

**EFEKTIVITAS VECTOBAC 12 AS (*Bt H-14*) DAN *Bacillus thuringiensis H-14*
TERHADAP VEKTOR MALARIA *An. maculatus* DI KOBAKAN DESA
HARGOTIRTO, KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN KULON PROGO**

Blondine Ch.P¹

**EFFECTIVENESS OF VECTOBAC AS 12 (*Bt H-14*) AND *Bacillus thuringiensis H-14*
TO MALARIA VEKTOR OF *An. maculatus* In WALLOW, HARGOTIRTO
COUNTRYSIDE, KOKAP REGENCY, KULON PROGO DISTRICT**

Abstract. A study using Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) and *Bacillus thuringiensis H-14* local strain was conducted at laboratory Vector and Reservoir Control Research Unit and breeding ponds of *Anopheles maculatus* in Kokap regency and Kulon Progo district. The objectives of this study are : (1). to detect the efficacy of *B. thuringiensis H-14* local strain toward *An. maculatus* larvae at the laboratory. (2). to measure the effectiveness of *B. thuringiensis H-14* local strain dosages 1 x LC95, 5 x LC95 and 10 x LC95 toward *An. maculatus* at the field. The efficacy test of *B. thuringiensis H-14* local strain toward *An. maculatus* based on to the method proposed by WHO in order to determine the LC50 and LC90 which is computed using the probit analysis at the laboratory. The methods used *B. thuringiensis H-14* local strain dosages of 2.145 ppm (1 x LC95), 10.724 ppm (5 x LC95) and 21.448 ppm (10 x LC95) respectively were applied 8 ponds with the width of ponds ranging from 0.08 to 0.45 m², 0.29 to 0.64 m² and from 0.08-0.79 m². The results showed, the dosages after 24 hours were 10.22 ppm (LC50), 27.11 ppm (LC90) and 35.75 ppm (LC95). After 48 hours the dosages were needed 7.74 ppm (LC50), 17.06 ppm (LC90) and 21.34 ppm (LC95), The effectiveness of *B. thuringiensis H-14* local strain dosages of 2.145 ppm (1 x LC95) toward *An. maculatus* larvae until 50 % survive the same time (7.35 days) as *B. thuringiensis H-14* (8.14 days) dosages of 10.724 ppm (5 x LC95). *B. thuringiensis H-14* local strain dosages of 21.448 ppm (10 x LC95) toward *An. maculatus* larvae until 50 % survive longer time (16.21 days) than *B. thuringiensis H-14* local strain 1 x LC95 and 5 x LC95 The *B. thuringiensis H-14* local strain is effective for controlling mosquitoes larvae

Key words : Vector control, *B. thuringiensis H-14* local strain, *An. maculatus*

PENDAHULUAN

Timbulnya resistensi nyamuk terhadap insektisida kimia dan adanya pertimbangan terhadap keamanan lingkungan mendorong dikembangkannya jasad hayati seperti *Bacillus thuringiensis H-14* sebagai tindakan alternatif untuk mengendalikan jentik nyamuk.

Bacillus thuringiensis H-14 mempunyai patogenisitas tinggi terhadap jentik

nyamuk dan lalat hitam⁽¹⁾, tidak berbahaya bagi manusia, hewan piaraan, serangga, organisme akuatik ataupun organisme lainnya⁽²⁾.

Bakteri *B. thuringiensis* memproduksi kristal protein toksin di dalam sel bersama-sama dengan spora pada waktu sel mengalami sporulasi⁽³⁾. Kristal toksin memegang peranan penting karena aktivitasnya sebagai insektisida.

¹ Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit,
Badan Litbagkes

Bacillus thuringiensis serotipe 14 (H-14) dengan nama dagang Vectobac 12 AS (*Bt* H-14 formulasi cair) dan Vectobac G (*Bt* H-14 formulasi granula) dapat mengendalikan semua instar larva dan efikasinya dapat dievaluasi 1-4 jam sesudah aplikasi, tetapi efektivitasnya tidak lebih dari 7 hari⁽⁴⁾.

Penelitian yang dilakukan oleh Widyastuti dkk⁽⁵⁾, menunjukkan bahwa Vectobac G (*Bt* H-14 formulasi granula) dapat mengendalikan larva *Anopheles spp* lebih dari 50% paling lama 7 hari dengan dosis aplikasi 2,5 kg/Ha dan 5 kg/Ha di sawah-sawah milik penduduk Desa Bawonifaoso, Kecamatan Teluk Dalam, Kabupaten Nias. Sedangkan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal formulasi cair yang dikembangkan di Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit, Salatiga dapat mengendalikan larva *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* berturut-turut sebesar 94,7% dan 93,3% selama 24 jam pengujian serta 98,7% dan 96,0% selama 48 jam pengujian⁽⁶⁾.

Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo dengan ketinggian 300-600 meter dari permukaan laut, merupakan daerah pegunungan endemis malaria di Daerah Istimewa Yogyakarta. Penderita malaria di daerah tersebut dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Data P2M (Pemberantasan Penyakit Menular) Dinas Kesehatan Kulon Progo dan Puskesmas Kokap I dan II menunjukkan API (*Annual Parasite Incidence*) sebesar 32,53 per 1000 penduduk pada tahun 1997, meningkat menjadi 98,31 per 1000 penduduk pada tahun 1998 dan 151,19 per 1000 penduduk pada tahun 1999.

