

PEMANFAATAN FILTRAT BAKTERI ENDOFIT KITINOLITIK UNTUK PENGENDALIAN NYAMUK *Aedes* *Aegypti* L.

Fitroh Sani

Staf Pengajar Jurusan Biologi, Fakultas Sains & Teknologi, UIN Maliki Malang

ABSTRAK

Bakteri endofit kitinolitik (*Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei*) merupakan salah satu jenis bakteri penghasil kitinase yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bakteri endofit kitinolitik *Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei* terhadap mortalitas, abnormalitas dan perubahan morfologi nyamuk *Aedes aegypti*.

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini terdiri atas 4 variasi konsentrasi filtrat bakteri endofit kitinolitik (0 ml, 0,5 ml, 1 ml dan 1,5 ml) dan 3 variasi jenis filtrat bakteri (*Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei*) ke dalam wadah uji berisi 150 ml medium biakan dan 10 ekor larva *Aedes aegypti* stadium instar II dengan 4 kali pengulangan di setiap jenis dan konsentrasi. Jumlah larva yang mati dianalisis dengan uji ANOVA. Sedangkan morfologi Larva yang mati dibandingkan dengan larva normal.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa filtrat bakteri endofit kitinolitik berpotensi sebagai agen pengendali hayati. Rata-rata persentase mortalitas dengan filtrat bakteri *Bacillus mycoides* adalah 0 ml = 0 %, 0,5 ml = 19 %, 1 ml = 22 % dan 1,5 ml = 44 %. Pada filtrat bakteri *Klebsiella ozaenae* adalah 0 ml = 0 %, 0,5 ml = 25 %, 1 ml = 28 % dan 1,5 ml = 50 %. Sedangkan pada filtrat bakteri kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* adalah 0 ml = 0 %, 0,5 ml = 28 %, 1 ml = 67 % dan 1,5 ml = 97 %. Filtrat bakteri endofit kitinolitik kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* dengan konsentrasi 1,5 ml merupakan konsentrasi yang paling efektif untuk pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*.

Kata Kunci: Bakteri endofit, kitinolitik, *Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Aedes aegypti* L., pengendalian.

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue banyak ditemukan di daerah tropis dan sub tropis. Data dari seluruh dunia menunjukkan bahwa Asia

menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya. Sementara itu, terhitung sejak tahun 1968 hingga tahun 2009, *World Health Organization (WHO)* mencatat Indonesia sebagai negara

dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara (Ditjen PP & PL, 2009).

Pengendalian vektor DBD hampir di semua negara dan daerah endemis tidak tepat sasaran, tidak berkesinambungan dan belum mampu memutus rantai penularan. Hal ini disebabkan metode yang diterapkan belum mengacu kepada data atau informasi tentang vektor, disamping itu masih mengandalkan kepada penggunaan insektisida dengan cara penyemprotan dan larvasidasi (Sukowati, 1996).

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ اللَّهُ عَزَّ
وَجَلَّ وَمَنْ أَظْلَمُ مِمَّنْ بَخَّلَ كَخَلْفِي
فَأَيُّخْلُفُوا بَعُوضَةً أَوْ لِيَخْلُفُوا ذَرَّةً

Artinya: Rasulullah SAW bersabda:

“Allah SWT berfirman:

Siapa yang lebih dzalim dari seorang yang mencipta seperti ciptaan-Ku, hendaklah mereka mencipta seekor nyamuk atau hendaklah mereka menciptakan sebiji jagung”(HR. Ahmad 7209).

Dalam hadits Qudsi tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan seekor nyamuk atau semisal biji jagung mempunyai tujuan masing-masing yaitu sebagai pelajaran bagi umat semesta alam. Misalkan nyamuk *Aedes aegypti* yang berukuran kecil diciptakan oleh Allah di dunia ini, sebagai vektor penyebab penyakit demam berdarah. Semakin tinggi perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* maka semakin besar resiko penyebaran penyakit demam berdarah. Oleh karena itu sebagai insan *Ulul Albab*, jangan meremehkan hal kecil. Dalam hal ini kita tidak boleh meremehkan

nyamuk *Aedes aegypti*. Berusaha untuk menemukan cara efektif pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*.

Ketika penggunaan insektisida dengan cara penyemprotan dan larvasidasi dapat mengganggu lingkungan, maka digunakan bakteri endofit kitinolitik sebagai agen pengendali hayati larva nyamuk *Aedes aegypti* yang efektif terhadap penurunan populasi nyamuk dan aman terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan.

Isolat bakteri kitinolitik (isolat LMB1-5) memiliki kemampuan besar dalam mengendalikan larva nyamuk *Aedes aegypti*. Bakteri ini dapat menyebabkan kematian larva sebesar 86,7% dalam waktu 7 hari. Isolat bakteri kitinolitik LMB1-5 ini sangat berpotensi dikaji dan dikembangkan sebagai galur untuk pengendalian larva nyamuk *Aedes aegypti* L. (Pujiyanto *et al.*, 2008).

Dilaporkan dalam penelitian Faticah (2011), bahwa bakteri endofit (*Bacillus mycooides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei*) baik perlakuan tunggal maupun kombinasi memiliki potensi dalam menghasilkan kitinase, protease dan selulase yang berperan dalam mekanisme induksi tanaman.

