

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Isolat *M. anisopliae* pada Berbagai Konsentrasi terhadap Mortalitas *H. armigera*

Mortalitas larva *H. armigera* merupakan parameter pengukuran terhadap banyaknya jumlah larva uji yang mati akibat infeksi jamur *M. anisopliae*. Hasil perhitungan mortalitas digunakan untuk mengetahui efektivitas masing-masing isolat jamur dalam mengendalikan populasi larva *H. armigera* (Rustama dkk., 2008). Pada penelitian ini, dua isolat lokal HJMA-5 dan HJMA-8 dengan beberapa tingkat konsentrasi konidia diinfeksi pada larva *H. armigera* instar tiga. Konsentrasi konidia yang digunakan adalah 0, 10^5 , 10^6 , 10^7 , dan 10^8 konidia/ml.

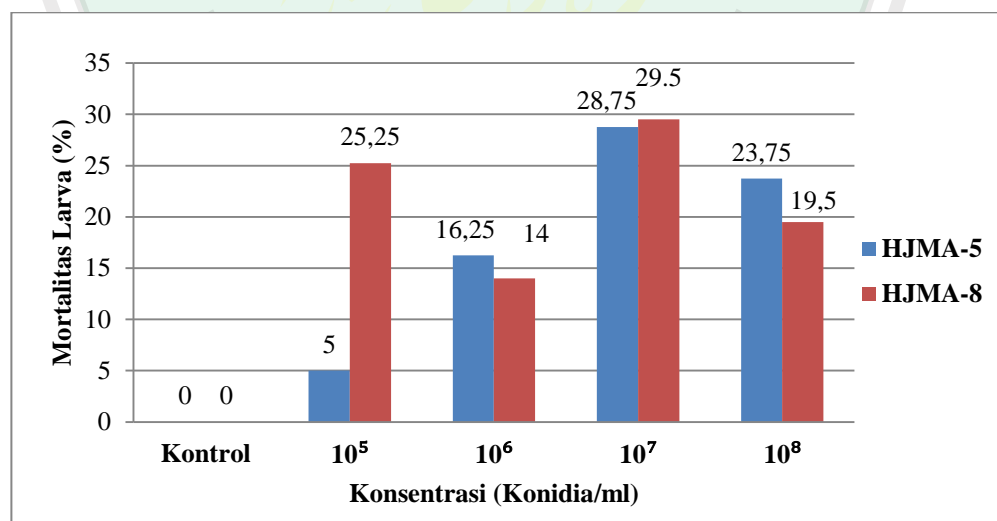
Hasil uji statistik ANOVA *two way* pada lampiran 3 menunjukkan bahwa mortalitas larva *H. armigera* tidak nyata dipengaruhi oleh jenis isolat jamur *M. anisopliae* yaitu, HJMA-5 dan HJMA-8. Artinya, patogenisitas jamur *M. anisopliae* untuk dapat mematikan larva *H. armigera* tidak dipengaruhi oleh jenis isolat yang digunakan. Sedangkan, tingkat konsentrasi yang digunakan pada masing-masing isolat berpengaruh terhadap mortalitas larva *H. armigera*. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi pada masing-masing isolat berpengaruh terhadap jumlah larva yang mati. Hasil Uji Duncan pengaruh jenis isolat jamur *M. anisopliae* pada berbagai konsentrasi terhadap *H. armigera* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi Isolat Jamur *M. anisopliae* terhadap Mortalitas Larva *H. armigera*

No.	Konsentrasi Isolat Jamur <i>M. anisopliae</i> (Konidia/ml)	Mortalitas Larva (%)
1	0	0,00 ± 0,00 a
2	10 ⁵	15,12 ± 17,40 ab
3	10 ⁶	15,12 ± 22,42 ab
4	10 ⁷	29,12 ± 20,39 b
5	10 ⁸	21,62 ± 21,80 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Duncan taraf 5%

Berdasarkan tabel 4.1 (pada lampiran 4), dapat diketahui bahwa masing-masing konsentrasi 10⁵, 10⁶, 10⁷ dan 10⁸ konidia/ml berbeda nyata dengan kontrol (konsentrasi 0 konidia/ml). Konsentrasi 10⁵ konidia/ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10⁶ konidia/ml. Akan tetapi, konsentrasi keduanya berbeda nyata dengan konsentrasi 10⁷ dan 10⁸ konidia/ml. Sedangkan konsentrasi 10⁷ konidia/ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 10⁸ konidia/ml.



