenakan alat yang digunakan saat penelitian sedang mengalami kerusakan sehingga hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan standar.

#### 4.4 Tahapan Perkembangan Embrio Ikan Mas *Cyprinus carpio*

Hasil pengamatan embriogenesis ikan mas menunjukkan bahwa tahapan dimulai dari fase zigot kemudian fase *cleavage*, *morula*,

*blastula*, *gastrula*, *neurulasi*, organogenesis dan *hatching* dengan perbesaran 100x (Gambar 10).



Gambar 10. Tahap perkembangan embrio ikan mas *Cyprinus carpio*, a) Fase *neurulasi*, b) Fase *organogenesis*, c) fase *hatching*, d) Larva

Perkembangan embrio ikan mas *Cyprinus carpio* menunjukkan tahapan dimulai dari fase zigot dimana fase ini telur telah terfertilisasi dan kemudian zigot berkembang menjadi fase *cleavage*, *morula*, *blastula* dan *gastrula* dimana pada fase tersebut sel embrio akan aktif membelah dan pada fase tersebut tahapan embrio tidak dapat teramati karena telur ikan mas yang telah terfertilisasi sebelumnya dibiarkan selama 24 jam fungsinya agar telur ikan mas yang telah terfertilisasi dapat dibedakan telur yang berkualitas bagus dan jelek. Sedangkan fase yang dapat teramati dalam penelitian ini adalah fase *neurulasi* dimana fase ini embrio ikan mas mulai membentuk organ kepala, otak dan syaraf. Tahap selanjutnya adalah fase *organogenesis* dimana pada fase ini embrio ikan mas mulai membentuk sirip, pembuluh darah serta insang. Fase selanjutnya yang teramati adalah fase *hatching* (penetasan) fase ini menunjukkan bahwa embrio ikan mas mulai terlihat larva ikan di dalam telur, kemudian bentuk mata serta calon sirip.

Adanya perlakuan pemberian konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 0 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm dalam proses perkembangan

embrio ikan mas tidak berdampak buruk untuk embrio. Terlihat bahwa adanya konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> yang diberikan proses perkembangan embrio ikan mas tetap berlangsung dengan baik dan terlihat (Gambar 10). Menurut Christophers (2009) kristal protein yang dihasilkan *B. thuringiensis* bersifat insektisida adalah protoksin yang jika larut dalam usus serangga akan berubah menjadi polipeptida yang lebih pendek. Berdasarkan hasil pengamatan embrio ikan mas mampu memasuki fase *neurulasi* sampai menjadi larva dalam kurun waktu 45-48 jam. Fase ini dicirikan dengan terbentuknya kuning telur, kepala, otak, saraf, sirip sampai larva. Hasil adanya konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> tidak membahayakan terhadap *hatching rate* embrio ikan mas *C. carpio*. Efektifitas kristal protein *B. thuringiensis* juga dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor spesifikasi dari mikroorganisme dan kerentanan dari organisme target (Simmons dkk., 2012). Menurut Dudek & Ronald (2011), tahapan-tahapan pada fase pembelahan yang terjadi pada ikan mas meliputi (Gambar 11):

#### 1. *Cleavage*

Telur yang telah terfertilisasi mulai membentuk blastodisc dan mulai membelah pada *animal pole* hingga 16 sel. Awalnya akan terbentuk dua sel di *animal pole*, membelah menjadi 4, selanjutnya 8, dan terakhir 16. Ketika sel-sel membelah lagi menjadi 32, maka tahapan morula telah dimulai (Gambar 8A-8H).

#### 2. *Morula*

Sel-sel telur membelah dari 32 menjadi 64 sel. Volume dari *vegetal pole* tetap, dan sel-sel membelah hanya pada bagian *animal pole* yang merupakan ciri dari pembelahan meroblastik pada tipe telur telolesital (Gambar 8I).

#### 3. *Blastula*

Sel-sel membelah dari 64 menjadi 128 sel dan mulai tampak celah yang disebut blastosol di antara blastoderm dan periblas (Gambar 8J).