Berdasarkan potensi yang dimiliki bakteri endofit kitinolitik, maka dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati terhadap nyamuk khususnya *Aedes aegypti* yang merupakan vektor penyebab penyakit demam berdarah. Hal ini didasarkan bahwa komponen eksoskeleton nyamuk tersebut tersusun dari bahan kitin sehingga secara logika dapat didegradasi oleh enzim kitinase yang

dihasilkan oleh bakteri endofit kitinolitik. Kerusakan struktur eksoskeleton larva nyamuk dapat berakibat pada gangguan pertumbuhan dan kematian.

Mengingat besarnya potensi pemanfaatan bakteri kitinolitik sebagai agen pengendali hayati larva nyamuk *Aedes aegypti*, perlu dilakukan penelitian awal tentang kemampuan bakteri endofit kitinolitik dari akar tanaman kentang dalam mengendalikan larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media TSA (*Tryptic Soyc Agar*) untuk peremajaan dan perbanyakkan baktrei endofit dan TSB (*Tryptic Soyc Broth*). Bakteri endofit yang digunakan adalah *Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei* yang telah diuji menghasilkan enzim kitinase koleksi laboratorium Mikrobiologi Malang. Larva nyamuk *Aedes aegypti* stadium instar kedua (koleksi Laboratorium Parasitologi Universitas Brawijaya) Malang dan aquades steril untuk media larva nyamuk *Aedes aegypti*.

Peremajaan bakteri endofit kitinolitik. Setiap akan memulai perlakuan bakteri endofit kitinolitik (*Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan *Pseudomonas pseudomallei*) harus diremajakan terlebih dahulu pada media lempeng agar dan TSA miring, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Persiapan Filtrat Bakteri Endofit Kitinolitik. Produksi

metabolik bakteri endofit dilakukan dengan cara menumbuhkannya di dalam medium cair. Fermentasi bakteri endofit dipakai medium TSB (*Tryptic Soyc Broth*). Koloni bakteri endofit yang telah diinkubasi pada medium TSA selama 24 jam, kemudian diambil satu sengkeliit menggunakan jarum ose dan dipindahkan ke dalam 5 ml medium TSB. Kemudian dilarutkan dengan menggunakan *vortex mixer*, dan dihitung viabilitas bakteri dengan metode *Total Plate Count* (TPC) sehingga viabilitas mencapai $1,5 \times 10^8$ cfu/ml. Suspensi koloni bakteri dipindahkan ke dalam 9 ml medium TSB sebanyak 1 ml pada 50 ml tabung erlenmeyer, diinkubasi pada suhu 30°C menggunakan *shaker incubator* 130 rpm selama 48 jam. Setelah proses fermentasi selesai, masing-masing medium disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm dengan suhu 4°C selama 20 menit.

Setelah disiapkan larva Larva *Aedes aegypti* stadium instar II. Maka dilanjutkan dengan penyiapan gelas plastik sebanyak 48 buah. Masing – masing gelas diisi dengan 150 ml aquades dan 10 ekor larva *Aedes aegypti*. Kemudian dimasukkan filtrat bakteri endofit kitinolitik dengan konsentrasi 0,5 ml, 1 ml dan 1,5 ml ke dalam masing-masing gelas plastik sesuai rancangan percobaan. Diletakkan dalam lingkungan yang homogen, kemudian diamati setiap 24 jam dan hitung jumlah larva dan pupa yang mati sampai hari ke- 10.

Analisis Data. Potensi dan pengaruh pemberian bakteri kitinolitik (*Bacillus mycoides*, *Pseudomonas pseudomallei* dan

Klebsiella ozaenae) diukur berdasarkan persentase mortalitas larva dan pupa *Aedes aegypti* L selama 10 hari. Angka mortalitas kontrol dikoreksi dengan rumus Abbot, yaitu:

$$\begin{aligned} & \text{Koreksi Mortalitas} \\ & = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan:

A : Kematian larva dan pupa yang mati *Aedes aegypti* pada Uji

B : Kematian larva dan pupa *Aedes aegypti* pada Kontrol

$$\begin{aligned} & \text{Persentase Mortalitas} \\ & = \frac{\sum m}{\sum t} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan:

$\sum m$: Jumlah larva dan pupa yang mati *Aedes aegypti*

$\sum t$: Jumlah total larva dan pupa *Aedes aegypti*

Jika perlakuan nyamuk pada kontrol < 5% maka angka kematian dapat digunakan, sedangkan jika angka kematian 5%-20% maka kematian harus dikoreksi menggunakan rumus koreksi Abbot.

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA (*one way*), kemudian jika ada perbedaan nyata antar perlakuan maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) program SPSS 16.

Data kualitatif berupa morfologi pada larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* yang mati dianalisis secara deskriptif dengan cara dibandingkan dengan larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas Larva dan Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*. Dari hasil analisis ANOVA (lampiran 4) diketahui bahwa ada pengaruh konsentrasi (0 ml, 0,5 ml, 1 ml dan 1,5 ml) terhadap mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Teruji bahwa pada konsentrasi 1,5 ml filtrat bakteri endofit kitinolitik dapat menyebabkan mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Ada pengaruh bakteri (*Bacillus mycooides*, *Klebsiella ozaenae* dan kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae*) terhadap mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Berdasarkan data yang telah didapat disimpulkan bahwa pada filtrat bakteri kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* dapat menyebabkan mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Ada pengaruh interaksi konsentrasi dan bakteri terhadap mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Data menunjukkan bahwa pada kombinasi perlakuan B3K3 yaitu pada konsentrasi 1,5 ml filtrat bakteri kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* persentase mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 97%, persentase mortalitas tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