Gambar 4.1 Diagram Mortalitas Larva *H. armigera* yang diinfeksi Konidia Jamur *M. anisopliae* pada Berbagai Tingkat Konsentrasi

Gambar 4.1 merupakan diagram mortalitas larva *H. armigera*. Pada diagram terlihat bahwa mortalitas tertinggi larva *H. armigera* yang diinfeksi isolat jamur *M. anisopliae* HJMA-5 dan HJMA-8 adalah pada konsentrasi 10^7 konidia/ml dengan persentase 28,75% dan 29,5%. Nilai mortalitas ini paling tinggi dibandingkan dengan nilai mortalitas pada konsentrasi konidia yang lain. Adapun mortalitas tertinggi kedua adalah pada konsentrasi 10^5 konidia/ml isolat HJMA-8 dengan persentase sebesar 25,25%. Mortalitas tertinggi selanjutnya adalah pada konsentrasi 10^8 konidia/ml isolat HJMA-5 dan HJMA-8 dengan persentase masing-masing sebesar 23,75% dan 19,5%. Kemudian mortalitas tertinggi berikutnya adalah pada konsentrasi 10^6 konidia/ml isolat HJMA-5 dan HJMA-8 dengan persentase masing-masing sebesar 16,25% dan 14%. Mortalitas terendah adalah pada konsentrasi 10^5 konidia/ml isolat HJMA-5 dengan persentase sebesar 5%.

Gambar 4.1 menunjukkan tinggi-rendahnya mortalitas larva akibat infeksi jamur. Pada masing-masing isolat HJMA-5 dan HJMA-8 dengan konsentrasi 10^5 konidia/ml menunjukkan perbedaan jumlah mortalitas yang sangat besar. Di mana pada isolat HJMA-5 mortalitas mencapai 5%, sedangkan pada isolat HJMA-8 mortalitas larva mencapai 25,25%. Perbedaan jumlah mortalitas pada konsentrasi 10^5 konidia/ml isolat HJMA-5 dan HJMA-8 diduga karena adanya *human error* saat aplikasi dilakukan. Secara umum, mortalitas larva akan rendah bila diinfeksi dengan konsentrasi jamur yang rendah. Pada konsentrasi 10^6 konidia/ml isolat HJMA-5 dan HJMA-8, jumlah mortalitas larva akibat infeksi jamur lebih rendah dibandingkan

dengan konsentrasi 10^7 konidia/ml. Hal ini diduga pada konsentrasi 10^6 konidia/ml, kerapatan konidia rendah, sehingga peluang kontak antara konidia dengan integument serangga juga rendah. Pada konsentrasi 10^7 konidia/ml, masing-masing isolat jamur HJMA-5 dan HJMA-8 mampu menyebabkan mortalitas larva tertinggi, hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, kerapatan jamur merupakan kerapatan yang optimal dan sesuai untuk menginfeksi larva. Sedangkan pada konsentrasi 10^8 konidia/ml isolat HJMA-5 dan HJMA-8, mortalitas larva mengalami penurunan. Penurunan mortalitas larva pada konsentrasi 10^8 konidia/ml, diduga karena pada konsentrasi tersebut jumlah kerapatan konidia melebihi jumlah kerapatan optimal serta populasi pada konsentrasi tersebut terlalu padat bagi jamur untuk berkecambah dan menginfeksi tubuh larva. Menurut Untung (2006), konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan persaingan pakan dan ruang antar patogen sejenis serta menghambat perkembangbiakan sehingga menurunkan daya bunuh patogen terhadap serangga.

