

UJI COBA BIOINSEKTISIDA TERHADAP LARVA *Anopheles spp.* DI HABITAT SUNGAI PADA MUSIM KEMARAU

Yamtana*, Damar Tri Boewono#, Soeyoko⁺

Abstract

The objective of the study was to determine the differences of the killing power effect amongst three type of bioinsecticides on *Anopheles spp* larvae living at puddles on river habitation during dry season. The type of the study was quasi experimental, and the treatment was aimed at puddles which act as breeding places for *Anopheles spp* on three river habitation in Kokap Sub-District, Kulon Progo Regency, Yogyakarta Province. The treatment were conducted by dripping a dose of 1 liter/ha liquid formulation of *B. thuringiensis* H-14 bioinsecticides to each of 15 puddles at Progo River; spreading a dose of 500 mg/ha granule formulation of *B. thuringiensis* bioinsecticides H-14 to each of 15 puddles at Tegiri River; and spreading a dose of 500 mg/ha granule formulation of *B. sphaericus* H-5a5b to each of 15 puddles at Geseng River. The control groups for each treatment were five puddles at the same river and were treated by blank formulation. Data was analyzed using Anova test version 10.0 for windows, and was followed by comparing only those in the treatment group using Duncan test.

Liquid formulation of *B. thuringiensis* H-14, granule formulation of *B. thuringiensis* H-14, and granule formulation of *B. sphaericus* H-5a5b affected the decrease of *Anopheles spp* larvae density for more than 70% for 7 days, 7 days, and 14 days respectively. As Anova test showed a very significant differences ($p < 0.01$), it can be concluded that there were significant differences of the killing power effect amongst the three type of bioinsecticides on the density of *Anopheles spp* larvae living at puddles on river habitation during dry season.

Keywords : Bioinsecticides, *Anopheles spp*, River Habitation, Dry Season

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Kokap di Kabupaten Kulon Progo merupakan daerah endemis malaria, dimana angka kesakitan malaria di daerah tersebut merupakan yang tertinggi di Propinsi D.I. Yogyakarta. Sejak tahun 1995, angka *Annual Parasite Incidence (API)* malaria selalu meningkat, di mana pada tahun 2001 mencapai 501,99 %⁽¹⁾.

Wilayah Kecamatan Kokap merupakan daerah pegunungan dengan banyak sungai yang secara alami terisi air sepanjang tahun. Air yang mengisi badan sungai ini berasal dari mata air. Karena banyak genangan air di sungai-sungai tersebut yang terlindung oleh

tumbuh-tumbuhan namun sinar matahari masih dapat menembus masuk, tempat tersebut cocok sebagai tempat perkembangan larva vektor malaria *An. balabacensis* dan *An. maculatus* ⁽²⁾.

Di Kecamatan Kokap telah ditemukan spesies-spesies *An. maculatus*, *An. balabacensis*, dan *An. Flavirostris*. Dua di antara spesies tersebut yang dominan dan telah dilaporkan sebagai vektor malaria ialah *An. maculatus* dan *An. balabacensis* ^(3, 4).

Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dan *B. sphaericus* H-5a5b dilaporkan cukup efektif membunuh larva nyamuk⁽⁵⁾. Kedua bioinsektisida tersebut ketika digunakan untuk pengendalian larva nyamuk vektor

* Staf Pengajar Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Depkes Yogyakarta

Balai Penelitian Vektor & Reservoir Penyakit, Salatiga

⁺ Bagian Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

akan lebih mendukung kelestarian lingkungan daripada penggunaan insektisida kimia yang selalu menimbulkan efek samping, seperti: resistensi, pencemaran lingkungan, dan membunuh hewan yang bukan sasaran⁽⁶⁾.

Di bidang pengendalian vektor, *Bacillus sphaericus* serotipe H-5a5b dan *Bacillus thuringiensis* serotipe H-14 mendapat perhatian khusus dari WHO, karena sangat toksik dan bersifat selektif (hanya membunuh larva nyamuk dan larva lalat hitam), aman terhadap manusia, aman terhadap hewan lain yang bukan sasaran, serta ramah lingkungan⁽⁷⁾; tetapi permasalahannya adalah belum diketahuinya apakah bioinsektisida tersebut dapat dipergunakan untuk mengendalikan kepadatan larva *Anopheles* spp. di habitat sungai?

Penelitian ini bertujuan ingin mengetahui perbedaan pengaruh daya bunuh dari tiga jenis bioinsektisida terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai pada musim kemarau.

Sedangkan hipotesis penelitian ini adalah: ada perbedaan pengaruh daya bunuh antar tiga jenis bioinsektisida terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. di habitat sungai daerah permukiman penduduk pada musim kemarau.

2. BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental semu (*quasi experimental*), dengan rancangan *multiple time series design*.