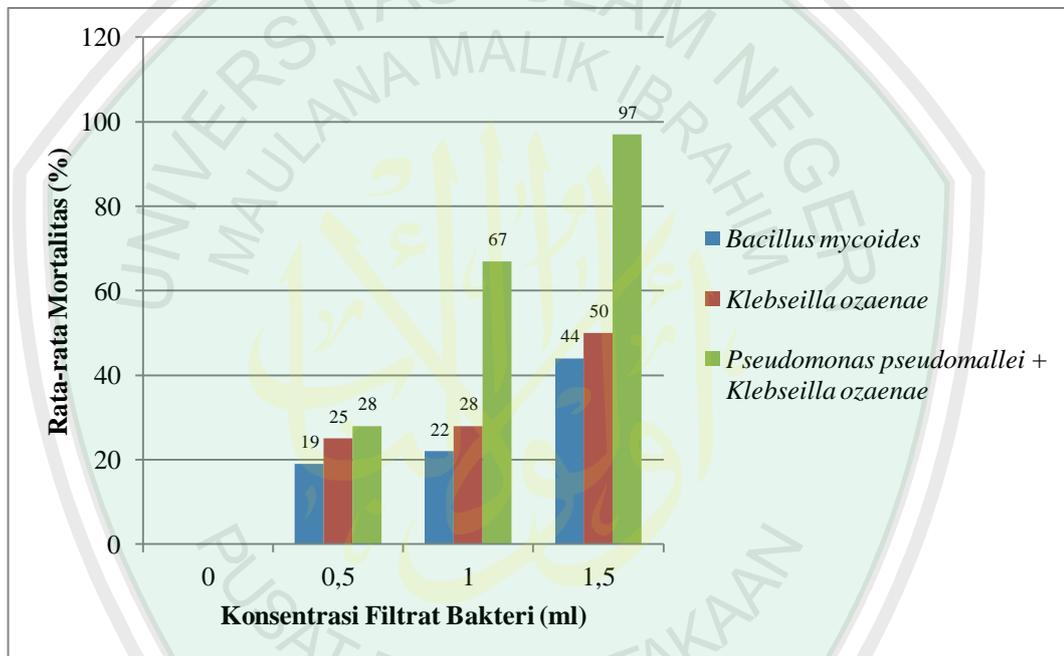
Berdasarkan hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%, konsentrasi perlakuan 0,5 ml, 1 ml dan 1,5 ml filtrat bakteri endofit kitinolitik berpengaruh terhadap mortalitas *Aedes aegypti* karena menunjukkan adanya beda nyata dengan kontrol (0 ml). Hal ini

menunjukkan bahwa filtrat bakteri endofit kitinolitik memiliki potensi sebagai pengendali hayati larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Pada kontrol tidak menunjukkan adanya mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*.

Untuk mengetahui potensi filtrat bakteri endofit kitinolitik dalam mengendalikan larva dan pupa

nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:

Gambar 1 Persentase Kematian Larva dan Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*



Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi menyebabkan peningkatan persentase mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Filtrat bakteri *Bacillus mycoides* pada konsentrasi 0,5 ml menyebabkan mortalitas larva dan pupa *Aedes aegypti* sebesar 19%, 1 ml sebesar 22%, sedangkan pada konsentrasi 1,5 ml tingkat mortalitas meningkat mencapai 44 %.

Berikutnya filtrat bakteri yang digunakan adalah *Klebsiella ozaenae* dengan konsentrasi 0,5 ml, 1

ml dan 1,5 ml. Secara berurutan menyebabkan mortalitas larva dan pupa *Aedes segypti* sebesar 25%, 28% dan 40%. Persentase mortalitas larva dan pupa *Aedes aegypti* pada konsentrasi 1,5 ml.

Selanjutnya filtrat bakteri yang digunakan adalah filtrat bakteri kombinasi yaitu kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae*. Filtrat bakteri ini terlihat lebih berpotensi dalam mengendalikan larva dan pupa *Aedes aegypti* dibandingkan filtrat bakteri

tunggal lainnya. Pada konsentrasi 0,5 ml menyebabkan mortalitas sebesar 28%, konsentrasi 1 ml sebesar 67%, sedangkan pada konsentrasi 1,5 mortalitas mencapai 97%.

Hal tersebut dimungkinkan karena perbedaan indeks kitinase (dalam mm) yang dihasilkan dari 3 jenis bakteri yang digunakan. Dilaporkan dalam penelitian (Faticah, 2011) bahwa indeks kitinase yang dihasilkan dari *Bacillus mycoides* sebesar 1,19, *Klebsiella ozaenae* sebesar 1,20 dan kombinasi *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* sebesar 1,43. Sehingga dengan pemberian 1,5 ml filtrat bakteri endofit kitinolitik merupakan dosis optimal dalam mempengaruhi mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Mortalitas merupakan efek dari adanya kerusakan struktur eksoskeleton pada larva yang berakibat pada terganggunya proses metabolisme tubuh lainnya. Terganggunya proses metabolisme memungkinkan terjadinya kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* (pujiyanto *et al*, 2008).