#### 4. *Gastrula*

Blastodisc membesar dan mulai terbentuk lagi celah atau rongga yang disebut emboli dan epiboli. Pada pengamatan di tahap ini bagian-bagian mulai sukar untuk diamati karena sudah mulai terjadi neurulasi dan organogenesis sehingga sel-sel menebal yang berwarna lebih gelap (Gambar 8K).

5. *Neurulasi*

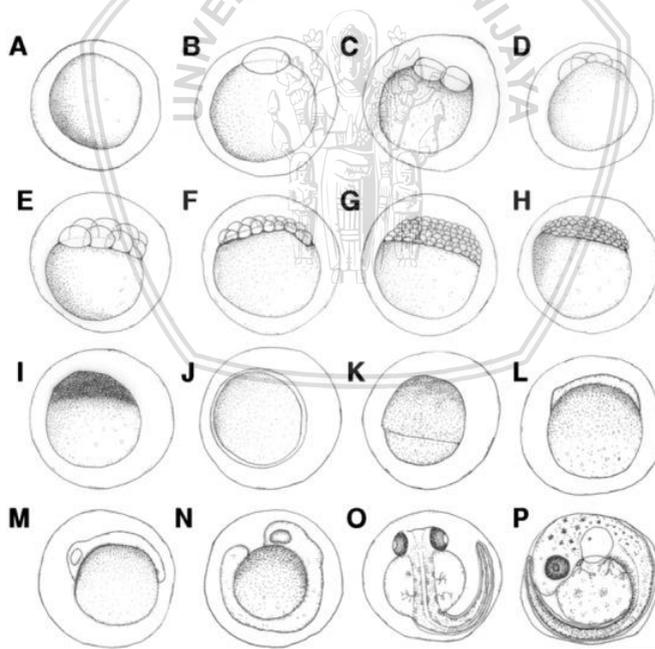
Tahap ini, neurulasi kuning telur yang tertutup oleh blastoderm mengelilingi kutub vegetal dan mulai terbentuk kepala, otak, dan syaraf (Gambar 8L-8M).

6. *Organogenesis*

Tahap ini terjadi pembentukan sirip pektoral, notochord, pembuluh darah, dan insang (Gambar 8N-8O).

7. *Hatching* (penetasan)

Tahap ini tampak larva ikan di dalam telur, mata, saluran respirasi, dan calon sirip terlihat sangat jelas dan hendak menetas (Gambar 8P). Namun masih terdapat yolk pada bagian bawah mulut yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tingkat penetasan atau *hatching rate* dapat dihitung dengan cara membagi jumlah telur yang menetas dibagi dengan total keseluruhan telur yang difertilisasi dan dikalikan 100.

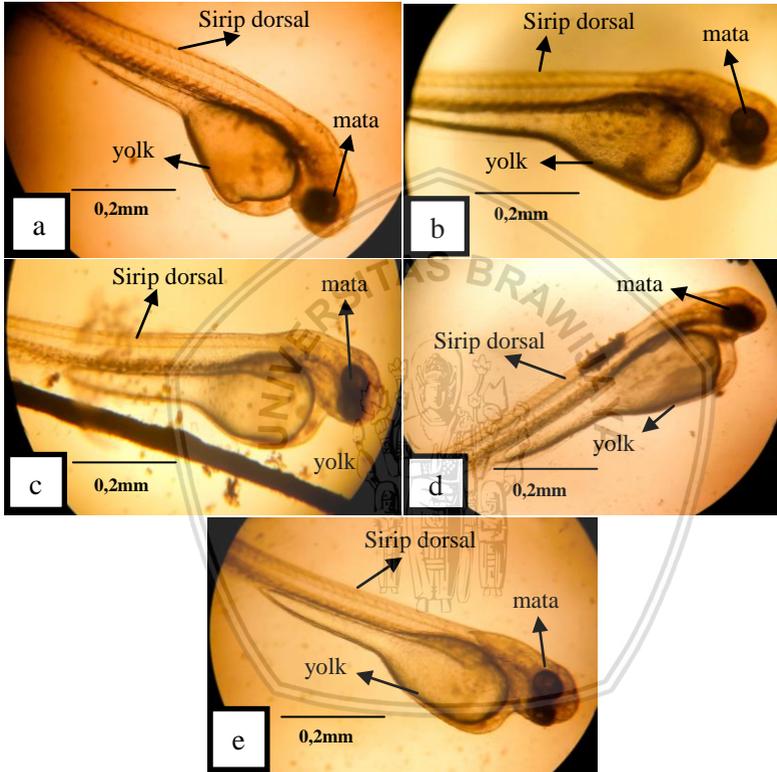


(Park dkk., 2017)