Banyaknya ulangan dihitung dengan menggunakan rumus: $(t-1)(R-1) > 15$, dan diperoleh jumlah

ulangan sebanyak 10 kali untuk setiap perlakuan.

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu bioinsektisida *B. Thuringiensis* H-14 formulasi cair; *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula. Sedangkan variabel tergantung yang diteliti adalah kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air.

Lokasi penelitian adalah di tiga habitat Sungai Progo, Tegiri dan Geseng, yang berada di wilayah Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Propinsi D.I. Yogyakarta. Setiap sungai dibagi menjadi dua area, yaitu sungai bagian bawah sebagai kelompok perlakuan, dan bagian atas sebagai kelompok kontrol. Luas setiap kobakan air berkisar antara 0,6–10 m².

Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: 1) mengukur dan mencatat temperatur air dan pH air; 2) menghitung kepadatan larva *Anopheles* spp. sebelum aplikasi; 3) melakukan aplikasi dengan cara meneteskan bioinsektisida formulasi cair, dan menaburkan bioinsektisida formulasi granula; dan 4) mengevaluasi yaitu menghitung kepadatan serta prosentase reduksi larva *Anopheles* spp. setelah aplikasi bioinsektisida pada hari ke 1, 2, 4, 7, 14, 21, dan 28. Prosentase reduksi dihitung dengan formula Mulla⁽⁸⁾.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan *One Way anova test* dari program SPSS versi 10.0. for windows

Formula Mulla

$$\text{Prosentase reduksi} = 100 - \frac{C1 \times T2}{T1 \times C2} \times 100\%$$

Keterangan:

C1 = Jumlah larva *Anopheles* spp di daerah kontrol sebelum p
C2 = Jumlah larva *Anopheles* spp di daerah kontrol sesudah p
T1 = Jumlah larva *Anopheles* spp di daerah perlakuan sebelum
T2 = Jumlah larva *Anopheles* spp di daerah perlakuan sesudah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Kecamatan Kokap memiliki wilayah seluas 73,79 km², yang terdiri dari lahan pekarangan 75,5 %, lahan hutan 10,94 %, lahan bangunan/halaman 5,25 %, lahan sawah 1,33 %, serta sisanya merupakan daerah aliran sungai. Nama-nama sungai di Kecamatan Kokap adalah Geseng, Tegiri, Progo, Kebon Dalem, Segedhoh, Gunung Kukusan, Kedungsole, Kedunglongan, Ngrancah, Plampang, Kalirejo, dan Jambon.

Rerata kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air kelompok kontrol sebelum diaplikasi dengan ketiga jenis bioinsektisida adalah 6,24 ekor/ciduk. Pada kobakan air yang diaplikasi bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dosis 1 l/ha, diperoleh prosentase reduksi larva *Anopheles* spp. pada pengamatan hari pertama sebesar 97,80 % dan hari ke 28 sebesar 26,84 %.

Adapun setelah diberi perlakuan bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula dengan dosis 500 gr/ha, prosentase reduksi larva *Anopheles* spp. pada hari pertama dijumpai sebesar 100 %, dan pada hari ke 28 sebesar 39,03 %. Sedangkan setelah aplikasi bioinsektisida *B. sphaericus* H-5a5b

formulasi granula dengan dosis 500 gram/ha, diperoleh prosentase reduksi larva *Anopheles* spp. pada hari ke 1 sebesar 30,30 %, dan pada hari ke 28 sebesar 38,34 % (Tabel 1, 2, dan 3).

Hasil dari uji statistik *Anova* diperoleh nilai F hitung = 32,281; dan $p = 0,000$; yang berarti hipotesis diterima. Jadi ada perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,01$) antara perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. di habitat sungai pada musim kemarau. *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula adalah bioinsektisida yang paling efektif, dan *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula adalah yang kurang efektif.

3.2. Pembahasan

a. Bioinsektisida untuk pengendalian kepadatan larva *Anopheles* spp

Setelah bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dan *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula diteteskan dan ditaburkan, spora kristal delta endotoksin akan cepat menyebar rata meliputi seluruh permukaan air. Keadaan ini mendorong larva *Anopheles* spp. lebih mudah dan lebih cepat menelan endotoksin *B. thuringiensis* H-14 tersebut, sehingga larva *Anopheles* spp. akan segera mati.