Pada gambar 1 persentase kematian larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*, terlihat bahwa kombinasi bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* merupakan isolat yang sangat berpotensi digunakan sebagai agen pengendali hayati dibandingkan bakteri tunggal lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumarsih (2003) bahwa jika terdapat dua atau lebih jasad yang berbeda ditumbuhkan bersama-sama dalam 1 medium, maka aktivitas metabolismenya secara kualitatif maupun kuantitatif akan berbeda jika

dibandingkan dengan jumlah aktivitas masing-masing jasad yang ditumbuhkan dalam medium yang sama tapi terpisah. Fenomena ini merupakan hasil interaksi metabolisme atau interaksi dalam penggunaan nutrisi yang dikenal sebagai sinergistik.

Hubungan yang sinergistik ini terjadi ketika dua spesies bakteri hidup bersama dan mengadakan kegiatan yang tidak saling mengganggu, tetapi kegiatan yang dilakukan oleh masing-masing bakteri tersebut justru berupa suatu urutan yang saling menguntungkan. Ragi untuk membuat tape terdiri dari kumpulan spesies-spesies *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula* dan mungkin *acetobacter*. Masing-masing spesies memiliki kegiatan sendiri-sendiri, sehingga zat tepung (amilum) dapat berubah menjadi gula, dan gula menjadi beberapa macam asam organik, alkohol dan lain-lain (Dwijosaputro, 2006).

Ketika kombinasi bakteri antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* ditumbuhkan pada tempat yang sama. Telah dibuktikan oleh Faticah (2010), bahwa indeks kitinase yang dihasilkan oleh bakteri ini sebesar 1,43 mm. Karena besarnya indeks kitinase yang dihasilkan oleh kombinasi *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* tersebut, maka semakin besar pula kemampuannya dalam menghasilkan enzim kitinase yang dapat mendegradasi kitin. Ketika bakteri endofit kitinolitik kombinasi dibiakkan dalam medium TSB kemudian diinokulasikan ke dalam medium biakan larva nyamuk *Aedes*

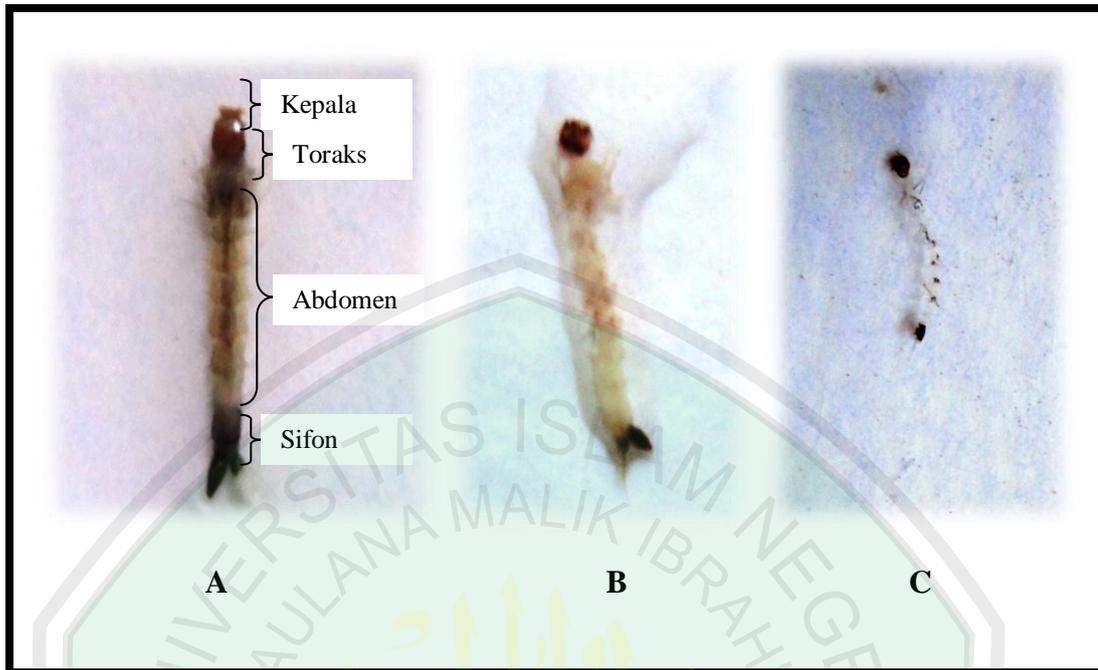
aegypti, maka terjadi suatu mekanisme bahwa kombinasi bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* menghasilkan enzim kitinase dalam jumlah besar karena semua nutrisi yang dibutuhkan telah terpenuhi. Enzim kitinase tersebut digunakan oleh bakteri untuk memecah kitin penyusun eksoskeleton nyamuk *Aedes aegypti* menjadi sumber karbon dan nitrogen (Pelczar, 1986).

Kitin dapat dihidrolisis dengan enzim kitinase. Enzim kitinase merupakan enzim yang berperan dalam pengendalian jamur, nematoda dan serangga. Enzim kitinase ini mampu menguraikan kitin pada dinding sel jamur, nematoda dan eksoskeleton serangga menjadi N-asetil glukosaminida. Faktor yang menginduksi sintesis kitinase adalah kemampuan sel mikroorganisme untuk mengenal struktur fisik kitin seperti susunan rantai, contoh mekanisme sintesis pada *Streptomyces olivaceoviridis*. Mikroorganisme ini memproduksi protein seperti lektin yang mengikat secara khusus pada kristal α -kitin. sel juga dapat mengenal derajat deasetilasi dari jumlah glukosamin dan GlcNac relatif yang dibebaskan selama degradasi kitin (Dewi, 2008).

