

Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Hayati Untuk Mengendalikan Hama *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah di Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo

*(Combination of Organic Fertilizer and Biological Agent for Pest Control *Spodoptera exigua* of Plant Onion in Gending, Probolinggo)*

Yusia Agustini*, Purwatiningsih, Didik Sulistyanto
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember
*)E-mail : yusia.agustini@yahoo.com

ABSTRACT

Onion is one of lowland vegetables commodity that has been long cultivated intensively by farmers in Indonesia. Probolinggo is one of the regions which give considerable contribution of producing onion to the national needs. In an effort to increase production, onion farmers in Probolinggo mostly relies on external supply in the form of artificial chemicals (fertilizers and pesticides). However, the using of artificial chemicals can cause pollution and damage the environment. So that utilization of biological agents and organic fertilizers which are environmentally friendly can become other solutions to increase the yield of onion production. Based on this case, it is very important in efforts to increase production of onion by combining organic fertilizers to enrich the content of organic matter in the soil with biological agents in tackling pests attack. Based on the research results in application of combining organic fertilizers granules plus NEP and biological agents *Heterorhabditis* sp. in District Gending Probolinggo shows that : reducing the population of pests *Spodoptera exigua* up to 72.260%. improving onion plant growth more optimal. From the result, it shows that the combination of organic fertilizer granule plus biological agents and NEP *Heterorhabditis* sp. (P2A1) is more effective than the combination of the others.

Keywords: onion, biological agents, *Spodoptera exigua*

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran dataran rendah yang sejak lama telah dibudidayakan oleh petani di Indonesia secara intensif. Meskipun bukan merupakan kebutuhan pokok, bawang merah hampir selalu dibutuhkan oleh konsumen rumah tangga sebagai pelengkap bumbu masak sehari-hari. Selain itu, meningkatnya industri pengolahan makanan juga cenderung meningkatkan kebutuhan bawang merah (Rahayu dan Berlian, 2003). Probolinggo merupakan salah satu daerah penghasil bawang merah yang cukup memberikan kontribusi terhadap kebutuhan nasional.

Dalam usaha meningkatkan hasil produksi, petani bawang merah Probolinggo lebih banyak bertumpu pada pasokan eksternal berupa bahan-bahan kimia buatan (pupuk buatan dan pestisida). Penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama ulat *Spodoptera exigua* yang merupakan hama utama bawang merah masih menjadi andalan utama para petani, sehingga insektisida menjadi jaminan

utama untuk keberhasilan usaha tani. Pada umumnya petani menggunakan insektisida yang beredar di pasaran dengan frekuensi dan dosis yang cukup tinggi.

Penggunaan pupuk buatan dan pestisida yang berlebihan akan merusak dan membunuh mikroba yang berada dalam tanah dan berdampak sangat buruk terhadap siklus ekologi kehidupan (Rosmini dan Nasir, 2013). Dampak selanjutnya adalah kesuburan tanah akan menurun, sehingga dapat mengganggu sektor pertanian yang berakibat pada penurunan produksi pertanian (Sudarmadji, 2004). Selain itu akan menimbulkan residu yang tinggi pada hasil pertanian dan selanjutnya membahayakan bagi konsumen (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Pemanfaatan agen hayati yang ramah lingkungan, tidak berbahaya bagi musuh alami, dan tidak berbahaya bagi hewan dan manusia adalah cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi penggunaan insektisida kimia. Beberapa jenis agens hayati yang bisa digunakan diantaranya adalah Nematoda

Entomopatogen (NEP), jamur *Bauveria bassiana*, bakteri merah, *Bacillus thuringiensis*, dll. Selain itu petani juga ada yang memanfaatkan pestisida nabati dari pohon mimba.

Pupuk organik sebagai alternatif selain pupuk kimia sebenarnya telah banyak beredar di masyarakat, baik berbentuk padat maupun cair. Seperti produk yang sudah dihasilkan oleh Jurusan Hama Penyakit Tanaman dari Fakultas Pertanian Universitas Jember yaitu pupuk cair, pupuk granul, dan pupuk granul plus NEP. Aplikasi dari pupuk organik disini masih belum meluas. Hal ini dikarenakan pupuk organik dianggap kurang efektif. Penelitian menunjukkan bahwa pengurangan dosis NPK sampai 50% dengan pemberian pupuk organik/pupuk hayati tidak mengurangi pertumbuhan tanaman, serapan hara NPK, dan hasil umbi bawang merah (Suwandi *et al.*, 2015).