Sumber air di Kecamatan Kokap berupa mata air dan sungai. Sungai umumnya berbatu-batu dan selama musim kemarau aliran air sungai kecil sehingga banyak terdapat genangan-genangan air sungai di se-

keliling batu, di antara batu-batu kecil yang permukaannya tertutup seresah (daun) busuk. Menurut Sundararaman⁽⁷⁾ kondisi air yang demikian merupakan tempat perindukan yang baik bagi nyamuk yang berperan sebagai vektor malaria maupun nyamuk lainnya. Kobakan-kobakan di sungai Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo merupakan tempat perindukan larva *An. maculatus* pada musim kemarau dan sebagai vektor utama penyebab penyakit malaria di daerah ini⁽⁸⁾.

Bertitik tolak pada permasalahan tersebut, dan mengingat pentingnya penurunan kasus malaria, maka perlu dilakukan penelitian pengendalian larva vektor malaria *An. maculatus* menggunakan galur lokal *B. thuringiensis* H-14 dibandingkan dengan Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo.

BAHAN DAN METODA

Penelitian laboratorium dilakukan di Balai Penelitian Vektor Penyakit (BPVRP) Salatiga. Penelitian lapangan dilakukan pada kobakan-kobakan perindukan larva di Sungai Kebon Dalem di Desa Hargotirto. Sungai tersebut dipilih berdasarkan banyak ditemukan kobakan-kobakan perindukan larva *An. maculatus* yang merupakan vektor malaria di sepanjang lereng perbukitan.

Rancangan penelitian adalah suatu pemeriksaan eksperimental semu (*quasi eksperimental*) dan pengambilan sampel secara *purposive sampling* artinya dilakukan dengan maksud dan tujuan khusus.

Bahan yang digunakan adalah Vectobac 12 AS (*Bt* H-14 dalam formulasi cair) dan *Bacillus thuringiensis* H-14 galur lokal formulasi cair. Larva *An. maculatus* instar III akhir diperoleh dari hasil kolonisasi laboratorium.

Formulasi Cair *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal

Kultur murni *B. thuringiensis* H-14 galur lokal yang diperoleh, diambil 1 ose (sengkelit) dan dimasukkan ke dalam 50 ml TPB (*Tryptose Phosphate Broth*) dalam Erlenmeyer berukuran 250 ml, kemudian dikocok (*shake*) selama 48 jam, pada 175 rotasi per menit (rpm) pada suhu 30°C. Sesudah diinkubasi, dibuat pengecatan kembali dari kuman tersebut, untuk melihat spora dan kristal protein toksin yang benar-benar murni. Biakan murni yang diperoleh diinokulasikan lagi ke dalam 100 ml TPB, dan digoyang selama 24 jam, pada 175 rpm pada suhu 30°C. Lima puluh inokulum yang diambil dari 100 ml TPB yang telah berisi biakan murni *B. thuringiensis* H-14 galur lokal, dimasukkan ke dalam fermenter steril yang telah berisi 950 ml TPB pada suhu 30°C dan dikocok pada 300 rpm serta diaerasi sebanyak 10% yang kemudian dilakukan fermentasi selama 24 jam pada temperatur kamar.

Uji Efektivitas Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dan *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal Terhadap Larva *An. maculatus* di Laboratorium

Untuk mendapatkan dosis Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal (LC50 dan LC90) dalam mengendalikan larva *An. maculatus* dilakukan menurut prosedur WHO⁽⁹⁾.

Larutan stok Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dibuat dengan cara mengambil 1 ml *B. thuringiensis* H-14 dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang berisi 99 ml akuades dan dikocok sampai homogen. Kemudian diambil berturut-turut 3 ul, 5 ul, 7 ul, 9 ul, 10 ul, 30 ul, 50 ul, 70 ul dan 90 ul menggunakan *Gilson micropipette* E 20680 A dan dimasukkan ke dalam mangkok plastik yang berisi 20 ekor larva *An. maculatus*

instar III akhir, dalam volume total akuades 100 ml, untuk mendapatkan konsentrasi akhir yang dibutuhkan, yaitu 0,03 ppm, 0,05 ppm, 0,07 ppm, 0,1 ppm, 0,3 ppm dan 0,5 ppm, 0,7 ppm dan 0,9 ppm. Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Sebagai kontrol, mangkok plastik hanya diisi 100 ml akuades dan 20 ekor larva *An. maculatus*. Kematian larva diamati setelah 24 dan 48 jam pengujian. Untuk memperoleh nilai LC50 dan LC90 kedua formulasi tersebut, digunakan analisis probit⁽¹⁰⁾.

Larutan stok dibuat dengan cara mengambil 1 ml larutan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal formulasi cair dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang berisi 99 ml akuades dan dikocok sampai homogen. Kemudian dari larutan stok diambil berturut-turut sebanyak 30 ul, 50 ul, 70 ul, 90 ul, 100 ul, 300 ul, 500 ul, 700 ul dan 900 ul menggunakan *Gilson micropipette* E 20680 A dan dimasukkan ke dalam mangkok plastik yang berisi 20 ekor jentik *An. maculatus* instar III, hasil kolonisasi di laboratorium dalam volume total akuades 100 ml, untuk mendapatkan konsentrasi akhir yang dibutuhkan yaitu 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm, 9 ppm, 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm dan 90 ppm. Ulangan dilakukan 3 kali. Sebagai kontrol, mangkok plastik hanya diisi dengan 100 ml akuades dan 20 ekor larva *An. maculatus*. Kematian larva diamati setelah 24 dan 48 jam pengujian. Analisis probit menurut Finney, 1971 digunakan untuk menghitung LC50 dan LC90.