Larva yang normal tidak berlungan dan dadanya lebih lebar

dari kepalanya. Kepalanya berkembang baik dengan sepasang antena dan mata majemuk, serta sikat mulut yang menonjol. Perutnya terdiri dari 9 ruas yang jelas dan ruas terakhir dilengkapi dengan tabung udara (sifon) yang berbentuk silinder (Gambar 2) (Sigit *et al*, 2006).

Kerusakan struktur eksoskeleton pada larva dapat berakibat pada terganggunya proses pertumbuhan dan proses metabolisme tubuh lainnya (May dan Vander Gheynst, 2002). Terganggunya proses metabolisme memungkinkan menyebabkan kematian larva. Kerusakan struktur ini dapat diamati pada larva yang mati akibat perlakuan bakteri endofit kitinolitik dengan mikroskop makro NIKON SMZ645 (Gambar 2).

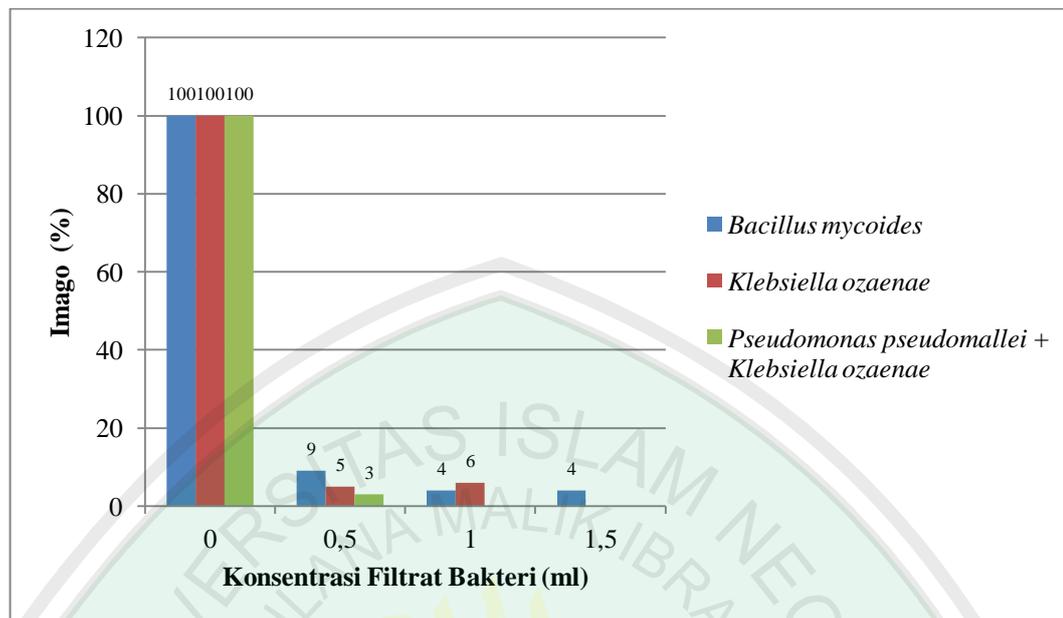


Gambar 2 (A) Larva hidup, (B) Larva mati pada kontrol dan (C) Kerusakan struktur eksoskeleton pada larva yang mati karena perlakuan bakteri endofit kitinolitik

Perubahan Morfologi larva Nyamuk *Aedes aegypti*. Pemberian filtrat bakteri endofit kitinolitik selain berpengaruh terhadap mortalitas juga berpengaruh terhadap perubahan morfologi larva dalam hal metamorfosis. Pada (Gambar 3) dapat dilihat persentase keberhasilan larva menjadi nyamuk *Aedes aegypti* dewasa selama 10 hari yaitu saat larva atau pupa dalam kontrol berubah menjadi nyamuk atau mati.

Pada (Gambar 3) perlakuan kontrol menunjukkan persentase munculnya nyamuk sebesar 100%. Sedangkan pada perlakuan yang

diberi filtrat bakteri endofit kitinolitik persentase munculnya nyamuk dewasa terhitung rendah. Persentase munculnya nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 0% dengan pemberian filtrat bakteri endofit kitinolitik konsentrasi 1,5 ml dengan bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae*. Hal ini menunjukkan bahwa filtrat bakteri endofit kitinolitik mempunyai daya penghambatan terhadap perkembangan larva menjadi nyamuk.



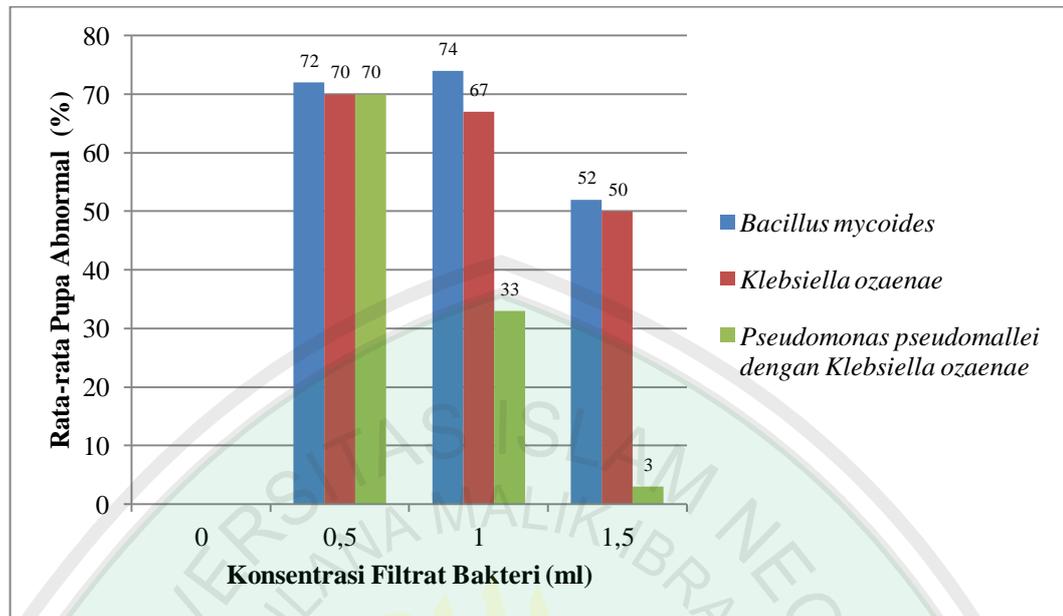
Gambar 3 Persentase Keberhasilan Larva Menjadi Nyamuk *Aedes aegypti* Dewasa