Gambar 11. Tahapan embryogenesis *Cyprinus carpio*

#### 4.5 Perkembangan Larva Ikan Mas *Cyprinus carpio*

Berdasarkan hasil jumlah embrio ikan *hatching* kemudian dilakukan pengamatan lebih lanjut pada larva ikan mas *Cyprinus carpio* yakni dengan melihat kecacatan maupun kerusakan pada organ tubuh larva ikan mas dan hasil dapat dilihat pada (Gambar 12).

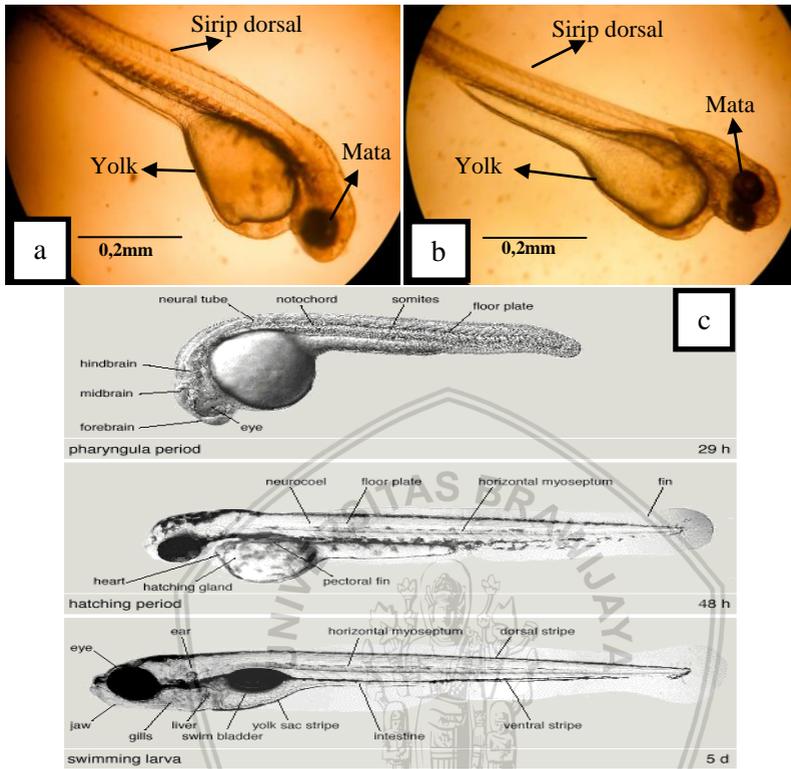


Gambar 12. *Cyprinus carpio*: umur 5 hari (120 jam), a) 0 ppm, b) 10 ppm, c) 15 ppm, d) 20 ppm, e) 25 ppm

Perkembangan ikan mas setelah *hatching* kemudian dilakukan pengamatan selama 5 hari (Gambar 12) merupakan larva ikan mas *Cyprinus carpio* yang berumur 5 hari dan gambar a) merupakan kontrol atau larva ikan mas tanpa diberi perlakuan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup>, b) merupakan larva ikan mas berumur 5 hari yang diberi perlakuan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> sebesar 10 ppm, c) merupakan larva ikan mas berumur 5 hari yang diberi perlakuan