Uji coba Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal di lapangan

Kriteria subyek penelitian adalah; (a) kobakan yang di dalamnya ditemukan larva *An. maculatus*, (b) rata-rata tinggi air sekitar 10-15 cm, (c) luas kobakan berkisar antara 0,08-1,20 m² untuk 2 perlakuan (Vectobac 12 AS) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal dan kontrol (0,16-1,20 m²), (d)

tidak ditemukan adanya predator seperti ikan cetul (*Poecilia reticulata*) atau ikan kepala timah (*Aplocheilus panchax*) yang dapat memakan larva hingga habis.

Adapun cara penghitungan luas kobakan adalah luas permukaan air pada kobakan yang berbentuk empat persegi panjang, dihitung dengan mengalikan panjang dan lebar kobakan. Luas permukaan air pada kobakan yang berbentuk segitiga, dihitung dengan mengalikan $\frac{1}{2}$ alas dan tinggi kobakan. Jumlah kobakan perindukan larva *An. maculatus* yang digunakan adalah sebanyak 24 kobakan. Delapan kobakan untuk kontrol dan 16 kobakan perlakuan. Dari 16 kobakan tersebut, masing-masing 8 kobakan berturut-turut diaplikasikan dengan Vectobac 12 AS dosis 0,370 ppm (10 x LC 95), dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal dosis 21,448 ppm (10 x LC95). Delapan kobakan kontrol dengan luas kobakan 1 (0,24 m²), kobakan 2 (0,34 m²), kobakan 3 (0,70 m²), kobakan 4 (1,20 m²), kobakan 5 (0,95 m²), kobakan 6 (0,96 m²), kobakan 7 (0,16 m²), dan kobakan 8 (0,70 m²).

Cara Aplikasi

Dosis aplikasi yang digunakan adalah 600 ml/Ha, karena dilakukan pada kobakan-kobakan air yang relatif jernih⁽¹¹⁾. Cara aplikasinya yaitu dengan cara disemprot menggunakan alat semprot (*hand sprayer*) kecil yang terbuat dari plastik, berukuran 1 liter pada kobakan-kobakan perlakuan.

Parameter yang ditentukan dalam penelitian ini meliputi kondisi lingkungan seperti curah hujan, pH dan suhu air yang diukur sebelum, selama dan sesudah aplikasi dengan Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal serta kepadatan larva .

Cara Pengamatan

Pengamatan kepadatan populasi larva *An. maculatus* dilakukan dengan pencidu-

kan menggunakan gayung bervolume 100 ml secara acak di tempat-tempat yang ditemukan adanya larva pada setiap kobakan. Larva yang diperoleh dihitung dan kemudian diletakkan pada loyang plastik. Setelah selesai pencidukan, larva dikembalikan lagi dalam kobakan. Pencidukan dilakukan sebelum aplikasi pada kobakan perlakuan dan kontrol untuk menghitung kepadatan larva dan pada hari ke 1, 2, 3, 4 dan seterusnya sesudah aplikasi dan dihentikan sampai kepadatan populasi larva naik kembali seperti semula (> 50 %).

Analisa Data

1 Rumus (*formula*) Mulla dkk⁽¹²⁾ yang digunakan untuk menghitung persentase reduksi (persentase penurunan kepadatan larva) oleh Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dosis (10 x LC95) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal formulasi cair dosis 10 x LC95, adalah sebagai berikut :

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

- C1 = jumlah jentik pada kobakan kontrol sebelum aplikasi
- C2 = jumlah jentik pada kobakan kontrol sesudah aplikasi
- T1 = jumlah jentik pada kobakan perlakuan sebelum aplikasi
- T2 = jumlah jentik pada kobakan perlakuan sesudah aplikasi

2. Analisis probit digunakan untuk menghitung lama penurunan kepadatan larva *An. maculatus* hingga mencapai 50% oleh Vectobac 12 AS dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal masing-masing dosis 10 x LC95⁽¹⁰⁾.
3. Untuk mengetahui perbedaan Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) dosis (10 x LC95)

dengan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal dosis ($10 \times LC_{95}$), terhadap lama penurunan kepadatan larva *An. maculatus* hingga mencapai 50 %, dianalisis dengan uji t (*t test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Efikasi Vectobac 12 AS dan *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal di Laboratorium

Efikasi Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengujian efikasi Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) selama 24 jam, menunjukkan

bahwa dosis 0,12 ppm, 0,43 ppm dan 0,61 ppm mampu mengendalikan larva *An. maculatus* berturut-turut sebesar 50%, 90% dan 95%. Pengujian selama 48 jam, dibutuhkan dosis 0,09 ppm, 0,31 ppm dan 0,44 ppm. *Bacillus thuringiensis* H-14 galur lokal pada dosis 10,22 ppm, 27,11 ppm dan 35,75 ppm mampu mengendalikan larva *An. maculatus* sebesar 50%, 90% dan 95% selama 24 jam pengujian. Pengujian selama 48 jam, dibutuhkan dosis sebesar 7,74 ppm, 17,06 ppm dan 21,34 ppm. Dosis Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) yang dibutuhkan untuk mengendalikan larva *An. maculatus* tidak sama pada 24 dan 48 jam perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Uji Efikasi Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) dan *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal Terhadap Larva *An. maculatus* Instar III Akhir di Laboratorium