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.1 maka dapat diketahui bahwa konsentrasi 10^7 konidia/ml pada masing-masing isolat jamur *M. anisopliae*, HJMA-5 dan HJMA-8, merupakan konsentrasi yang mampu menyebabkan mortalitas larva tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi lain. Selain itu, hasil pengujian konsentrasi jamur terhadap larva *H. armigera* instar 3 menunjukkan bahwa tingginya mortalitas larva tidak dipengaruhi oleh semakin tingginya tingkat konsentrasi. Sehingga dalam hal ini dapat diketahui bahwa konsentrasi 10^7 konidia/ml merupakan

konsentrasi yang optimal untuk menginfeksi larva *H. armigera* instar 3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Prayogo dan Tengkanu (2004), *M. anisopliae* dengan konsentrasi 10^7 konidia/ml merupakan konsentrasi optimal yang efektif mengendalikan larva ulat grayak (*S. litura*) yang merupakan jenis larva dari ordo yang sama dengan *H. armigera* yaitu ordo Lepidoptera.

Mortalitas larva *H. armigera* akibat infeksi jamur *M. anisopliae* pada penelitian ini tergolong rendah. Karena mortalitas tertinggi hanya mencapai 29,5%. Rendahnya mortalitas larva *H. armigera* akibat infeksi *M. anisopliae* dapat diakibatkan oleh beberapa faktor. Menurut Effendy (2010) yang menguji patogenisitas jamur *M. anisopliae* pada nimfa wereng batang coklat (*N. lugens*), rendahnya mortalitas larva diduga karena adanya aktivitas pergantian kulit inang (*molting*). Jika *molting* terjadi maka kemungkinan infeksi jamur pada inang akan gagal. Hal ini dikarenakan jamur yang menempel pada kulit inang akan terbawa saat *molting* sebelum proses infeksi terjadi. Rendahnya mortalitas larva dapat pula disebabkan oleh rendahnya viabilitas konidia jamur. Viabilitas merupakan daya kecambah konidia jamur. Jika viabilitas jamur rendah maka kemampuan jamur untuk hidup dan menginfeksi inang juga rendah. Perkecambahan konidia merupakan tahapan yang penting dalam proses penginfeksi inang. Isolat yang mempunyai daya kecambah tinggi akan mempunyai peluang besar untuk dapat menginfeksi dan mematikan inang (Tanada dan Kaya, 1993). Prayogo dkk. (2005) menyatakan bahwa keberhasilan proses infeksi bergantung pada kondisi lingkungan dan suhu. Suhu yang

dianjurkan pada waktu infeksi berkisar antara 23-25°C. Faktor lain yang dapat menyebabkan rendahnya mortalitas larva adalah strain dari isolat yang digunakan. Menurut Nunilahwati dkk. (2013), penyebab utama tinggi-rendahnya kematian inang adalah faktor bawaan dari strain isolat yang digunakan, di mana masing-masing strain isolat mempunyai virulensi yang berbeda-beda.

Indrayani (2011) menyatakan bahwa tingkat virulensi jamur entomopatogen cenderung lebih tinggi pada serangga inang utamanya (serangga asal mula jamur pertama kali diisolasi). Virulensi tersebut dapat mengalami penurunan sesuai dengan banyaknya subkultur pada isolat jamur. Menurut Mohammadbeigi (2013), virulensi jamur entomopatogen secara perlahan akan mengalami penurunan setelah dilakukan subkultur *in vitro*. Jamur Entomopatogen akan mengalami degenerasi (perubahan morfologi dan penurunan virulensi) ketika disubkultur pada media buatan lebih dari 4 kali atau disimpan pada media nutrient dalam jangka waktu yang lama. Penurunan virulensi ini dapat disebabkan karena nutrisi dalam media berkurang seiring dengan meningkatnya perkembangbiakan jamur (Thalib dkk., 2012). Pada penelitian ini, isolat jamur yang digunakan merupakan isolat yang telah disimpan lebih dari dua bulan, diduga isolat jamur yang digunakan telah mengalami penurunan virulensi, sehingga mortalitas larva yang dicapai rendah. Berdasarkan penelitian Mohammadbeigi (2013) jamur *M. anisopliae* juga dapat mengalami penurunan virulensi setelah dikultur *in vitro* sebanyak 4 kali berturut-turut.