konsentrasi MOSNON™ sebesar 15 ppm, d) merupakan larva ikan mas berumur 5 hari yang diberi perlakuan konsentrasi MOSNON™ sebesar 20 ppm, dan e) merupakan larva ikan mas berumur 5 hari yang diberi perlakuan konsentrasi MOSNON™ sebesar 25 ppm. Hasil perkembangan larva ikan mas *Cyprinus carpio* dari konsentrasi MOSNON™ 0 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm larva ikan mas tidak mengalami kecacatan, hal ini dikarenakan pada hasil di atas tidak ada perubahan morfologi yang signifikan pada kontrol maupun dengan perlakuan konsentrasi MOSNON™ yang berbeda. Karakter atau ciri-ciri yang dimiliki oleh larva ikan mas pada perlakuan kontrol maupun dengan penambahan beberapa konsentrasi MOSNON™ yang berbeda secara garis besar tidak memiliki perbedaan, bahkan hasil perbandingan secara visual dengan penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Kimmel & Ballard (2007) juga tidak menunjukkan adanya perbedaan yang jelas. Pada saat sporulasi *B. thuringiensis* menghasilkan kristal protein yang masih dalam bentuk protoksin. Kristal protein *B. thuringiensis* akan menjadi toksin setelah diaktivasi menjadi toksin yang aktif pada saat enzim protease menghidrolisis kristal protein di dalam *midgut* serangga dan pada intinya kristal protein *B. thuringiensis* akan aktif pada organisme targetnya yang memiliki saluran pencernaan usus bersifat basa (Bravo dkk., 2011).

Menurut Saxena & Stotzky (2001) *Bacillus thuringiensis* membentuk spora pada saat sporulasi yang terjadi pada akhir fase logaritmik dan terbentuknya spora bersamaan dengan terbentuknya kristal protein. Mekanisme kerja dari kristal protein *B. thuringiensis* adalah dengan termakan oleh larva, kemudian protoksin tersebut masuk ke dalam usus dan terlarut oleh asam enzim protease sehingga menjadi toksin yang aktif. Toksin ini secara spesifik akan menempel pada membran-membran sel di dalam usus larva yang bersifat asam dan dalam kurun waktu 1-3 jam, sel-sel akan mengalami gangguan osmotik dikarenakan toksin yang aktif tersebut meningkatkan derajat permeabilitas dinding sel sehingga sel akan mengalami gangguan seperti terbentuknya lubang-lubang pada membran dan mengakibatkan membran pecah (Chen dkk., 2009).



(Kimmel & Ballard, 2007)

Gambar 13. Perbandingan organ *Cyprinus carpio*: a) Kontrol (0 ppm), b) Setelah perlakuan (25 ppm), c) Literatur

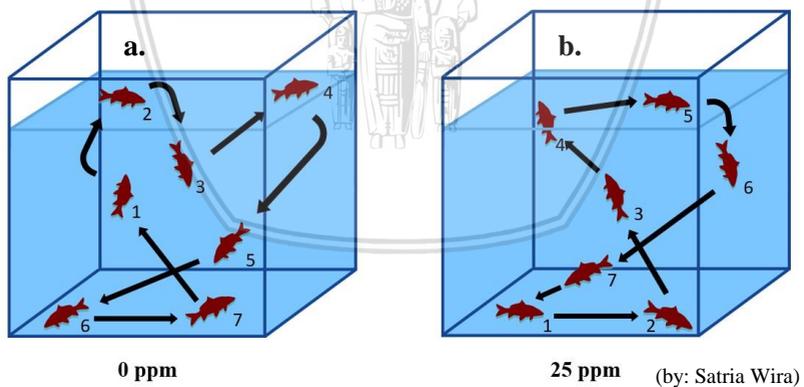
Hasil (Gambar 13) membuktikan bahwa MOSNON™ tidak berpengaruh pada organisme non-target yaitu telur dan larva ikan mas *Cyprinus carpio*, terlihat bahwa larva ikan mas *C. carpio* tidak mengalami kecacatan pada organ tubuhnya dan dapat dilihat pada gambar larva ikan mas dengan konsentrasi MOSNON™ 0 ppm dan konsentrasi MOSNON™ 25 ppm, larva ikan mas yang berumur 5 hari tidak mengalami kerusakan pada organ tubuhnya. Hasil ini membuktikan bahwa MOSNON™ tidak membahayakan organisme non-target khususnya pada larva ikan mas *Cyprinus carpio* walaupun memiliki habitat yang sama dengan organisme target larva nyamuk *A. aegypti*. Infeksi *B. thuringiensis* pada kasus tertentu tidak membunuh larva, tetapi larva masih mampu bertahan hidup dan berhasil menjadi imago. Imago yang terbentuk biasanya berukuran kecil, cacat, waktu

hidupnya lebih pendek dan kemampuan meletakkan telurnya berkurang (Broderick dkk., 2006).