Tabel 1.
Prosentase reduksi larva *Anopheles* sesudah aplikasi *B. thuringiensis* H-14 formulasi pada kobakan air di habitat Sungai Progo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, D

No	Pengamatan kepadatan larva <i>Anopheles</i> spp. pada	Kepadatan larva <i>Anopheles</i> (ekor/ciduk)	
		Kobakan Kontrol	Kobakan Perlakuan
1.	1 hari sebelum aplikasi	6,24	6,24
2.	Sesudah aplikasi hari ke 1	6,34	39,03

Menurut WHO ⁽⁷⁾, spora kristal delta endotoksin *B. thuringiensis* H-14 mempunyai efek daya bunuh

Tabel 2.
 Prosentase reduksi larva *Anopheles* spp
 sesudah aplikasi *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula dosis 500 gr/ha
 pada kobakan air di habitat Sungai Tegiri, Desa Hargowilis,
 Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta

No	Pengamatan kepadatan larva <i>Anopheles</i> spp. pada	Kepadatan larva <i>Anopheles</i> spp. (ekor/ciduk)		Prosentase reduksi (%)
		Kobakan Kontrol	Kobakan Perlakuan	
1.	1 hari sebelum aplikasi	6,24	4,00	
2.	Sesudah aplikasi hari ke 1	6,34	0,00	100,00
3.	2	6,29	0,09	97,53
4.	4	6,47	0,40	90,64
5.	7	6,51	0,88	79,03
6.	14	5,83	1,20	67,59
7.	21	5,34	1,78	48,28
8.	28	5,20	2,05	39,03

Keterangan :
 pH air : 7 – 7,5
 Suhu air : 26 – 29 °C.

Menurut WHO ⁽⁷⁾, spora kristal delta endotoksin *B. Thuringiensis* H-14 mempunyai efek daya bunuh sangat cepat; dimana hanya dalam beberapa menit setelah pendedahan larva nyamuk akan mati. Selain itu, Abbot ⁽⁹⁾ menerangkan bahwa

bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dapat mengendalikan semua instar larva nyamuk, dan dapat dievaluasi 1-4 jam sesudah aplikasi, tetapi tidak lebih dari 7 hari.

Pada pengamatan hari ke 4 sampai dengan hari ke 28 setelah aplikasi, terjadi kenaikan kepadatan larva *Anopheles* spp., hal ini disebabkan karena: a) pada hari ke dua, bioinsektisida dapat menyebar meliputi seluruh permukaan air di kobakan, sehingga hampir semua larva *Anopheles* spp. mempunyai peluang untuk memakan spora kristal delta endotoksin, yang akhir-

nyamuk yang meletakkan telur di kobakan air.

Pengaruh aplikasi bioinsektisida terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. dengan prosentase reduksi lebih dari 70 %, untuk *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dapat bertahan selama 7 hari, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula bertahan selama 7 hari, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula bertahan selama 14 hari.

Tabel 3.

Prosentase reduksi larva *Anopheles* spp. sesudah aplikasi *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula dosis 500 gram/ha pada kobakan air di habitat Sungai Geseng, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta

No	Pengamatan kepadatan larva <i>Anopheles</i> spp. pada	Kepadatan larva <i>Anopheles</i> spp. (ekor/ciduk)		Prosentase reduksi (%)
		Kobakan Kontrol	Kobakan Perlakuan	
1.	1 hari sebelum aplikasi	6,24	5,40	
2.	Sesudah aplikasi hari ke 1	6,34	3,86	30,30
3.	2	6,29	0,26	95,18
4.	4	6,47	0,64	89,04
5.	7	6,51	1,26	78,13
6.	14	5,83	1,53	70,14
7.	21	5,34	1,66	64,16
8.	28	5,20	2,81	38,34

Keterangan :
 pH air : 7 – 8
 Suhu air : 27 – 29 °C.

pada hari ke 1 sampai dengan hari ke 28, efektivitas bioinsektisida telah mengalami penurunan; c) pada hari ke dua kemungkinan terdapat telur nyamuk yang belum menetas atau pada waktu tersebut terdapat

kepadatan larva *Anopheles* spp. Hasil uji Anova terhadap data pengamatan setelah perlakuan antara tiga jenis bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi

granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai pada musim kemarau, diperoleh nilai F hitung = 32,281; dan $p = 0,000$; ini berarti hipotesis penelitian diterima yaitu ada perbedaan pengaruh yang sangat bermakna ($p < 0,01$) di antara perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai daerah permukiman penduduk pada musim kemarau.

Adanya perbedaan tersebut disebabkan karena walaupun bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dengan *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula mempunyai bahan dasar yang sama, kedua bioinsektisida tersebut mempunyai daya bunuh yang berbeda terhadap larva sasaran, berbeda dalam kemasannya, serta berbeda dalam pembuatannya.

Menurut Soedarmo⁽¹⁰⁾, perbedaan antara formulasi cair dan formulasi granula, biasanya terletak pada komposisi bahan aktif dan bahan pembawanya. Bahan pembawa pada formulasi cair, terdiri atas bahan pelarut dan bahan perata, sedangkan bahan pembawa pada formulasi granula terdiri atas *talk* dan kuarsa serta bahan perekat. Untuk aplikasinya, formulasi granula lebih mudah bila dibandingkan dengan formulasi yang lainnya.

Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dan *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula mempunyai pengaruh daya bunuh yang berbeda terhadap larva nyamuk, walaupun kedua jenis bioinsektisida ini berasal dari bahan dasar yang sama. Hal ini

sesuai dengan penelitian Seregeg dan Sukirno⁽¹¹⁾, yang melakukan uji coba *B. thuringiensis* H-14 bentuk cair dan *B. thuringiensis* H-14 bentuk tepung terhadap larva *Culex* spp. di air selokan tercemar di Jakarta, di mana hasilnya ternyata *B. Thuringiensis* H-14 bentuk tepung mempunyai pengaruh daya bunuh yang lebih baik daripada *B. thuringiensis* H-14 bentuk cair.

Perbedaan tersebut terletak karena adanya perbedaan dalam formulasi, kemasan, dan pembuatannya, disamping itu juga karena terdapat perbedaan faktor lingkungan fisik, kimia, biologis yang juga dapat mempengaruhi efektivitas bioinsektisida terhadap larva sasaran di lapangan. Hal ini sesuai dengan pendapat Arunachalalm dkk⁽¹²⁾, yang mengemukakan bahwa daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dipengaruhi antara lain oleh jenis formulasinya.

Perbedaan yang terjadi pada penelitian ini, antara lain disebabkan karena faktor lingkungan fisik seperti kondisi kobakan yang tidak bertambah airnya. Dengan demikian luas permukaan air dalam kobakan tidak bertambah, tetapi justru menyusut akibat adanya penguapan air yang tinggi pada musim kemarau. Selain itu di dalam kobakan air terdapat sampah dedaunan dan ranting, seperti daun/ranting bambu, jati, mahoni, rumput, serta zat organik lainnya yang mengalami proses pembusukan, yang mana hal ini akan mempengaruhi kualitas air dalam kobakan. Kualitas air ini antara lain terwujud dengan adanya perubahan kandungan oksigen *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*. Perubahan kualitas air dalam kobakan ini kemungkinan dapat mengganggu atau mengurangi efek-

tivitas daya bunuh bioinsektisida. Kondisi demikian juga dilaporkan oleh Lee dkk⁽¹³⁾ dan Kramer⁽¹⁴⁾ yang menyatakan bahwa daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti iklim dan sinar matahari.

Jenis/bahan dasar dari tempat penampungan air (TPA) atau kobakan air dan macam endapannya, berupa sampah dedaunan yang tenggelam, lumpur, pasir, dan kerikil akan memudahkan bioinsektisida yang mengendap meresap/masuk ke dalam pori-pori dasar kobakan air. Kondisi seperti ini dapat mengurangi kesempatan larva *Anopheles* spp. dalam menelan atau memakan spora kristal delta endotoksin dari bioinsektisida yang bersangkutan. Hal yang sama ditemui dalam penelitian yang dilakukan oleh Salamun⁽¹⁵⁾, yang menyimpulkan bahwa efektivitas daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dan *B. sphaericus* H-5a5b terhadap larva *Ae. aegypti* sangat dipengaruhi oleh tipe/jenis TPA. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa, efektivitas daya bunuh bioinsektisida yaitu berturut-turut dari yang tinggi ke rendah adalah tipe TPA semen, plastik, dan tanah liat. Selain itu, Ramoska dkk⁽¹⁶⁾ dan Mulla dkk⁽⁸⁾ mengemukakan bahwa, jenis/bahan dasar dari tempat penampungan air (TPA) dan macam endapannya dapat mempengaruhi daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14.

Lingkungan biologis yang terdapat di kobakan air di lokasi penelitian antara lain, dari golongan hewan seperti berudu, anggang-anggang, katak, dan jasad renik lainnya; sedangkan dari golongan tumbuhan misalnya ganggang, lumut. Lingkungan biologis tersebut

sedikit banyak akan mempengaruhi efektivitas daya bunuh bioinsektisida, karena tidak menutup kemungkinan biota air tersebut ikut memakan/ menyerap spora kristal delta endotoksin dari bioinsektisida yang bersangkutan. Keadaan tersebut sesuai dengan hasil penelitian Blondine dkk⁽¹⁷⁾, yang melakukan uji coba di lapangan *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair terhadap larva *An. barbirostris* pada kolam tanpa vegetasi, kolam dengan vegetasi rumput, dan kolam dengan vegetasi lumut. Hasil uji menunjukkan bahwa prosentase reduksi larva *An. barbirostris* pada kolam bervegetasi lumut lebih rendah daripada kedua kolam yang lainnya.