Larvisida	LC50 (ppm)		LC90 (ppm)		LC95 (ppm)	
	95 % C.L**		95 % C.L**		95 % C.L**	
	24 jam	48 jam	24 jam	48 jam	24 jam	48 jam
Vectobac 12 AS (<i>Bt</i> H-14)	0,12	0,09	0,43	0,31	0,61	0,44
	0,09-0,17*	0,07-0,12*	0,32-1,02*	0,30-0,99*	0,44-1,78*	0,42-1,90*
<i>Bt</i> H-14 Galur Lokal	10,22	7,74	27,11	17,06	35,75	21,34
	7,48-10,33*	4,32-7,81*	26,37-30,57*	15,49-19,95*	34,88-128,31*	20,73-118,76*

Kondisi laboratorium

pH air : 7
 Suhu air : 22-24°C
 Suhu udara : 20-25°C
 Kelembaban nisbi udara : 77-92%

- * = Range konsentrasi Vectobac 12 AS dan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal
 ** = Hasil pengenceran dalam kematian 50%,90% dan 95 % serta berturut-turut mempunyai batas kepercayaan dalam logaritma (*Level of Confidence*)

Perbedaan dosis yang diperoleh mungkin disebabkan oleh reaksi daya bunuh di dalam usus tengah larva tidak sama. Reaksi daya bunuh *B. thuringiensis* galur lokal di dalam usus tengah larva memerlukan waktu yang lebih lama dari Vectobac 12 AS (*Bt* H-14). Selain itu hubungan antara kristal protein yang dihasilkan dengan larva serangga sasaran sangat spesifik. Hal ini didukung pula oleh Devides⁽¹³⁾, yang menyatakan bahwa lingkungan usus tengah serangga sangat berperan dalam menentukan spesivitas serangga. Jaquet⁽¹⁴⁾ melaporkan bahwa tiga faktor yang menentukan potensi delta-endotoksin *B. thuringiensis* adalah asal toksin (galur *B. thuringiensis*), kemampuan cairan usus untuk melarutkan kristal protein serta kerentanan serangga sasaran terhadap toksin. Di samping itu perbedaan bahan pelarut dan pencampur untuk formulasi merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan dosis *B. thuringiensis* H-14. Bahan pelarut yang umum dipakai oleh Vectobac 12 AS (formulasi *liquid*) adalah aromatik Xylene (xylene, toxicol B) atau aromatik berat (panasol An-2 dan velsicol AV-55)⁽¹⁵⁾. Bahan pelarut yang digunakan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal adalah media standar TPB (*Tryptose Phosphate Broth*). Kematian larva *An. maculatus* ditentukan selama 24 jam dan 48 jam, sebagai dasar utama untuk menghitung larva yang hidup. Daya bunuh *B. thuringiensis* H-14 sangat cepat dan biasanya tidak ada perbedaan kematian jentik selama 24 jam dan 48 jam. Selain itu pengamatan selama 48 jam juga untuk menegaskan pembacaan kematian larva selama 24 jam serta untuk mengecek intervensi komponen faktor-faktor lain selain *Bacillus*⁽¹⁶⁾.

Efikasi *B. thuringiensis* H-14 galur lokal terhadap jentik nyamuk juga dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Faktor-faktor seperti instar jentik, makanan, periode pemaparan (*expose period*), kualitas air, galur bakteri, perbedaan kepekaan

masing-masing jentik nyamuk yang diuji, suhu air dan formulasi, khususnya tingkat sedimentasi/pengendapan dilaporkan sangat mempengaruhi efikasi *B. thuringiensis* terhadap jentik nyamuk^(17,18,19). Perilaku/kebiasaan makan jentik serta tersedianya toksin di daerah makan jentik (*larval feeding zone*) dilaporkan pula dapat mempengaruhi efikasi dari jentik sasaran⁽²⁰⁾. Dilaporkan pula oleh Mulla dkk⁽²¹⁾, bahwa efikasi *B. thuringiensis* H-14 terhadap jentik nyamuk juga dipengaruhi oleh faktor ekologis, biologis dan fisik.

Uji Coba Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) di Lapangan

Pengamatan kepadatan populasi larva *An. maculatus* yang dilakukan dengan pencidukan secara acak sebelum aplikasi, 1, 2, 4, 7, 14 dan 21 hari sesudah aplikasi Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) dosis 0,370 ppm (10 x LC95) pada 8 kobakan di Sungai Kebon Dalem, Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo disajikan pada Tabel 2.