Berdasarkan hal di atas maka sangatlah penting dalam usaha meningkatkan hasil produksi bawang merah dengan mengkombinasikan pupuk organik untuk memperkaya kandungan bahan organik didalam tanah dengan agen hayati dalam menanggulangi serangan hamanya dan diharapkan mampu mendukung konsep pertanian berkelanjutan tanpa meninggalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

METODE

Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam percobaan ini adalah menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial, faktor pertama adalah bentuk pupuk organik (P) yang terdiri dari 3 bentuk (pupuk organik granul, pupuk organik granul plus Biopestisida “NEP”, dan pupuk organik cair), faktor kedua yaitu jenis agens hayati (A) yang terdiri dari 3 jenis (Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp, Jamur *Beauveria bassiana*, dan Biopestisida nabati berbahan aktif Organema).

Kombinasi perlakuan yang di uji adalah 9 kombinasi perlakuan dan 1 (tanpa perlakuan) bertindak sebagai kontrol, kemudian diulang sebanyak 4 kali, sehingga total kombinasi perlakuan sebanyak 40 plot. Pola umum pengambilan sampel dengan menggunakan pola sistematis *random sampling*. Unit pengambilan sampel adalah 10 rumpun tanaman bawang merah pada tiap plot dengan menggunakan metode destruktif.

Adapun faktor penelitian diuraikan sebagai berikut:

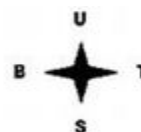
- Faktor Pertama: Bentuk Pupuk Organik
Po = Kontrol

- P1 = Pupuk organik granul 600 kg / ha
- P2 = Pupuk organik granul plus Biopestisida “NEP” 600 kg / ha
- P3 = Pupuk organik cair 2 liter / ha

- Faktor kedua : Jenis agens pengendali hayati
Ao = Kontrol

- A1 = NEP *Heterorhabditis* sp. 10.000.000 / 500 m²
 - A2 = Jamur *Bauveria bassiana* 3 g / 15 liter air
 - A3 = Biopestisida nabati daun Mimba 4 liter/ ha
- Kombinasi perlakuan dari pupuk organik dan agens hayati sebagai berikut:

Denah penelitian



U1	P1A2	P0A0	U3
	P2A1	P1A1	
	P2A3	P2A3	
	P3A1	P3A2	
	P1A1	P2A1	
	P2A2	P1A3	
	P2A1	P2A2	
	P1A3	P3A1	
	P3A2	P2A1	
	P0A0	P1A2	
	P1A2	P0A0	
	U2	P1A1	
P3A1		P1A3	
P1A2		P0A0	
P2A2		P2A1	
P2A3		P3A3	
P2A1		P1A1	
P2A1		P2A3	
P0A0		P3A1	
P3A2		P1A2	
P1A3		P2A2	

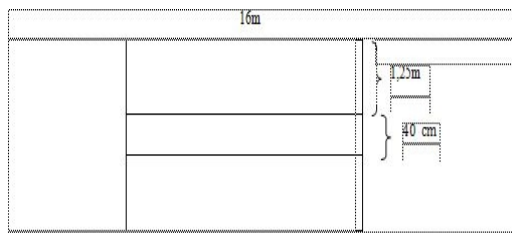
Ket: U = ulangan
P = perlakuan

- P0A0 = Tanpa perlakuan kombinasi (kontrol)
- P1A1 = Pupuk Organik Granul 600 kg/ha dan NEP *Heterorhabditis* sp. 10.000.000 IJ / 500m²
- P1A2 = Pupuk Organik Granul 600 kg/ha dan Jamur *Beauveria bassiana* 3 g / 15 liter air
- P1A3 = Pupuk Organik Granul 600 kg/ha dan Biopestisida nabati daun Mimba 4 liter / ha
- P2A1 = pupuk organik plus Biopestisida “NEP” 600 kg/ha dan NEP *Heterorhabditis* sp. 10.000.000