Berdasarkan hasil pengamatan selama perlakuan, secara umum filtrat bakteri endofit kitinolitik berpengaruh terhadap penghambatan perkembangan larva. Sehingga larva memerlukan waktu yang lebih lama untuk berkembang menjadi nyamuk. Ataupun larva yang diberi filtrat bakteri endofit kitinolitik siklus hidupnya berhenti pada pupa yang abnormal dan akhirnya mati.

Pada Gambar 4 di bawah ini menunjukkan persentase pupa abnormal yaitu pupa yang tidak mati dan tidak menetas menjadi nyamuk selama 10 hari pengamatan. Pupa tersebut memiliki morfologi yang tidak normal yaitu pupa yang mati atau gagal menetas menjadi nyamuk, terlihat ruas-ruas abdomennya

berkelok dan cenderung masih lurus seperti pada stadium larva. Pupa yang normal seharusnya berbentuk seperti koma. Kepala dan dadanya bersatu dilengkapi dengan sepasang terompet pernafasan (Gambar 5) (Sigit *et al*, 2006). Pengamatan dilanjutkan sampai hari ke-15, hasil yang didapatkan adalah kematian pupa abnormal.

Pupa yang mati atau gagal menetas menjadi nyamuk, terlihat ruas-ruas abdomennya berkelok dan cenderung masih lurus seperti pada stadium larva. Pupa yang normal seharusnya berbentuk seperti koma. Kepala dan dadanya bersatu dilengkapi dengan sepasang terompet pernafasan (Gambar 5) (Sigit *et al*, 2006).



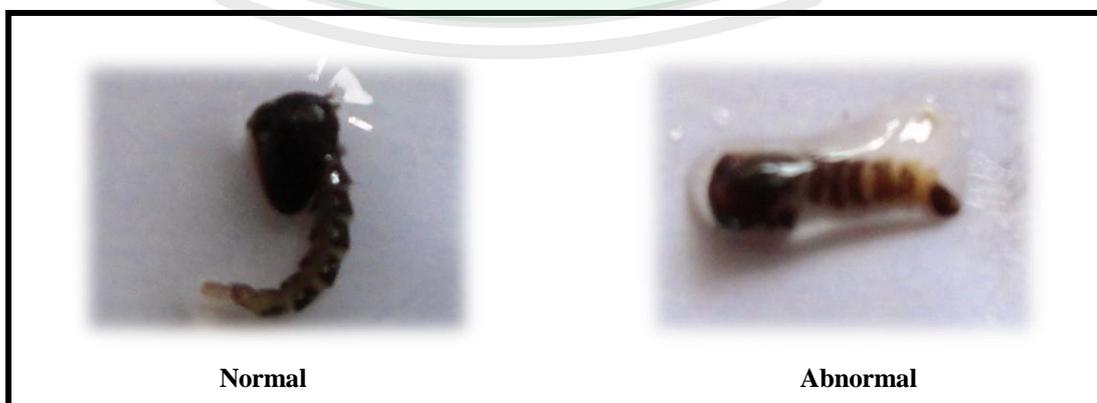
Gambar 4 Persentase Abnormalitas Pupa *Aedes aegypti* yang Terhambat Menjadi Nyamuk Dewasa

Dalam kajian literatur dijelaskan bahwa siklus hidup nyamuk dipengaruhi suhu, makanan, spesies, dan faktor lain. Pada saat menetas (ekslosi), kulit pupa tersobek oleh adanya gelembung udara dan oleh kegiatan nyamuk dewasa yang melepaskan diri (Sigit *et al.*, 2006).

Dapat disimpulkan bahwa pupa abnormal yang tidak berhasil menetas menjadi nyamuk *Aedes*

aegypti dewasa disebabkan karena faktor lingkungan yang mempengaruhinya.

Faktor lingkungan yang dimaksudkan di sini adalah adanya bakteri endofit kitinolitik pada media biakan nyamuk *Aedes aegypti*. Bakteri tersebut dapat menghasilkan kitinase yang dapat mendegradasi kitin yang merupakan penyusun utama eksoskeleton nyamuk (Pujiyanto *et al.*, 2004).