Persentase reduksi kepadatan larva *An. maculatus* 1 hari sesudah aplikasi pada kobakan 1-8 adalah sebesar 100%. Persentase reduksi relatif tinggi sampai hari ke 4 pada kobakan 1,2,5, dan 8 yaitu sebesar 82,23%-89,91%. Kecuali kobakan 3, 4, 6 dan 7 yang persentase reduksinya mulai menurun sampai mendekati 50 % yaitu berturut-turut sebesar 66,06%, 68,62%, 68,89% dan 54,09%. Pada hari ke 7 persentase reduksi makin menurun yaitu sebesar 66,25% (kobakan 1), 61,33% (kobakan 2), 51,13% (kobakan 3), 51,05% (kobakan 4), 66,15% (kobakan 5), 65,16 % (kobakan 6), 53,10 % (kobakan 7) dan 53,25% (kobakan 8). Pengamatan pada hari ke 14 dan 21, persentase reduksi pada kobakan 1-8 sangat rendah yaitu berturut-turut 21,87%-45,56% dan 12,04%-38,46 %.

Tabel 2. Kepadatan Larva *Anopheles maculatus* Sebelum dan Sesudah Aplikasi Vectobac 12 AS (*Bt H-14*) Dosis 0,370 ppm (10 x LC95) pada 8 Kobakan (0,16 – 1,20 m²) di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo dan Persentase Reduksinya

Kobakan/ Luas	Jumlah larva <i>Anopheles maculatus</i> /ciduk																			
	Sebelum aplikasi		1 hari sesudah aplikasi			2 hari sesudah aplikasi			4 hari sesudah aplikasi			7 hari sesudah aplikasi			14 hari sesudah aplikasi			21 hari sesudah aplikasi		
	K	P	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)
1/0,16 m ²	5,40	10,00	4,80	0	100	5,80	0	100	4,40	1,33	82,23	4,80	3,00	66,25	4,00	5,33	28,04	4	5,67	23,45
2/1,08 m ²	5,80	7,50	5,00	0	100	5,20	0	100	4,60	0,60	89,91	4,00	2,00	61,33	3,20	2,50	21,87	3,80	3,50	28,77
3/0,50 m ²	7,33	6,00	3,75	0	100	3,75	0	100	2,88	0,80	66,06	2,25	0,90	51,13	2,50	1,20	41,36	2,50	1,80	12,04
4/0,45 m ²	3,10	7,60	3,40	0	100	2,40	0,20	96,60	2,60	2,00	68,62	2,50	3,00	51,05	2,50	4,00	34,74	3,60	6,00	32,02
5/0,24 m ²	2,20	7,80	2,70	0	100	2,80	0	100	3,30	0,80	93,16	2,00	2,40	66,15	1,80	3,60	43,59	3,30	7,20	38,46
6/1,20 m ²	2,70	3,10	2,70	0	100	3,10	0,10	97,19	2,80	1,00	68,89	2,50	1,00	65,16	2,40	1,50	45,56	4,00	3,30	28,15
7/1,18 m ²	8,33	3,20	8,00	0	100	0,67	0,10	58,56	5,67	0,10	54,09	3,33	0,60	53,10	5,67	1,40	35,73	10,67	2,80	31,69
8/0,40 m ²	3,50	6,60	3,25	0	100	3,13	0,40	93,22	3,63	0,80	88,31	3,63	3,20	53,25	3,00	3,20	43,43	4,88	6,20	32,63

Keterangan :

K = Kontrol (0,16 – 1,20m²)

P = Perlakuan

pH = 7

Suhu air = 24 - 27,5°C

Setelah dilakukan analisis probit menurut Finney⁽¹⁰⁾, diperoleh rata-rata penurunan kepadatan (efektivitas) hingga mencapai 50% pada kobakan 1-8 selama 9,94 hari (Tabel 3).

Uji Coba *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal di Lapangan

Pengamatan kepadatan populasi larva *An. maculatus* yang dilakukan dengan pencidukan secara acak sebelum aplikasi, 1, 2, 4, 7, 14 dan 21 hari sesudah aplikasi *B. thuringiensis* H-14 galur lokal dosis 21,448 ppm ($10 \times LC95$) pada 8 kobakan di Sungai Kebon Dalem, Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo disajikan pada Tabel 4.

Persentase reduksi kepadatan jentik *An. maculatus* 1 hari sesudah aplikasi pada kobakan 1-8 adalah sebesar 100%. Persentase reduksi relatif tinggi sampai hari ke 7 pada kobakan 1 dan 8 yaitu berturut-turut sebesar 71,90% dan 82,27%. Kecuali kobakan 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 yang persentase reduksinya mulai menurun sampai mendekati 50% yaitu berturut-turut sebesar 61,34%, 53%, 69,94%, 69,20%, 61,43% dan 62,97%. Pada hari ke 14 persentase reduksi pada kobakan 1 masih relatif tinggi

yaitu sebesar 71,08%, sedangkan kobakan 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 makin menurun mendekati 50% yaitu berturut-turut sebesar 69,80%, 61,93%, 62,43%, 56%, 51,79%, 61,12% dan 61,12%. Pengamatan pada hari ke 21, persentase reduksinya sangat rendah pada 8 kobakan yaitu sebesar 32,20%-49,24%. Setelah dilakukan analisis probit menurut Finney⁽¹⁰⁾, diperoleh rata-rata penurunan kepadatan (efektivitas) hingga mencapai 50% pada kobakan 1-8 selama 16,21 hari (Tabel 3).