Protoksin *B. thuringiensis* akan aktif pada saluran pencernaan dari organisme target yang bersifat basa seperti pada saluran pencernaan organisme target larva nyamuk *A. aegypti* sehingga protoksin dari *Bacillus thuringiensis* akan larut dalam saluran pencernaan nyamuk *A. aegypti* dan protoksin akan berubah menjadi polipeptida yang bersifat toksik dan kemudian akan aktif berinteraksi dengan sel-sel epitelium di usus nyamuk *A. aegypti* sehingga menyebabkan terbentuknya pori-pori pada sel membran saluran pencernaan nyamuk *A. aegypti* hingga menyebabkan kematian (NPIC, 2015). Efektivitas strain *B. thuringiensis* dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, yaitu instar larva *Aedes aegypti*, makanan, periode pemaparan, kualitas air, strain bakteri, suhu air, adanya toksin di daerah makan larva, dan perilaku makan dari larva *Aedes aegypti* (Chen dkk., 2009).

#### 4.6 Perilaku Ikan Mas *Cyprinus carpio*

Perilaku ikan mas setelah *hatching* pada konsentrasi MOSNON™ 0 ppm atau kontrol dan 25 ppm dapat dilihat pada (Gambar 14).



Gambar 14. Sketsa perilaku larva ikan mas umur 5 hari dengan penambahan MOSNON™: a) Konsentrasi 0 ppm, b) Konsentrasi 25 ppm

Larva ikan mas aktif bergerak mengelilingi akuarium yang memiliki ukuran panjang 22 cm, lebar 22 cm dan tinggi 35 cm dengan isi air 3 liter, terlihat bahwa ikan mas sangat aktif mengelilingi

akuarium dan beberapa saat larva ikan mas berhenti di bagian pojok bawah dan kemudian larva ikan mas melakukan aktivitas lagi. Berikutnya pada konsentrasi MOSNON™ 25 ppm aktivitas larva ikan mas tidak jauh berbeda dengan aktivitas tanpa perlakuan MOSNON™, larva ikan mas yang diberi perlakuan konsentrasi MOSNON™ 25 ppm terlihat pada (Gambar 14). Larva ikan mas melakukan aktivitas seperti pada kontrol. Larva ikan mas melakukan aktivitasnya dari arah pojok bawah kemudian berpindah ke pojok-pojok bagian atas dan kembali lagi seperti awalnya dan perilaku ini sama dengan kontrol. Hasil tersebut menunjukkan larva ikan mas *C. carpio* pada konsentrasi MOSNON™ 0 ppm atau kontrol dan larva ikan mas yang diberi perlakuan konsentrasi MOSNON™ 25 ppm tidak menunjukkan perilaku yang berbeda karena terlihat pada gambar, ikan mas memiliki aktivitas yang sama. Secara normal, pre-larva ikan mas setelah menetas memiliki bagian mulut dan anus yang menutup dan sirip pectoral sudah terbentuk, selanjutnya pada tahapan post-larva akan mulai terpisah sirip bagian anal dan membran belakangnya hingga mencapai tahapan sebagai juvenile, tubuh ikan akan mulai tertutup dengan sisik (Park dkk., 2017).

Menurut Alimuddin dkk., (2009) tingkah laku sosial ikan mas diawali dengan daya tarik, kemudian dilanjutkan dengan pendekatan. Setelah terjadi pendekatan kemudian dilanjutkan dengan agregasi/pengelompokan, dan akhirnya dilakukan kerjasama. Tujuan dari tingkah laku *social* adalah untuk pemeliharaan baik individu, kelompok maupun spesies. Ikan berenang secara berkelompok, hal ini jelas merupakan suatu bentuk organisasi *social*. Biasanya individu dalam suatu kelompok ikan terdiri atas satu spesies, memiliki ukuran yang hampir sama, tidak memiliki pemimpin, serta semua individu melakukan aktivitas sama dalam waktu yang sama pula. Hal ini menjelaskan bahwa perilaku *social* ikan terdiri atas perilaku “*school*” dan “*shoal*”.