Mulla dkk⁽¹⁸⁾, menyatakan bahwa prosentase reduksi larva pada kolam bervegetasi lumut lebih rendah daripada kolam tanpa vegetasi dan kolam bervegetasi rumput. Hal tersebut terjadi karena keberadaan lumut dapat mempengaruhi aktivitas dan daya gerak larva serta penyebaran spora kristal delta endotoksin *B. thuringiensis* H-14, sehingga kemampuan makan larva terhambat. Dengan adanya spora kristal delta endotoksin di daerah makan larva (*larval feeding zone*) dan perilaku makan dari spesies nyamuk sasaran merupakan faktor yang mempengaruhi daya bunuh *B. Thuringiensis* H-14.

Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, jika diaplikasikan akan menyebabkan spora kristal delta endotoksin cepat menyebar ke seluruh permukaan air, di mana pada akhirnya dengan cepat dan mudah dimakan/ditelan oleh larva *Anopheles* spp..

Namun demikian pengaruh daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis*

H-14 formulasi cair, dalam aplikasinya di lingkungan alam akan segera cepat menghilang. Pada bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, karena bentuknya butiran maka perlu waktu untuk menyerap air guna melarutkan spora kristal delta endotoksin sedikit demi sedikit. Sehingga spora kristal delta endotoksin dari bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula mempunyai pengaruh daya bunuh lebih tahan lama daripada formulasi cair terhadap larva *Anopheles* spp. Hal demikian sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kirnowardoyo dkk⁽¹⁹⁾, bahwa bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi briket cukup baik untuk kegiatan pengendalian *An. sondaicus* dibandingkan dengan formulasi granula dan formulasi cair. Keadaan tersebut juga sesuai dengan pendapat Arunachalam dkk⁽¹²⁾, yang mengemukakan bahwa daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dipengaruhi oleh jenis formulasinya.

Penelitian ini dilaksanakan pada akhir musim kemarau panjang, sehingga faktor lingkungan seperti iklim tentunya akan mempengaruhi terjadinya peningkatan penguapan air di kobakan dan peningkatan temperatur air, sehingga volume/luas permukaan air akan menyusut. Dalam penelitian ini penyusutan volume/luas permukaan air terjadi secara drastis, bahkan ada air kobakan yang sampai mengering. Kondisi dan kejadian ini tentu juga dapat mempengaruhi efektivitas daya bunuh bioinsektisida yang bersangkutan terhadap larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai. Keadaan seperti ini menurut Lee dkk⁽¹³⁾ dan Kramer⁽¹⁴⁾, disebabkan karena faktor lingkungan

seperti iklim dan sinar matahari dapat mempengaruhi daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14.

Lee dkk⁽¹³⁾, juga melaporkan bahwa jumlah spora kristal delta endotoksin *B. thuringiensis* H-14 adalah sama banyak, baik di permukaan maupun dasar air pada hari ke 3 dan ke 7 sesudah aplikasi. Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 mempunyai pengaruh daya bunuh yang berbeda karena perbedaan kemasan dan pembuatannya, di samping itu juga faktor lingkungan fisik, kimia, biologis dapat pula mempengaruhi efektivitas bioinsektisida terhadap larva sasaran. Selain itu faktor lingkungan, kondisi alamiah air, bentuk formulasi, pembuangan dan penambahan air pada tempat perindukan larva juga merupakan faktor yang dapat berpengaruh terhadap aktivitas bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14.

Uji coba pengaruh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 terhadap larva *Anopheles* spp. menunjukkan bahwa efektivitasnya berkisar antara 6-7 hari. Tidak ada perbedaan yang bermakna antara berbagai dosis aplikasi yang digunakan, baik untuk *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair ataupun *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula⁽²⁰⁾.

B. thuringiensis H-14 merupakan bakteri yang dapat dikomersialkan dan efektif untuk mengendalikan larva nyamuk. Temperatur air di setiap kobakan baik pada kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol berkisar antara 26–29 °C, dan pH air 7–8. Kondisi seperti ini merupakan temperatur dan pH yang baik bagi perkembangan larva nyamuk, dan kondisi yang normal untuk spora kristal delta endotoksin *Bacillus thuringiensis* H-14.

Laporan lain menyatakan bahwa efek residual bioinsektisida dipengaruhi oleh kualitas air tempat perindukan nyamuk ⁽⁸⁾, termasuk kadar garam ⁽¹³⁾, kandungan zat organik ⁽²¹⁾, zat makanan dan laju penelanan makanan oleh larva, serta kadar oksigen ⁽²²⁾, larva sasaran termasuk jenis dan densitas larva ⁽¹⁸⁾, larvasida termasuk jenis dan varietas patogen, bentuk formulasi, dan dosis yang digunakan ⁽¹²⁾, tempat penampungan air (TPA) termasuk bahan dan macam endapan ⁽¹⁸⁾, dan faktor lingkungan yang lain, termasuk iklim ⁽¹³⁾ dan kondisi sinar matahari ⁽¹⁴⁾.

Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dalam pelaksanaan aplikasinya dengan cara diteteskan ke seluruh permukaan air yang ada di kobakan. Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula dalam aplikasinya dengan cara ditaburkan ke seluruh permukaan air yang ada di kobakan. Cara aplikasi bioinsektisida ini diduga juga dapat mempengaruhi efektivitas daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 terhadap larva sasaran. Cara aplikasi ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Munif dan Pranoto ⁽²⁾, yang memperoleh hasil bahwa perlakuan bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair kemasan Teknar 1500 S dengan metode penyemprotan, penebaran kantong plastik dan pengaliran di sekitar aliran sungai dapat menurunkan kepadatan larva *An. maculatus* selama 3 minggu dengan prosentase reduksi diatas 50 %. Sedangkan uji coba *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair terhadap larva *Anopheles* spp. di sawah Desa Bawonifaoso, Kecamatan Teluk Dalam, Kabupaten Nias memperoleh hasil bahwa prosentase reduksi

dapat dipertahankan lebih dari 50 % selama tujuh hari ⁽²⁰⁾.

Pada hasil uji *Anova*, diperoleh hasil bahwa pada pengamatan hari ke 1, 14, 21, dan 28 sesudah perlakuan, ternyata ada perbedaan pengaruh daya bunuh antara bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dengan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. yang sangat bermakna ($p < 0,01$). Di samping itu, juga diperoleh hasil bahwa pada pengamatan hari ke 1 dan 21 sesudah perlakuan, ternyata ada perbedaan pengaruh daya bunuh antara bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula dengan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. yang sangat bermakna ($p < 0,01$).

Cara kerja toksin dari bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dan *B. sphaericus* H-5a5b pada prinsipnya adalah sama. Toksin yang aktif di usus tengah larva tetap stabil terhadap cairan proteolitik, dan pada tahap berikutnya menyebabkan perubahan histopatologis pada epitel usus tengah larva. Perbedaan dari kedua jenis bioinsektisida tersebut, antara lain adalah toksin *B. thuringiensis* H-14 bekerja sangat cepat, dimana hanya beberapa menit setelah pendedahan larva akan mati. Sedangkan toksin *B. sphaericus* H-5a5b bekerja lebih lambat dibandingkan dengan toksin *B. thuringiensis* H-14, karena perlu waktu beberapa jam setelah pendedahan larva dapat mati ⁽⁷⁾. Perbedaan yang lain yaitu karena spesies yang diteliti berbeda maka spora kristal delta endotoksinnya pun akan berbeda baik karakteristiknya maupun efektivitas daya bunuhnya

terhadap larva spesies sasaran tersebut.

Demikian juga pendapat Lacey dkk⁽²³⁾, yang mengatakan bahwa spora kristal delta endotoksin *B. thuringiensis* H-14 dalam inklusi paraspora lebih mudah dan lebih cepat mengalami degradasi di dalam air, sedangkan spora kristal delta endotoksin *B. sphaericus* H-5a5b dilindungi oleh dinding spora yang lebih kuat, sehingga lebih tahan dan lebih lama terdegradasi di dalam air.

Formulasi bioinsektisida dapat mempengaruhi aktivitas daya bunuh terhadap larva sasaran, hal ini dibuktikan oleh penelitian Kirnowardoyo dkk⁽¹⁹⁾ yang menyatakan bahwa *B. thuringiensis* H-14 formulasi briket lebih efektif daripada formulasi granula dan formulasi cair terhadap larva *An. sundaicus* di daerah pantai Banyuwangi, Jawa Timur dan pantai Jembrana, Bali. Hal ini pun sesuai dengan pendapatn Arunachalalm *et al.*⁽¹²⁾ yang mengemukakan bahwa, daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 dipengaruhi antara lain oleh jenis formulasinya.

Bacillus thuringiensis H-14 pada umumnya dipergunakan untuk mengendalikan larva nyamuk, lalat hitam, dan larva serangga pengganggu lainnya. *Bacillus thuringiensis* H-14 juga aman dipergunakan dalam lingkungan perairan termasuk reservoir air minum, daun-daunan pada tanaman, dan tanah. Bioinsektisida ini telah dipergunakan secara luas dalam program pengendalian larva nyamuk dan lalat hitam⁽⁷⁾.

Hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,01$) antar perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida. Hal ini

terjadi pada pengamatan hari ke 1, 14, 21, dan 28 setelah aplikasi.