Analisis secara statistik menggunakan uji t, menunjukkan ada perbedaan yang bermakna secara statistik efektivitas Vectobac 12 AS dosis $10 \times LC95$ dengan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal dosis $10 \times LC95$ pada $p = 0,032 (< 0,05)$ (Tabel 3). Perbedaan tersebut mungkin disebabkan oleh keberadaan jumlah spora di permukaan air dan perilaku makan dari larva itu sendiri. Nguyen dkk⁽²²⁾ melaporkan bahwa jumlah spora bakteri *B. thuringiensis* H-14 adalah sama banyak di permukaan dan dasar air pada hari ke 3 dan ke 7 sesudah aplikasi. Kemungkinan bahwa sebelum hari ke 7 jumlah spora Vectobac 12 AS (Bt H-14) sudah mulai mengendap ke

Tabel 3. Efektivitas Vectobac 12 AS (*Bt* H-14)($10 \times LC95$) dan *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal ($10 \times LC95$) Terhadap Penurunan Kepadatan Larva *An. maculatus*

Kobakan	Vectobac 12 AS (<i>Bt</i> H-14) ($10 \times LC95$)	<i>B. thuringiensis</i> H-14 Galur Lokal ($10 \times LC95$)
1.	9,87	19,84
2.	10,04	15,20
3.	8,26	16,29
4.	9,28	14,79
5.	13,26	14,92
6.	10,76	14,13
7.	6,92	14,64
8.	11,16	19,84
Rata-rata	9,94 ^a	16,21 ^b

Keterangan: Ada perbedaan yang bermakna antara efektivitas Vectobac 12 AS ($10 \times LC95$)^a dengan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal ($10 \times LC95$)^b pada $p = 0,032 (< 0,05)$.

Tabel 4. Kepadatan Larva *Anopheles maculatus* Sebelum dan Sesudah Aplikasi *B. thuringiensis* H-14 Galur Lokal Dosis 21,448 ppm (10 x LC95) pada 8 Kobakan (0,08- 0,79 m²) di Desa Hargotirto, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo dan Persentase Reduksinya

Kobakan/ Luas	Jumlah larva <i>Anopheles maculatus</i> /ciduk																			
	Sebelum aplikasi		1 hari sesudah aplikasi			2 hari sesudah aplikasi			4 hari sesudah aplikasi			7 hari sesudah aplikasi			14 hari sesudah aplikasi			21 hari sesudah aplikasi		
	K	P	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)	K	P	(%)
1/0,08 m ²	5,40	9,33	4,80	0	100	5,80	0	100	4,40	0,67	91,30	4,80	2,33	71,90	4,00	2,00	71,08	4,00	3,67	46,97
2/0,18 m ²	5,80	10,00	5,00	0	100	5,20	0	100	4,60	1	87,40	4,00	2,67	61,34	3,20	1,67	69,80	3,80	4,33	33,86
3/0,3 m ²	7,33	5,20	3,75	0	100	3,75	0	100	2,88	0,80	85,30	2,25	1,50	53,00	2,50	1,40	61,93	2,50	2,40	49,24
4/0,27 m ²	3,10	6,60	3,40	0	100	2,40	0	100	2,60	0,40	92,80	2,50	1,60	69,94	2,50	2,00	62,43	3,60	5,20	32,20
5/0,24 m ²	2,20	5,00	2,70	0	100	2,80	0	100	3,30	0,40	94,70	2,00	1,40	69,20	1,80	1,80	56,00	3,30	5,40	38,00
6/0,22 m ²	2,70	5,60	2,70	0	100	3,10	1	96,90	2,80	0,80	86,30	2,50	2,00	61,43	2,40	2,40	51,79	4,00	5,00	42,10
7/0,79 m ²	8,33	3,38	8,00	0	100	0,67	1	95,80	5,67	0,63	72,77	3,33	1,00	62,97	5,67	0,88	61,12	13,67	3,38	40,00
8/0,19 m ²	3,50	8,00	3,25	0	100	3,13	0	100	3,63	0,67	92	3,63	2,00	82,27	3,00	2,67	61,12	4,88	6,67	40,20

Keterangan :

K = Kontrol (0,16 – 1,20m²)

P = Perlakuan

pH = 7

Suhu air = 24 - 27,5°C

bawah/dasar perairan kobakan dan tidak sepenuhnya mencapai sasaran larva *Anopheles* yang mempunyai kebiasaan mengambil makanan (termasuk toksin) di daerah permukaan (lebih kurang 1-2 mm) dan bukan di dasar perairan⁽²³⁾. Karena itu faktor-faktor fisik seperti halnya formulasi, khususnya tingkat sedimentasi/pengendapan, tersedianya toksin di daerah makan larva dan kebiasaan makan larva *Anopheles* mungkin sangat berpengaruh dalam daya bunuh bakteri *B. thuringiensis* H-14 tersebut. Faktor lingkungan, kondisi alamiah air, bentuk formulasi, pembuangan dan penambahan air pada tempat perindukan larva juga merupakan faktor yang dapat berpengaruh pada aktivitas larvisida *B. thuringiensis* H-14⁽²⁴⁾.