Istilah *school* untuk mendeskripsikan kelompok ikan yang berenang bersama-sama dengan kecepatan sama, berorientasi paralel, dan memiliki jarak terdekat antar ikan dan konstan. Terbentuknya *school* tersebut karena adanya respon *social* yang positif antara individu yang satu dengan yang lain, bukan karena sama-sama merespon suatu faktor lingkungan. Jadi kelompok ikan yang terbentuk ketika beberapa ekor ikan mendekati suatu stimulus eksternal (misalnya makanan) bukanlah suatu *school*, karena kelompok ini akan bubar begitu stimulusnya hilang. ikan memperoleh banyak manfaat

dari perilaku *shoaling* termasuk pertahanan terhadap predator (melalui deteksi pemangsa yang lebih baik dan dengan menipiskan kemungkinan penangkapan individu), meningkatkan keberhasilan mencari makan, dan keberhasilan yang lebih tinggi dalam mencari pasangan (Hamada dkk., 1998).



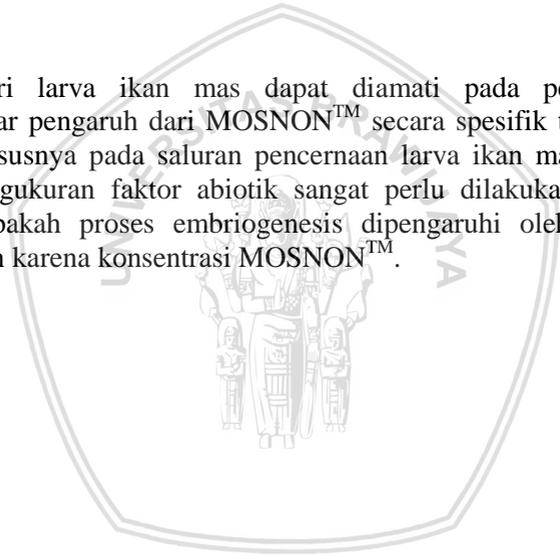
## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

MOSNON<sup>TM</sup> tidak mempengaruhi proses *hatching* telur ikan mas *Cyprinus carpio* dan telur ikan mas mampu *hatching* total seluruhnya dalam kurun waktu 45-48 jam. MOSNON<sup>TM</sup> tidak mempengaruhi perkembangan larva ikan mas *Cyprinus carpio* dan larva ikan mas yang diberikan konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 0 ppm maupun konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup> 25 ppm tidak nampak kecacatan pada kedua organ tubuh larva ikan mas.

### 5.2 Saran

Organ dari larva ikan mas dapat diamati pada penelitian selanjutnya agar pengaruh dari MOSNON<sup>TM</sup> secara spesifik terhadap morfologi khususnya pada saluran pencernaan larva ikan mas dapat diketahui. Pengukuran faktor abiotik sangat perlu dilakukan untuk mengetahui apakah proses embriogenesis dipengaruhi oleh faktor abiotik ataupun karena konsentrasi MOSNON<sup>TM</sup>.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, L. I., Ath-thar M. H. F., Muluk C., Carman O. & Sumantadinata K. 2009. Aktivitas Promoter a-aktin Ikan Medaka Jepang (*Oryzias latipes*) pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor. Disertasi
- Beaumont & Hoare. 2003. **Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture**. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Inc. USA: 128.
- Bravo, A., Likitvivanavong, S., Gill, S. S. & Soberón, M. 2011. *Bacillus thuringiensis*: a story of a successful bioinsecticide. *Insect biochemistry and molecular biology*. 41(7): 423-431.
- Broderick, N. A., Raffa, K. F. & Handelsman, J. 2006. Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103(41): 15196-15199.
- Campbell, N. A., J.B. Reece & L. G. Mitchell. 2004. **Biologi: Edisi Kelima Jilid 3**. Erlangga. Jakarta.
- Christophers, S. R. 2009. ***Aedes aegypti* (L) the yellow fever mosquito: Its life history, bionomics and structure**. Cambridge University Press. New York.
- Chen, J., Aimanova, K. G., Pan, S., & Gill, S. S. 2009. Identification and characterization of *Aedes aegypti* aminopeptidase N as a putative receptor of *Bacillus thuringiensis* Cry11A toxin. *Insect biochemistry and molecular biology*. 39(10): 688-696.
- Dudek & Ronald W. 2011. **Embryology: 5<sup>th</sup> Edition**. Lippincott William & Wilkins. United Kingdom.
- Fimantin, I. T., A. Sudaryono & R. A. Nugroho. 2015. Pengaruh kombinasi omega-3 dan klorofil dalam pakan terhadap fekunditas, derajat penetasan dan kelulushidupan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*, L.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(1): 19-25.
- Gama, Z. P., Nakagoshi, N. & Setyowati, F. 2013. Toxicity studies for indigenous *Bacillus thuringiensis* isolates from Malang city, East Java on *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*. 3(2): 111-117.