Penurunan virulensi jamur *M. anisopliae* ketika dikultur secara *in vitro* dapat disebabkan karena berkurangnya sumber karbon, kitin, pati dan protein pada media pembiakan. Jamur entomopatogen dapat ditingkatkan kualitas dan patogenisitasnya dengan teknik pembiakan dan cara aplikasi. Teknik pembiakan dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa nutrisi ke dalam media. Beberapa nutrisi yang digunakan sebagai bahan tambahan media pembiakan di antaranya adalah dedak, gula jagung dan tepung kulit udang (Nuryanti dkk., 2012). Berdasarkan penelitian Saputra dkk. (2013) penambahan asam cuka pada media pembiakan dapat meningkatkan produksi konidia, daya kecambah dan patogenisitas jamur. Peningkatan patogenisitas jamur dapat pula dilakukan dengan cara aplikasi yaitu dengan penambahan bahan pembawa (*carier*) sebagai makanan cadangan (*starter*) jamur ketika diaplikasikan pada inangnya. Ketika jamur gagal menginfeksi inang, maka jamur akan bertahan hidup dengan adanya bahan pembawa tersebut. Bahan pembawa yang telah diaplikasikan untuk mempertahankan patogenisitas jamur salah satunya adalah tetes tebu (Prayogo, 2005).

Kematian larva yang terjadi pada perlakuan, secara umum disebabkan oleh adanya kontak langsung antara konidia jamur dengan integument larva. Ketika konidia jamur melekat pada integumen larva maka konidia tersebut akan berkecambah dan membentuk hifa penetrasi. Hifa penetrasi yang terbentuk akan menghasilkan beberapa enzim yaitu lipase, protease dan kitinase yang akan mendegradasi kutikula larva. Kemudian konidia akan masuk ke dalam tubuh larva

yaitu di bagian homocoel dan melakukan perkembangbiakan dengan menyerap hemolimfe. Pada saat melakukan perkembangbiakan, konidia menghasilkan destruksin yang dapat menyebabkan kematian larva. Larva yang mati akibat infeksi jamur *M. anisopliae* ditandai dengan tubuh yang lunak dan integument yang rapuh. Beberapa hari setelah larva mati, tubuh larva yang lunak akan berubah menjadi keras dan kaku akibat konidia yang menyelimuti tubuh larva (Prayogo dkk., 2005).

4.2 LC₅₀

LC₅₀ merupakan konsentrasi atau dosis suatu zat yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji. LC₅₀ merupakan metode yang telah disepakati untuk menentukan toksisitas relatif insektisida, di mana penghitungan mortalitas biasanya dilakukan setelah 24 dan 48 jam setelah pemaparan insektisida pada hewan uji (Untung, 2006). Pada penelitian ini, pemaparan jamur *M. anisopliae* pada hewan uji dilakukan dengan cara pencelupan hewan uji pada larutan jamur *M. anisopliae*. Sehingga dalam hal ini pengujian tingkat toksisitas insektisida terhadap hewan uji dilakukan dengan aplikasi kulit (dermal) (Untung, 2006). Hasil analisis probit untuk mengetahui nilai LC₅₀ (pada Lampiran 5. Tabel 13 dan 14) dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai LC₅₀ Isolat Jamur *M. anisopliae*

Isolat Jamur	Nilai LC ₅₀
HJMA-5	10 ⁵ konidia/ml
HJMA-8	10 ⁵ konidia/ml

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa jenis isolat jamur *M. anisopliae* HJMA-5 dan HJMA-8 mempunyai nilai LC_{50} yang sama yaitu sebesar 10^5 konidia/ml. Hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis isolat jamur membutuhkan konsentrasi sebesar 10^5 konidia/ml untuk mematikan 50% larva *H. armigera*. Nilai LC_{50} pada masing-masing jenis isolat sama, hal ini menunjukkan bahwa kedua jenis isolat HJMA-5 dan HJMA-8 mempunyai kemampuan yang sama untuk mematikan inang.