Gambar 5 Morfologi Pupa *Aedes aegypti* perbesaran 100x (mikroskop makro NIKON SMZ645)

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa, filtrat bakteri *Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* memiliki potensi dalam mengendalikan larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Penambahan konsentrasi pada masing-masing filtrat bakteri endofit kitinolitik dapat menyebabkan meningkatnya persentase mortalitas larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*. Filtrat bakteri kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae* berpotensi lebih besar dalam mengendalikan larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* yaitu mortalitas kematian larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti* sebesar 97%. Berdasarkan data kualitatif yang telah didapat disimpulkan bahwa pemberian filtrat bakteri endofit kitinolitik (*Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae*) menyebabkan kerusakan morfologi larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*, serta menghambat keberhasilan larva menjadi nyamuk *Aedes aegypti* dewasa.

Berdasarkan hasil penelitian dikemukakan bahwa perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pembuatan media biakan bakteri endofit kitinolitik pada akar tanaman kentang, terutama (*Bacillus mycoides*, *Klebsiella ozaenae* dan kombinasi antara *Pseudomonas pseudomallei* dengan *Klebsiella ozaenae*) dan pengaplikasiannya di

lapangan sebagai agen pengendali hayati larva dan pupa nyamuk *Aedes aegypti*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jauziyah, Ibnul Qayyim. 1994. *Sistem Kedokteran Nabi terjemahan dari – Ath-Thibbun Nabawy*. Semarang: Toha Putra Group
- Axtell, R. C., and D.R. Guzman. 1987. *Encapsulation of the mosquito fungal pathogen Lagenidium giganteum (Oomycetes:Lagenidiales) in calcium alginate*. Journal of the American Mosquito Control Association 3: 450-459.
- Banani, S., V. Bihari, A. Sharma and A.K. Joshi. 2002. *Studies on physiology, zoospore morphology and entomopathogenic potential of the aquatic oomycete: Lagenidium giganteum*. Mycopathologia. 154: 51-54.
- Bargabus et al. Zidack. N.K., Sherwood J.E., and Jacobsen B.J. 2002. *Characterisation of systemic resistance in sugar beet elicited by a non-pathogenic, phyllosphere-colonizing bacillus mycoides, biological control agent*. Physiological and molecular plant pathology. Vol 61, (5): 289-298.
- Borrer, D. J. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*, Edisi Ke-VI. Diterjemahkan oleh S. Partosoedjono, MSc. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Dewi, I.M. 2008. *Isolasi Bakteri dan Uji Aktifitas Kitinase Termofilik Kasar dari sumber Air Panas Tinggi Raja, Simalungun Sumatera Utara*. Tesis. Medan: Pascasarjana USU.
- Effendy N. *Dasar – Dasar Keperawatan Kesehatan Masyarakat*. Edisi 2. Jakarta EGC : 1998.

- El-Katatny MH, Somitch W, Robra KH, El-Katatny MS, Gubitz GM. 2000. *Production of Chitinase and β -1,3 glucanase by Trichoderma harzianum for Control of The Phytopathogenic Fungus Sclerotium rolfsii*. Food Technol. Biotechnol. 38: 173-180
- Fatichah, Nur Fianty Yuni. 2011. *Potensi Bakteri Endofit Sebagai Penghasil Enzim Kitinase, Protease dan Selulase Secara In Vitro*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Biologi Fakultas SAINTEK UIN MMI Malang.
- Fincan, A. And Okumus, V. 2007. *The Obtained of Alkaline Serine Protease From Bacillus sp. isolated From Solid Through The Solid-State Fermentation Technique By Using Rind of citrullus lantanus L. (watermelon) and cucumis melo L. (melon)*, D.U. Ziya Gokalp Egitim Fakultesi Dergisi. 9:104-114.
- Fujii T, Miyashita K. 1993. *Multiple Domain Structure in a Chitinase Gene (chiC) of Streptomyces lividans*. J. Gen. Microbial. 139: 677-686
- Fukamizo, T. 2000. *Chitinolytic enzymes: catalysis, substrate binding, and their application*. Curr. Prot. Peptide Sci. 1: 105-124.
- Gijzen, M, K. Kuflu, D. Qutob, JT, Chernys. 2001. *A class I Chitinase from Soybean Seed Coat*. J. Exp. Bot. 52: 2283-2289.
- Gooday, GW. 1994. *Physiology Of Microbial Degradation Of Chitin And Chitosan*. In Ratledge C, Editor. *Biochemistry Of Microbial Degradation*. Netherlands: Kluwer Academic Publ.p: 279-312.
- Harman, G. E., C.K. Hayes, M. Lorito, R. M. Broadway, A. Di Pietro, C. Peterbauer and A. Tronsmo. 1993. *Chitinolytic Enzymes of Trichoderma harzianum : Purification of Chitobiosidase and Endochitinase*. Phytopathology 83: 313-318.
- Harni, et al. *Pengaruh Filtrat Bakteri Endofit Terhadap Mortalitas, Penetasan Telur Dan Populasi Nematoda Peluka Akar Pratylenchus Brachyurus Pada Nilam*. Jurnal Littri, ISSN 0853-8212, 16(1), Maret 2010. Hlm. 43 – 47.
- Harni, R., Supramana, Munif dan Mustika. 2006. *Pengaruh Metode Aplikasi Bakteri Endofit terhadap Perkembangan Nematoda Pelukar Akar (Pratylenchus brachyurus) Pada Tanaman Nilam*. Jurnal Littri, ISSN 0853-8212. 16 (1): 43-47
- Indrawan. *Mengenal dan Mencegah Demam Berdarah*. Bandung :CV. Pionir Jakarta : 2001
- Jasin, Maskoer. 1984. *Sistematik Hewan*. Surabaya: Sinar Wijaya
- Kardinan, A. 2007. *Potensi Selasih sebagai Repellent terhadap Nyamuk Aedes aegypti*. Jurnal Littri 13(2); 39-42.
- Knaysi, G. And Baker, R.F. 1947. *Demonstration, With The Electron Microscope A Nucleus In Bacillus mycoides Grown in A Nitrogrn-Free Medium*. J. Bacterial. 53 (5): 539-553
- Kunkel. 2010. *Pseudomonas Pseudomallei*. <http://visualsunlimited.Photoshelter.com>. Diakses 29 Desember 2011.
- Mazzone, H.M. 1987. *Control of Invertebrate Pest Through The Chitin Pathway*. In Maramorosch, k (Ed.). London. Page 439-450
- Notoatmojo. Soekijo, Sarwono Salita. 2000. *Pengantar Ilmu Perilaku Kesehatan*. Badan penerbit kesehatan Masyarakat FKM. UI. Jakarta oleh S. Partosoedjono, MSc. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