Perbedaan ini dapat dijelaskan sebagai berikut: 1) pada pengamatan hari ke 1 *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula efektivitas daya bunuhnya belum bekerja secara optimal, sebab bioinsektisida ini bekerja secara optimal pada 24 jam setelah aplikasi. Hal ini juga ditunjukkan dengan prosentase reduksi sebesar 30,30 %, sedangkan dua jenis bioinsektisida yang lain lebih dari 90 %; 2) pada pengamatan hari ke 14, efektivitas daya bunuh bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair sudah sangat menurun yaitu hanya sebesar 56,83 %, sedangkan dua jenis bioinsektisida yang lain masih lebih dari 67 %; 3) adapun pada pengamatan hari ke 21, efektifitas daya bunuh bioinsektisida *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula masih 64,16 %, sementara dua jenis bioinsektisida lain yang sudah kurang dari 50 %; 4) sedangkan pengamatan hari ke 28 menunjukkan bahwa: bioinsektisida : *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula efektivitas daya bunuhnya masih lebih dari 35 %, sedangkan *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair persen reduksinya sebesar 26,84 %.

Penjelasan keadaan tersebut di atas adalah sebagai berikut: 1) penggunaan bioinsektisida *B. Sphaericus* H-5a5b antara lain mempunyai potensi daur ulang, dan mempunyai efek residu yang cukup lama; dan 2) potensi resistensi yang terbatas tidak toksik terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran khususnya predator larva nyamuk. Efektivitas bioinsektisida ini dapat bertahan lama meskipun di habitat air kotor/terpolusi, aman bagi

operator pengendali larva (aman bagi manusia) dan stabil dalam penyimpanan⁽²⁴⁾.

Pada pengamatan hari ke 2, 4, dan 7 setelah aplikasi tidak ada perbedaan antar perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida yang digunakan yaitu *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp.. Hal ini menunjukkan bahwa, pada rentang waktu tersebut ketiga jenis bioinsektisida yang digunakan mempunyai efektivitas daya bunuh yang sama optimalnya terhadap larva *Anopheles* spp.

Hasil uji statistik juga menunjukkan adanya perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,01$) antar perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida pada pengamatan hari ke 1, 14, 21, dan 28 setelah aplikasi. Sedangkan pada pengamatan hari ke 2, 4, dan 7 setelah aplikasi tidak ada perbedaan antara perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida: *B. Thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai daerah permukiman penduduk.

Berdasarkan hasil uji *Anova* dapat disimpulkan bahwa, ada perbedaan yang sangat bermakna ($p < 0,01$) antar perlakuan dari tiga jenis bioinsektisida : *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. pada kobakan air di habitat sungai daerah permukiman penduduk.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

- a. Bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula dapat digunakan untuk mengendalikan kepadatan larva *Anopheles* spp. di habitat sungai pada musim kemarau.
- b. Ada perbedaan pengaruh daya bunuh yang sangat bermakna antara bioinsektisida *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair, *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, dan *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp. di habitat sungai pada musim kemarau.

4.2. Saran

Pengendalian vektor malaria di habitat sungai pada musim kemarau, di Kecamatan Kokap dapat menggunakan bioinsektisida *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula dengan dosis 500 gram/ha.

Bioinsektisida *B. sphaericus* H-5a5b formulasi granula lebih baik daripada *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dan *B. thuringiensis* H-14 formulasi granula, karena mempunyai pengaruh daya bunuh yang paling lama terhadap kepadatan larva *Anopheles* spp..

DAFTAR PUSTAKA

1. Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo, 2001. *Laporan Tahunan 2001*. Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta.