- Gomon, M. F. & Dianne, J.B. 2010. *Cyprinus carpio* in fishes of Australia. <http://fishesofaustralia.net.au/home/species/3964>. Diakses tanggal 9 November 2017.
- Gosh, A.K., S. Biswas, L. Sarder, W. Sabbir & S.M.B. Rahaman. 2012. Induced breeding, embryonic and larval development of Koi carp (*Cyprinus carpio*) in Khulna, Bangladesh. *Mesopotamian Journal of Marine Science*. 27 (1): 1 - 14.
- Hamada K, Tamaki K, Sasado T, Watai Y, Kani S, Wakamtsu Y, Ozato K, Kinoshita M, Kohno R, Takagi S & Kimura M. 1998. Usefulness of the medaka  $\beta$ -actin promoter investigated using a mutant GFP reporter gene in transgenic medaka *Oryzias latipes*. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. 7:173-180.
- Harvestariake. 2017. Mosnon TB. <https://harvestariake.co.id/en/product/mosnon-tb/>. Diakses pada tanggal 9 November 2018.
- Hesse, R. R. 2007. Dengue virus evolution and virulence models. *Clinical Infectious Diseases*. 44(11): 1462-1466.
- Hidayani, A. A., Carman, O. & Alimuddin. 2010. Efektivitas Promoter  $\beta$ -Aktin Dalam Mengalahkan Ekspresi Gen Target Pada Transgenesis Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurusan Perikanan. FIKP Universitas Hasanuddin. Makassar. Skripsi.
- Icoz, I., Saxena. D, Androw, D. A., Zwahlen, C. & Stotzky, G. 2008. Microbial populations and enzyme activities in soil *in situ* under transgenic corn expressing Cry proteins from *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Environmental Quality*. 37: 647-662.
- Katayama, M. 2000. **Fauna Jaonica Serranidae (Piscea) Biographical Society of Japan**. Tokyo new Service. Ltd. Ginza Nishi. Japan.
- Kato, K., Takagi, M., Tamaru, Y., Akiyama S-1, Konishi, T., Murata, O. & Kumai, H. 2007. Construction of an expression vector containing  $\beta$ -actin promoter region for gene transfer by microinjection in Red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*. 73: 440-445.
- Kimmel, C. B. & W. W. Ballard. 2007. **Stages of Embryonic Development of The Zebrafish**, 3<sup>rd</sup> Ed. Institute of Neuroscience, University of Oregon, Eugene.
- Kobayashi, S-I, Alimuddin., Morita, T., Miwa, M., Lu, J., Endo, M., Takeuchi, T., & Yoshizaki, G. 2007. Transgenic Nile tilapia