Menurut Baidoo dan Ackuaku (2011), kisaran nilai LC_{50} suatu jamur tergantung dari strain jamur, jenis serangga inang dan cara kontaminasi. Berbedanya strain jamur menunjukkan berbedanya faktor genetik masing-masing isolat. Faktor genetik tersebut menunjukkan berbedanya karakter fisiologi di antaranya, jumlah konidia yang dihasilkan dan daya kecambah konidia (viabilitas) masing-masing isolat (Nunilahwati, 2012). Sedangkan jenis serangga inang menunjukkan spesifitas serangga yang menjadi inang isolat. Indrayani (2011) menyatakan bahwa virulensi jamur entomopatogen akan tinggi pada inang utamanya (inang asal jamur diisolasi). Cara kontaminasi pada larva uji dapat dilakukan dengan cara penyemprotan suspensi spora secara langsung pada serangga, pencelupan serangga pada suspensi spora dan pencekakan. Harjaka dkk. (2004) melaporkan bahwa nilai LC_{50} jamur *M. anisopliae* yang diinfeksi pada *P. xylostella* dengan cara mencelupkan larva pada suspensi jamur adalah sebesar 1.2×10^6 konidia/ml. Sedangkan penginfeksian jamur *M. anisopliae* pada larva *L. stigma* dengan cara pencelupan memperoleh nilai LC_{50} sebesar $1,0^3 \times 10^8$ konidia/ml (Harjaka dkk., 2011).

4.3 LT₅₀

LT₅₀ merupakan waktu yang dibutuhkan suatu zat untuk mematikan 50% serangga uji (Nunilahwati dkk., 2013). Hasil analisis nilai LT₅₀ isolat jamur *M. anisopliae* (pada lampiran 5. tabel 15 dan 16) dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai LT₅₀ Isolat Jamur *M. anisopliae*

Isolat Jamur	Konsentrasi (Konidia/ml)	Nilai LT ₅₀
HJMA-5	10 ⁵	Tidak tercapai
	10 ⁶	Tidak tercapai
	10 ⁷	Tidak tercapai
	10 ⁸	Tidak tercapai
HJMA-8	10 ⁵	Tidak tercapai
	10 ⁶	Tidak tercapai
	10 ⁷	Tidak tercapai
	10 ⁸	Tidak tercapai

Berdasarkan tabel 4.3, maka dapat diketahui bahwa nilai LT₅₀ masing-masing konsentrasi isolat tidak tercapai atau tidak diperoleh. Nilai LT₅₀ berhubungan dengan mortalitas larva yang tercapai. Pada penelitian ini, mortalitas larva akibat infeksi jamur nilainya di bawah 50% sehingga nilai LT₅₀ tidak tercapai.

Nunilahwati dkk. (2012) menyatakan bahwa nilai LT berhubungan dengan jumlah kerapatan konidia jamur. Semakin banyak konidia jamur yang menempel pada tubuh larva maka semakin cepat isolat jamur tersebut untuk mematikan larva (Budi dkk., 2013). Menurut Effendy (2010), semakin banyak konidia jamur yang

menempel dan berkecambah pada integumen serangga maka integumen serangga tersebut akan semakin cepat rusak dan cairan tubuh akan lebih cepat habis sehingga mengakibatkan serangga lebih cepat mati.

Jamur entomopatogen membutuhkan waktu untuk mematikan inangnya (Herlinda dkk., 2008). Hal ini disebabkan oleh adanya proses dan tahapan-tahapan jamur dalam menginfeksi dan mematikan larva. Proses dan tahapan-tahapan jamur menginfeksi larva yaitu inokulasi (kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga), penempelan dan perkecambahan, penetrasi, destruksi dan kolonisasi dalam hemolimfa kemudian serangga akan mati, proses ini umumnya berlangsung 1 – 2 hari pada kondisi lingkungan yang sesuai (Prayogo dkk., 2005).