Uji coba *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair (*liquid*) dengan nama dagang Vectobac 12 AS dan Vectobac G (*Bt* H-14 formulasi granula) masing-masing terhadap *Anopheles* sp serta Teknar HP-D (formulasi cair) terhadap *An. gambiae* dan Teknar SC (formulasi cair) terhadap *An. barbirostris* di sawah dan kolam-kolam tidak terawat milik penduduk, menunjukkan bahwa efektivitas *B. thuringiensis* H-14 berbagai formulasi tersebut berkisar antara 6-7 hari. Tidak ada perbedaan yang bermakna di antara dosis aplikasi yang digunakan yaitu dosis 0,6 l/Ha, 0,75 l/Ha, 1,0 l/Ha, dan 1,2 l/Ha bagi *B. thuringiensis* H-14 formulasi cair dan 2,5 dan 5 kg/Ha bagi *B. thuringiensis* H-14 formulasi serbuk (*powder*)^(5,25,26). Hal ini didukung pula oleh Abbott⁽⁴⁾ yang menyatakan bahwa Vectobac 12 AS (formulasi cair) dan Vectobac G (formulasi granula) dapat mengendalikan semua instar larva, dan efikasinya dapat dievaluasi 1-4 jam sesudah aplikasi, tetapi tidak lebih dari 7 hari. Apabila dibandingkan dengan *B. thuringiensis* galur lokal dosis (10 x LC95), efektivitas dari *B. thuringiensis* H-14 galur lokal lebih lama yaitu selama 16,21 hari. Karena itu formulasi cair *B. thuringiensis* H-14

galur lokal mempunyai potensi yang sama dengan Vectobac 12 AS (*Bt* H-14) maupun Teknar (*Bt* H-14) dalam mengendalikan larva nyamuk. *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* (H-14) adalah bakteri yang dapat dikomersialkan, efektif untuk mengendalikan larva nyamuk tetapi harganya cukup mahal bagi negara-negara berkembang. Suatu penelitian yang telah dilakukan di Alexander von Humboldt Tropical Medicine Institute di Lima, Peru yaitu menggunakan kelapa (air kelapa dan endospermnya) untuk memproduksi *B. thuringiensis* H-14. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *B. thuringiensis* H-14 yang ditumbuhkan dalam kelapa dapat efektif mengendalikan larva nyamuk. Hal yang sama dilakukan pula oleh Chilcott dan Pillai⁽²⁷⁾, di mana *B. thuringiensis* H-14 yang ditumbuhkan dalam air kelapa dan endosperm kelapa dapat mengendalikan larva nyamuk vektor. Untuk memproduksi *B. thuringiensis* H-14 galur lokal yang murah dan efektif dalam mengendalikan larva nyamuk, maka penelitian ini akan dikembangkan lebih lanjut menggunakan bahan-bahan lokal yang relatif murah harganya.

Suhu air pada kobakan perlakuan dan kontrol masing-masing 24-27,5⁰C dan pH air = 7, merupakan suhu dan pH yang baik bagi perkembangan larva. Rata-rata curah hujan pada bulan Januari-September berkisar antara 0,23-80,48 ml. Terjadi peningkatan kepadatan larva *An. maculatus* justru pada curah hujan rendah yaitu pada bulan Juli-September (0,23-4,43 ml). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Komite Review⁽²⁸⁾, yang menyatakan bahwa curah hujan rendah atau pada musim kering terdapat peningkatan kepadatan larva *An. maculatus* pada kobakan-kobakan perindukan larva.

Dengan ditemukan *B. thuringiensis* H-14 galur lokal yang dapat mengendalikan larva nyamuk, diharapkan galur lokal ini dapat dikembangkan pengguna-

annya sebagai agensia pengendali vektor malaria.

Penelitian ini tidak terlepas dari keterbatasan dan kelemahan sebab banyak faktor yang tidak bisa dikendalikan misalnya perilaku manusia di sekitar sungai (dengan catatan bisa diantisipasi dengan melakukan penyuluhan sebelum dilakukan penelitian).

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa *Bacillus thuringiensis* H-14 galur lokal dapat digunakan sebagai agensia pengendali vektor malaria dan diharapkan dapat menunjang program pemberantasan malaria.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian dan penulisan makalah ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Kepala Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit, Dr. Damar Tri Boewono MS, yang telah memberikan komentar dan saran dari awal hingga selesainya penelitian ini. Ucapan terima kasih pula penulis sampaikan kepada Sdr. Rendro dan Sudi Puryanto, teknisi laboratorium Mikrobiologi BPVRP, atas bantuan yang telah diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