- IJ/500m²
- P2A2 = pupuk organik plus Biopestisida “NEP” 600 kg/ha dan Jamur *Beauveria bassiana* 3 g / 15 liter air
- P2A3 = pupuk organik plus Biopestisida “NEP” 600 kg/ha dan Biopestisida nabati daun Mimba 4 liter / ha
- P3A1 = Pupuk Organik Cair 2 liter / ha dan NEP *Heterorhabditis* sp. 10.000.000 IJ/500m²
- P3A2 = Pupuk Organik Cair 2 liter / ha dan Jamur *Beauveria bassiana* 3 g / 15 liter air
- P3A3 = Pupuk Organik Cair 2 liter / ha dan Biopestisida nabati daun Mimba 4 liter / ha

Pengolahan tanah

Pengolahan tanah diperlukan untuk menggemburkan tanah, memperbaiki drainase dan aerasi tanah, meratakan permukaan tanah, dan mengendalikan gulma. Tanah di bajak dan dicangkul dengan kedalaman 20 cm, kemudian dibuat plot-plot dengan ukuran panjang 16 m dan lebar 1,25 m dengan tinggi plot 25 cm . Jarak antar plot 40 cm. Tiap plot ada 525 tanaman dengan jarak tanam 20 cm x 15 cm.



Gambar 1. Jarak antar plot

Penanaman

Proses penanaman dilakukan dengan memasukkan bibit bawang merah dalam lubang tanam masing-masing satu buah umbi dengan bagian ujung merata dengan permukaan tanah. Selanjutnya umbi yang sudah di dalam lubang ditutupi dengan tanah tipis-tipis dan disiram hingga kondisi tanah cukup lembab.

Pengairan

Tanaman bawang merah memerlukan air yang cukup dalam pertumbuhannya. Penyiraman dilakukan setiap hari mulai awal tanam sampai menjelang panen. Periode kritis kekurangan air pada saat pembentukan umbi berdampak mengurangi berat dari hasil panen bawang merah.

Penyiangan dan penggemburan tanah

Penyiangan dilakukan untuk membersihkan lahan dari gulma atau tanaman pengganggu. Penyiangan dapat dilakukan tiap 10 hari sampai saat panen. Penggemburan tanah dilakukan untuk menjaga agar tanah tidak memadat. Kegiatan penggemburan tanah harus dilakukan secara hati-hati agar tidak merusak perakaran tanaman bawang merah pada lapisan tanah yang memadat. Penggemburan tanah bisa

dilakukan sebelum kegiatan pemupukan sehingga pemberian pupuk akan lebih efektif karena pupuk bisa masuk kedalam tanah yang sudah gembur.

Pemupukan

Pemupukan pertama dilakukan pada saat sebelum tanam (pupuk dasar) sesuai dengan kombinasi perlakuan. Pemupukan selanjutnya dilakukan setiap 7 hari sebanyak lima kali. Aplikasi pupuk dilakukan dengan cara penyemprotan untuk pupuk yang berbentuk cair dan dengan cara ditaburkan secara merata untuk pupuk yang berbentuk granul.

Aplikasi Agen Pengendali Hayati

Aplikasi agen hayati dilakukan pada saat 14 hari setelah tanam. Aplikasi selanjutnya tiap 5 hari sekali sebanyak enam kali aplikasi

- Aplikasi Nematoda Entomopatogen *eterorhabditis* sp. dengan dosis 100.000 IJ/ plot. Aplikasi Nematoda Entomopatogen dilakukan tiap 5 hari sekali. NEP dilarutkan dengan air, selanjutnya disemprotkan pada tanaman.
- Aplikasi Jamur *Bauveria bassiana* dilakukan tiap 5 hari sekali dengan dosis 3 g/ 15 liter air. Konidia jamur yang berbentuk tepung dilarutkan dengan air, selanjutnya disemprotkan pada tanaman.
- Aplikasi pestisida nabati daun mimba tiap 5 hari sekali dengan dosis 20 ml / plot. Pestisida nabati daun mimba dilarutkan dengan air, selanjutnya disemprotkan pada tanaman.

Pemanenan

Bawang merah dipanen setelah usia 55 hari. Dilakukan pengambilan data untuk melihat berat basah dari tanaman

dengan cara menimbang 10 tanaman dari masing-masing plot. Selanjutnya dilakukan pengeringan kurang lebih satu minggu. Setelah kering dilakukan pengambilan data untuk melihat berat kering tanaman pada masing-masing plot.