- Oreochromis niloticus* over-expressing growth hormone show reduced ammonia excretion. *Aquaculture*. 270: 427-435.
- Lambrechts, L., Paaijmans, K. P., Fansiri, T., Carrington, L. B., Kramer, L. D., Thomas, M. B. & Scott, T.W. 2011. Impact of daily temperature fluctuation on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 108 (18): 7460-7465.
- Nam, Y. K., Noh, J. K., Cho, Y. S., Cho, H. J., Cho, K. N., Kim, C. G. & Kim, D. S. 2013. Dramatically accelerated growth and extrardinary gigantism of transgenic Mud loach *Misgurnus mizolepis*. *Transgenic Research*. 10: 353-362.
- Nasshkumar, A., Marugan, K., Baruah, I., Madyazhagan & T., Natraj. 2012. Larvicidal potentiality, longevity and fecundity inhibitory activities of *Bacillus sphaericus*(Bs G3-IV) on vector mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal of Entomological and Acarological Research*. 12: 79-84.
- National Pesticide Information Center (NPIC). 2015. *Bacillus thuringiensis* general fact sheet. Oregon State University. U.S.
- Pandey R. & Shukla. 2010. Randall (Eds). **Fish Physiology**, Vol. III. Academic Press. Inc. New York.
- Park, J. M., Mun, S. J., Yim, H. S., & Han, K. H. 2017. Egg development and larvae and juveniles morphology of carp, *Cyprinus carpio* in Korean. *Development & Reproduction*. 21(3): 287-295.
- Pigott, C. R. & Ellar, D. J. 2007. Role of receptors in *Bacillus thuringiensis* crystal toxin activity. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 71(2): 255-281.
- Poopathi, S. & Tyagi, B.K. 2006. The challenge of mosquito control strategies: from primordial to molecular approaches. *Journal Biotechnology and Molecular Biology Review*. 1(2): 51-65.
- Regis, L., Silva, S.B., Santos, M.A. 2000. The use of bacterial larvicides in mosquito and back fly control programmes in Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 95: 207-210.
- Ristianadewi, P. 2016. Bioassay MOSNON™ as Biolarvacide Towards *Aedes aegypti* Larvae. *Proceeding of the 6th Annual Basic Science International Conference*. Malang.
- Robert, J. S. 2004. **Embryology, Epigenesis and Evolution**. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

- Rusch, A., Suchail, S., Valantin, M., Sarthou, J. & Roger, E. 2012. nutritional state of the pollen parasitoid *Tersilochus heterocerus* foraging in the field. *Journal of Biocontrol. Swedia*. 58(1): 223-231.
- Sanahuja, G., Banakar R., Twyman, R.M., Capell, T. & Christou, P. 2011. *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial application. *Journal of Plant Biotechnology*. 9: 283-300.
- Sapkale, P. H., R. K. Singh & A. S. Desai. 2011. Optimal water temperature and pH for development of eggs and growth of spawn of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Applied Animal Research*. 39 (4): 339-345.
- Satyani, D. 2007. **Reproduksi dan Pembenihan Ikan Hias Air Tawar**. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Saxena, D., & Stotzky, G. 2001. *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin released from root exudates and biomass of Bt corn has no apparent effect on earthworms, nematodes, protozoa, bacteria, and fungi in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 33(9): 1225-1230.
- Schunemann, R., Neiva, K., Lidia, M. F. 2012. **Mode of action and specificity of *Bacillus thuringiensis* toxins in the control of caterpillars and stink bugs in soybean culture**. Universidade do Vale do Rio dos Sino. Rio De Janeiro.
- Shukla. 2010. **Fish and Fisheries**. Rakesh Kumar Rastogi. New Delhi.
- Simmons, C. P., Farrar, J. J., van Vinh Chau, N., & Wills, B. 2012. Dengue. *The New England Journal of Medicine*. 366: 1423-1432.
- Siregar, J. 2014. Embriogenesis dan perkembangan larva ikan mas (*Cyprinus carpio*) strain Cangkringan. Program studi Budidaya Perikanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Skripsi.
- Suwandi, J. F., Josua, T.H. 2017. **Pengendalian vektor virus Dengue dengan metode Release of Insect Carrying Dominant Lethal (RIDL)**. Universitas Lampung. Lampung. Disertasi.
- Waage, J. 2012. **Biological control: measures of success**. G. Gurr, & S. Wratten (Eds.). Springer Science & Business Media. UK.
- Walsh, J. C., Venter, O., Watson, J. E., Fuller, R. A., Blackburn, T. M., & Possingham, H. P. 2012. Exotic species richness and native species endemism increase the impact of exotic species

- on islands. *Global Ecology and Biogeography*. 21(8): 841-850.
- WHO. 2009. **Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control** – New edition. World Health Organisation and the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. WHO Press. Geneva
- Wirth, M. C. 2010. Mosquito resistance to bacterial larvicidal toxins. *Journal of Toxicology*. 3: 126-40.
- Woyanovich, E. & Horvath, L. 2011. The artificial propagation of warm-water finfish – a manual for extension. *FAO Fisheries Technical Paper*: 201.