1. Aly, C., "Feeding Behavior of *Aedes vexans* Larvae (Diptera, Culicidae) and its Influence on the Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var *israelensis*", Bull.Soc.Vector Ecol., 1983, 8(2), 94-100.
2. Sandoz, "Teknar Biological Insecticide". Sandoz Ltd. Basle Agrochemical Dept. Information Services. 1986
3. WHO, "Data Sheet on the Biological Control Agent. *Bacillus thuringiensis* serotype H-14", WHO/VBC/79.750., 1979, 1-13.
4. Abbott Laboratories., "Bt H-14 Life Cycle, The Sequence of Events Associated with Using *B. thuringiensis israelensis* (Bti) for Control of Mosquito Larvae". North Chicago, USA, 1993
5. Widyastuti,U., Blondine, Ch. P., dan Mujiyono. "Uji Coba Vectobac G (*B. thuringiensis* H-14) Terhadap Jentik *Anopheles* spp di Sawah Desa Bawonifaoso, Kecamatan Teluk Dalam, Kabupaten Nias", Majalah Kesehatan Masyarakat Departemen Kesehatan R.I., 1999, 61,33-37.
6. Blondine, Ch.P., U. Widyastuti., Widiarti., Sukarno., dan Subiantoro., "Uji Serologi Isolat *Bacillus thuringiensis* dan Patogenitasnya Terhadap Jentik Nyamuk Vektor", Bull. Pen. Kes.; 1999, 26 (2&3), 91-98.
7. Sundararaman,S., R. M. Soroto, and M.Siran, "Vectors of Malaria in Mid Java", Indian J .Mlariology,, 1957, 11,321-338.
8. Atmosoedjono, S., "Komunikasi Pribadi Tentang Hasil Pemeriksaan Sporozoit Pada Nyamuk *Anopheles* dari Kecamatan Kokap". 1993, Dalam Barodji, U. Widyastuti., T. Sularto., Mujiono dan Tri Suwarjono. Survei Jentik *Anopheles* dan Potensi Nyamuk yang Ditemukan dalam Penularan Malaria di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, DIY, Majalah Kesehatan Masyarakat. 1995.,53, 20-23
9. WHO, "Informal Consultation of Bacterial Formulations for Cost-Effective Vector Control in Endemic Area", WHO/VBC/89.979., 1989
10. Finney, D.J., "Probit Analysis", 3rd, ed., Cambridge Univ.Press.London. 1971
11. Abbott Laboratories .," Vectobac 12 AS, Biological Larvicide Liquid". North Chicago, USA,1983
12. Mulla, M.S., R.L.Norland, D.M. Fanara.,, A.M. Darwazeh, and D.W. Mc Kean.,, "Control of Chironomid Nudges in Recreational Lakes". J.Econ.Entomol., 1971, 71,774 -777.
13. Devidas,P., "Bt mode action: Approaches. Dalam Sem. Proc. Global Management of Insecticide Resistance in the 90's. September", 1992, 15-17.
14. Jaquet, F., R.Hunter, and P. Luthy., "Specificity of *Bacillus thuringiensis* deltaendotoxin", Appl. Environ.Micro., 1987 53(3),500-504.
15. Dit.Jen.PPM-PLP.,, Buku 5 Malaria, "Tindakan Anti Larva ", DepKes, Jakarta. 1991

16. WHO, , " Guideline Specifications for Bacterial Larvicides for Public Health Use", WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.2., 1999
17. Mulla, M.S., H.A. Darwazeh, and C. Aly., "Laboratory and Field Studies on New Formulations of Two Microbial Control Agents Against Mosquitoes".Bull.Soc.Vector Ecol., 1986, 11(2),255-63.
18. Mian, L.C. and M.S .Mulla, "Factor Influencing Activity of the Microbial Agent *B.sphaericus* Against Mosquito Larvae", Bull.Soc.Vector Ecol. 1983, ,8(2),128-34
19. Becker, N and J. Margalit., "Control of Diptera with *B. thuringiensis israelensis*", Training in Tropical Diseases., Jenewa 4. 1992,
20. Ramoska, W.A and T.L. Hopkins., "Effects of Mosquito Larval Feeding Behavior on *B. sphaericus* Efficacy . J. Invert. Pathol., 1981, 37, 269-72
21. Mulla, M.S., H.A. Darwazeh., E.W. Davidson, and H.T. Dulmage, ,"Efficacy and Persistence of the Microbial Agent *B. sphaericus* Against Mosquito Larvae in Organically Enriched Habitats", Mosq.News. 1984 , 44, 166-173.
22. Nguyen, T.T.H., T. Su, and M.S .Mulla, "Mosquito Control and Bacterial Flora in Water Enriched with Organic Matter and Treated with *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* Formulations",Journal of Vector Ecology., 1999, 24(2),138-153.
23. Aly, C., M. S. Mulla., W. Schnetter., and Bo-Zhao Xu., ,"Floating Bait Formulations Increase Effectiveness of *B. thuringiensis* var. *israelensis* against *Anopheles* larvae", Journ. of. Am. Mosq. Contr. Assoc., 1987, 3(4),583-588.
24. Lee, H.L., Pe. T.H., and W.H Cheong., 1986, "Laboratory Evaluation of the Persistence of *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* Against *Aedes aegypti* Larvae", Mosq.Born.Dis.Bull., 1998, 2(3):61-66.
25. Ravoahangimalala, O., I. Thiery., and G. Sinegre., "Rice Field Efficacy of Deltamethrin and *Bacillus thuringiensis israelensis* Formulations on *Anopheles gambiae* S.S. in the Anjiro Region of Madagascar", Bull.Soc.Vector Ecol., 1994, 19(2),169-174.
26. Widyastuti,U., Widiarti., dan Blondine, Ch.P., "Uji Coba *Bacillus thuringiensis* H-14 Terhadap Jentik Nyamuk *Anopheles barbirostris* di Laboratorium dan Lapangan", Bull.Pen.Kes., 1995, 23(1), 39-45.
27. Chilcott, C.N. and J.S .Pillai., , "The Use of Coconut Wastes for the Production of *Bacillus thuringiensis* var *israelensis*", Micren Journal., 1985, 1,327-332.
28. Komite Review, "Review Comprehensive untuk Supresi Foci Malaria di Kabupaten Kulon Progo, Purworejo". 1998