Pengamatan data

- Populasi hama tanaman bawang merah pada tiap petak sampel. Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh dari masing-masing plot.

Populasi hama tanaman di hitung satu hari sebelum aplikasi dan 3 hari setelah aplikasi. Hasil perhitungan Penurunan populasi hama di hitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Penurunan populasi} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

A : Data Pengamatan H-1 (satu hari sebelum aplikasi)

B : Data Pengamatan H+3 (tiga hari setelah aplikasi)

- Pengamatan pertumbuhan tanaman bawang merah yang meliputi tinggi tanaman, jumlah, jumlah umbi, dan berat dari tanaman. Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh dari masing-masing plot, diamati setiap minggu sampai seminggu sebelum panen.

Analisis Data

Data diolah dengan Rancangan acak Kelompok (RAK). Kemudian untuk mengetahui apakah perlakuan tersebut berpengaruh apa tidak secara

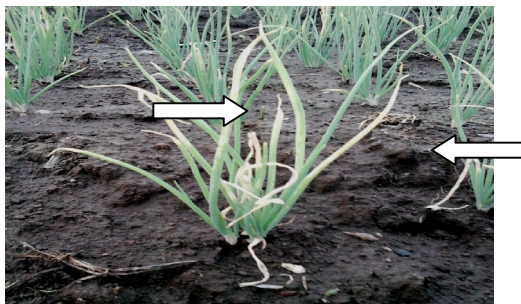
nyata, maka dilakukan uji F. Jika dari analisa didapatkan perbedaan pengaruh yang nyata maka untuk membedakan pengaruh dilakukan pengolahan data dengan uji Jarak berganda Duncan ($\alpha=5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi larva *Spodoptera exigua* mulai muncul pada pengamatan 7 hari setelah tanam, namun tidak menimbulkan kerusakan pada tanaman. Pada hari ke 12 setelah tanam, populasi *S. exigua* sudah melebihi ambang ekonomi yaitu dari 10 tanaman contoh ada 3 sampai 4 tanaman terinfeksi, sehingga diperlukan pengendalian untuk mencegah populasi *S. exigua* semakin meningkat. Pengamatan 12 hari setelah tanam sampai dengan 42 hari setelah tanam terlihat jumlah populasi terbanyak pada perlakuan kontrol (tanpa diberikan pupuk dan agens hayati) dibandingkan dengan sembilan kombinasi perlakuan. Daun yang sudah terinfeksi larva *S. exigua* tampak transparan dan tidak lama kemudian mengering.



Gambar 2. Telur *S. exigua* terlihat menempel pada daun



Gambar 3. Tanaman bawang merah yang terinfeksi hama *Spodoptera exigua*

Telur *S. exigua* yang diletakkan di daun tampak seperti gumpalan berwarna putih seperti kapas yang tertera pada Gambar 2, dan akan menetas dalam waktu 3 hari. Telur

berbentuk bulat atau bulat telur (lonjong) dengan ukuran sekitar 0,5 mm, satu kelompok biasanya berjumlah 50 – 150 butir telur, Kalshoven (1981). Tanaman bawang merah yang terinfeksi Larva *S. exigua* seperti pada Gambar 3.

Data yang diperoleh dari perhitungan hama sebelum aplikasi dan setelah aplikasi digunakan untuk menghitung penurunan populasi hama yaitu jumlah hama H-1 dikurangi jumlah hama H+3. Pengolahan data dan analisis data dilakukan dengan menggunakan program R.

Persentase penurunan hama *S. exigua* setelah dilakukan aplikasi disajikan pada tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa semua kombinasi perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Persentase penurunan populasi *S. exigua* pada aplikasi 1 perlakuan kontrol adalah -19,58 %. Hal ini berarti terjadi penambahan populasi pada kontrol sebesar 19,58 %. Persentase penurunan populasi *S. exigua* yang tertinggi adalah pada kombinasi perlakuan P1A1 sebanyak 55,66 %, P2A1 sebanyak 53,18 %, dan P3A1 sebanyak 54,91 %. Persentase penurunan populasi *S. exigua* yang terendah pada kombinasi perlakuan P1A2 sebanyak 5,105 %, dan P2A2 sebanyak 10,39 %. Kombinasi perlakuan P3A2 terjadi penambahan hama sebanyak 2,89 %. Persentase penurunan populasi semua kombinasi perlakuan pada aplikasi 1 menunjukkan perbedaan tidak nyata.