2. Munif, A. dan Pranoto, 1994. Pengujian larvasida Teknar 1500 S terhadap larva nyamuk *Anopheles maculatus* di aliran sungai, *Buletin Penelitian Kesehatan*, 15 (1): 49 – 57.
3. Atasti, L., 1995. *Beberapa Aspek Bionomik Nyamuk An. Dalam Rangka Pengendalian Vektor Malaria di Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo*, Tesis S-2 Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Tidak diterbitkan, Yogyakarta.
4. Barodji, Umi, W., Widiarti, Mujiono dan Tri S., 1995. Uji coba pyriproxyfen S-31183 (Adeal) terhadap *An. maculatus*, *An. flavirostris* dan *An. balabacensis* di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 23 (2): 21-26.
5. Boewono, D. T., Widyastuti, U., dan Widiarti, 1998. *Trial of Vectolex WDG/ABG-6491 (Bacillus sphaericus) against Malaria Vectors Anopheles maculatus and Anopheles sundaicus in Purworejo Regency, Central Java, Indonesia*, Balai Penelitian Vektor & Reservoir Penyakit, Depkes R. I., Salatiga.
6. Mardihusodo, S. J., 1997. Vektor malaria dan penanggulangnya, *Jurnal Kedokteran YARSI*, 5 (1): 32-45.
7. World Health Organization, 1999. *Bacillus thuringiensis*, International Programme on Chemical Safety, WHO, Geneva
8. Mulla, M. S., Darwazeh, H. A., Davidson, E. W., dan Dulmage, H. T., 1984. Efficacy and persistence of the microbial agent *Bacillus sphaericus* against mosquito larvae and their safety to non target organism, *Mosquito News*, 44 (2-Part I): 166-173.
9. Abbot Laboratories, 1993. *Bacillus thuringiensis H-14 Life Cycle, the Sequence of Events Associated with Using B. thuringiensis israelensis (Bti) for Control of Mosquito Larvae*, Abbot Laboratories, Chicago.
10. Sudarmo, S., 1991. *Pestisida*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
11. Seregeg, I. G. dan Soekirno, M., 1987. Perbandingan pengaruh biosida Sandoz dengan Bactimos terhadap pencemar biologis, *Culex quinquefasciatus* dalam satu uji coba lapangan di Jakarta, Indonesia, *Buletin Penelitian Kesehatan*, 15 (1): 45 – 50.
12. Arunachalalm, N., Reddy, C. M. R., Hoti, S. L., Kuppusamy, M., dan Balaraman, K., 1991. Evaluation of *B. sphaericus* formulation against the vector of bancroftian filariasis, *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine & Public Health*, 22 (2): 160-164.
13. Lee, H. L., Pe, T. H., dan Cheong, W. H., 1986. Laboratory evaluation of the persistence of *Bacillus thuringiensis var israelensis* against *Aedes aegypti* Larvae, *Mosquito Borne Diseases Bulletin*, 2 (3): 61-66.
14. Kramer, V. L., 1990. Efficacy and persistence of *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis var. israelensis*, and methoprene Against *Culiseta insidens* (Diptera : Culicidae) in tires, *Journal of Economics Entomology*, 83(4): 1280-1285.
15. Salamun, 1993. *Efek residual Bacillus thuringiensis H-14 dan*

- B. sphaericus* H-5a5b terhadap Larva *Aedes aegypti* L pada Beberapa Tipe Tempat Penampungan Air. Tesis Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Tidak diterbitkan, Yogyakarta.
16. Ramoska, W. A., Pacey, C., Watts, S., dan Rodrigues, R. E., 1982. Influence of suspended particulates on the activity of *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 against mosquito larvae, *Journal of Economics Entomology*, 75: 1-4.
 17. Blondine, Ch. P., Widyastuti, U., dan Widiarti, 1995. Uji coba *B. thuringiensis* H-14 terhadap jentik *Anopheles barbirostris* di laboratorium dan lapangan. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 23 (1): 39-45.
 18. Mulla, M. S., Darwazeh, H. A., Davidson, E. W., Dulmage, H.T., Ede, L., dan Kennedy, B., 1985. Efficacy and field evaluation of *Bacillus thuringiensis* (H-14) and *Bacillus sphaericus* against floodwater mosquitoes in California, *Journal of American Mosquito Control Association*, 1 (3): 310-315.
 19. Kirnowardoyo, S., Praswanto, B., Johor, J., Yuwono, dan Rukta, I. M., 1989. Uji coba *Bacillus thuringiensis* H-14 untuk pengendalian *Anopheles sundaicus*. *Cermin Dunia Kedokteran*. 55: 12 – 14.
 20. Widyastuti, U., Blondine, Ch. P., dan Mujiyono, 1999. Uji coba Vectobac G (*Bacillus thuringiensis* H-14 terhadap jentik *Anopheles* spp di sawah Desa Bawonifaoso, Kecamatan Teluk Dalam, Kabupaten Nias, *Majalah Kesehatan Masyarakat*. 61: 33-37.
 21. Mulligan III, F. S., Schaefer, C. H., dan Wilder, W. H., 1980. Efficacy and persistence of *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* (H-14) against mosquitoes under laboratory and field conditions, *Journal of Economics Entomology*, 73: 684-688.
 22. Pantuwatana, S., Maneeroj, R., dan Upatham, E. S., 1989. Long residual activity of *Bacillus sphaericus* 1593 against *Culex quinquefasciatus* larvae in artificial pools, *South East Asian Journal of Tropical Medicina & Public Health*, 20 (3): 421-427.
 23. Lacey, L. A., 1984. Production and formulation of *Bacillus sphaericus*. *Mosquito News*, 44 (2-Part1): 153-159.
 24. Ragoonanasingh, R. N., Njuwa, K. J., Curtis, C. F., dan Becker, N., 1992. A field study of *B. sphaericus* for the control of Culicine and Anopheline mosquito larvae in Tanzania, *Bulletin of Social Vector Ecology*, 17 (1): 45-50.