- Ohno T, Armand S, Hata T, Nikaidou N, Henrissat B, Mitsutomi M, Watabane T. 1996. *A Modular Family 19 Chitinase Found in The Prokaryotic Organism Streptomyces griseus HUT 6037. J. Bacteriol.* 178: 5065-5070
- Pelczar, Michael. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI-Press : Jakarta
- Pujiyanto, S., D.A. Supriyadi, Wijanarka dan S. Purwantisari. 2004. *Potensi Bakteri Kitinolitik Isolat Lokal untuk Memproduksi Enzim Kitinase dan Mengendalikan Kapang Patogen*. [Laporan Penelitian]. Semarang: FMIPA UNDIP.
- Pujiyanto, S., Kusdiyantini, E. Dan Hadi, M. 2008. *Isolasi dan seleksi Bakteri Kitinolitik Isolat Lokal yang Berpotensi untuk Mengendalikan Larva Nyamuk Aedes aegypti L.*, Biodiversitas, ISSN: 1412-033X Vol 9 (1): 5-8.
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara : Jakarta
- Rahmawati, D. 2009. *Mikroba Endofit Solusi Bahan Baku Obat Yang Murah Dan Ramah Lingkungan*. Siaran Pers. Deputi direktur kantor komunikasi UI.
- Rostinawati, Tina. 2008. *Skrining Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Kitinase Dari Air Laut Di Perairan Pantai Pondok Bali*. Jatinangor: Universitas Padjajaran.
- Rukmana, R. 2002. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Yogyakarta : Kanisius
- Saito, A., T. Fujii, T. Yoneyama and K. Miyashita. 1998. *Glucanase Is Involved In Glucose Repression Of Chitinase Production In Streptomyces Lividans. J. Bacteriol.* 180: 2911-2914.
- Sembel, D, 2009. *Entomologi Kedokteran*. Yogyakarta: Andi Offset
- Sigit, S. H., F. X. Koesharto, Upik K. H., Dwi J. G., Susi S., Indrosancoyo A. W., Musphyanto C., Mohammad R., Swastiko P., Sulaeman Y., dan Sanoto U. 2006. *Hama Perbukitan Indonesia: Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soedarmono, Sp. *Demam Berdarah Dengue*. Medika 1995: XXI (10) : 798 – 808
- Soegijanto, S, 2006. *Demam Berdarah Dengue, Edisi 2*. Surabaya: Airlangga University Press
- Subdirektorat Arbovirologi, *Database kasus DBD di Indonesia Tahun 1968 – 2009*, Ditjen PP&PL, Kementerian Kesehatan RI.
- Suharmiyati., Lestari H. 2007. *Tanaman Obat dan Ramuan Tradisional untuk Mengatasi Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sukowati, S. *Resistensi Vektor Penyakit Terhadap Insektisida*. Majalah Kedokteran FK UKI. 1996. Th XIV No 26 Subdirektorat Arbovirologi, Database kasus DBD di Indonesia Tahun 1968 – 2009, Ditjen PP&PL, Kementerian Kesehatan RI.
- Sumarmo. *Demam Berdarah (Dengue) pada Anak*. Universitas Indonesia (UI – press). Jakarta. 1999
- Supartha, I W. 2008. *Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, Aedes aegypti (Linn.) dan Aedes albopictus (Skuse) (Diptera: Culicidae)*. *Pertemuan Ilmiah*, 3-6 September 2008. Denpasar: Universitas Udayana.
- Tjahjadi, N. 2005. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Yogyakarta : Kanisius.
- Thomas. S. Dkk. 2000. *Epidemiologi dan Penanggulangan penyakit DBD Di*

Indonesia Saat ini. Dalam Demam Berdarah Dengue.

Biologi Fakultas SAINTEK UIN MMI Malang.

- Wahyuni, Sri. 2011. *Aplikasi Bakteri Kitinolitik Dapat Digunakan Untuk Mengendalikan Pertumbuhan Jamur Colletotrichum Sp. Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Kakao Secara In Vitro Dan In Vivo*. Skripsi tidak diterbitkan
- Wardhani, H.A.K. 2010. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Dari Akar Tanaman Kentang Sebagai Anti Nematoda Sista Kuning (Globodera rostochiensis)*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan
- WHO. 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2005/13.
- Yurnaliza. 2002. *Senyawa Kitin dan Kajian aktivitas Enzim Mikrobial Pendegradasinya*. USU Digital Library