4.3 Penggunaan Biopestisida Sebagai Anjuran Menjaga Keseimbangan Alam

Pengendalian hayati dengan menggunakan biopestisida merupakan salah satu program dari pengelolaan hama terpadu (PHT). Menurut Untung (2006), dasar program PHT adalah adanya keseimbangan populasi antara hama dan kompleks musuh alaminya. Dalam Al-Qur'an surat Al-Mulk: 3, dijelaskan bahwa Allah SWT telah mengatur segala ciptaan-Nya dalam keadaan seimbang. Misalnya dalam suatu ekosistem pertanian, di dalamnya dihuni beberapa produsen dan konsumen dengan jumlah tertentu yang secara alami dapat berjalan seimbang dengan adanya aktivitas memangsa dan dimangsa. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dan secara terus-menerus dalam pertanian dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan ekosistem pertanian tersebut, di antaranya adalah terjadinya ledakan hama. Dalam Al-Qur'an

surat Al-A'raf: 56, Allah SWT melarang manusia berbuat kerusakan di muka bumi. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat merusak ekosistem lingkungan, karena mengakibatkan ekosistem lingkungan menjadi tidak seimbang. Sehingga penggunaan pestisida dalam hal ini termasuk dalam perbuatan merusak lingkungan.

Penggunaan biopestisida sebagai pengendali hama menjadi alternatif lain untuk membatasi penggunaan pestisida kimia. Berdasarkan penelitian, jamur *M. anisopliae* dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida pada beberapa jenis hama sasaran di antaranya adalah pada serangga ordo Lepidoptera (Prayogo, 2005). Jamur *M. anisopliae* merupakan musuh alami dari kelompok patogen. Penggunaan jamur *M. anisopliae* sebagai biopestisida bersifat aman dan ramah lingkungan. Karena bersifat spesifik inang, jamur *M. anisopliae* hanya membunuh hama sasaran, sehingga beberapa jenis serangga yang kemungkinan berperan sebagai musuh alami tidak terbunuh. Selain itu, musuh alami yang ada akan tetap mendapat mangsa karena hama yang bukan sasaran jamur tidak terbunuh. Sehingga siklus untuk saling memangsa antara organisme satu dengan organisme lainnya akan tetap berjalan dan keseimbangan ekosistem pertanian tetap terjaga (Untung, 2006).

Peran manusia dalam menjaga kelestarian lingkungan sangat diperlukan. Menurut Rossidy dkk. (2009), manusia adalah khalifah yang tugas utamanya yaitu memakmurkan bumi, yang intinya meliputi, *Al-Intifa'* (mengambil manfaat dan mendayagunakan sebaik-baiknya), *Al-I'tibar* (mengambil pelajaran, memikirkan, mensyukuri, seraya menggali rahasia-rahasia di balik alam ciptaan Allah SWT) dan

Al-Islah (memelihara dan menjaga kelestarian alam untuk kemaslahatan dan kemakmuran manusia serta tetap terjaganya harmoni kehidupan alam ciptaan Allah SWT). Pengendalian hayati dengan biopestisida merupakan bagian dari program PHT yang salah satu tujuannya adalah untuk membatasi penggunaan pestisida kimia serta berusaha memperkecil dampak negatif akibat penggunaan pestisida. Hal ini merupakan suatu tindakan mengambil pelajaran setelah adanya beberapa dampak negatif akibat penggunaan pestisida. Beberapa penelitian untuk mencari alternatif lain dalam mengendalikan hama di antaranya pengujian biopestisida merupakan suatu usaha untuk memikirkan dan menggali rahasia di balik ciptaan Allah yang merupakan wujud dari tugas utama manusia, yakni *Al-I'tibar*.