Tabel 1. Penurunan populasi hama *Spodoptera exigua*

Per lakuan	Penurunan Populasi <i>Spodoptera exigua</i> (%)						Rataan
	Apl 1	Apl 2	Apl 3	Apl 4	Apl 5	Apl 6	
POA0	-19.58 ^a	-17.57 ^c	-4.40 ^{bc}	-27.85 ^{cd}	-0.66 ^{bc}	21.26 ^{cde}	-8.13 ^{de}
P1A1	55.66 ^a	56.43 ^{ab}	71.45 ^a	36.76 ^{ab}	59.25 ^{ab}	58.39 ^{abc}	56.33 ^{abc}
P1A2	5.10 ^{bcd}	-0.69 ^{bc}	18.34 ^{abc}	-11.46 ^{bc}	-13.87 ^c	-7.95 ^{de}	-1.75 ^{de}
P1A3	37.31 ^{abc}	23.11 ^{abc}	19.78 ^{abc}	36.46 ^{ab}	38.42 ^{abc}	54.38 ^{abc}	34.91 ^c
P2A1	53.18 ^{ab}	79.42 ^a	69.05 ^a	61.02 ^a	81.92 ^a	88.96 ^a	72.26 ^a
P2A2	10.39 ^{abc}	-18.76 ^c	-4.33 ^{bc}	-66.92 ^d	-14.65 ^c	-34.52 ^e	-21.47 ^e
P2A3	24.94 ^{abc}	62.77 ^{ab}	34.48 ^{abc}	62.90 ^a	57.68 ^{ab}	23.42 ^{bcd}	44.37 ^{bc}
P3A1	54.91 ^a	26.66 ^{abc}	58.10 ^{ab}	83.25 ^a	74.95 ^a	85.46 ^{ab}	63.89 ^{ab}
P3A2	-2.89 ^{cd}	-4.46 ^{bc}	-13.46 ^c	4.23 ^{bc}	14.31 ^{abc}	8.94 ^{cde}	1.11 ^d
P3A3	41.22 ^{abc}	17.87 ^{abc}	51.99 ^{ab}	70.31 ^a	65.40 ^{ab}	54.86 ^{abc}	50.27 ^{bc}

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Duncan ($\alpha=5\%$)

Persentase penurunan populasi *S. exigua* pada aplikasi 2 menunjukkan adanya perbedaan nyata antara semua kombinasi perlakuan dengan kontrol. Terjadi penambahan populasi hama sebesar 17,57 % pada kontrol. Kombinasi perlakuan P1A2, P2A2, dan P3A2

tidak beda nyata dengan kontrol. Persentase penurunan populasi tertinggi pada kombinasi perlakuan P2A1 sebanyak 79,420 %, P2A3 sebanyak 62,769 %, dan P1A1 sebanyak 56,429 %. Penambahan populasi terjadi pada kombinasi perlakuan P2A2 sebanyak 18,766 %, P3A2 sebanyak 4,463 %, dan P1A2 sebanyak 0,693 %.

Persentase penurunan populasi *S. exigua* pada aplikasi 3 menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kombinasi perlakuan P3A2 dengan kombinasi perlakuan yang lain. Persentase penurunan populasi tertinggi pada kombinasi perlakuan P1A1 sebanyak 71,456 %, P2A1 sebanyak 69,055 %, dan P3A1 sebanyak 58,101 %. Kombinasi perlakuan P3A1 mengalami peningkatan dari 26,662 % pada aplikasi kedua menjadi 58,101 %, sedangkan kombinasi perlakuan P2A3 mengalami penurunan dari 62,769% pada aplikasi 2 menjadi 34,485 %. Kombinasi perlakuan P3A2 populasi hama bertambah sebanyak 13,463 %, dan P2A2 populasi hama bertambah sebanyak 4,331 %.

Persentase penurunan populasi *S. exigua* pada aplikasi 4 menunjukkan adanya perbedaan nyata antara beberapa kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan P1A1, P1A2, P1A3, dan P3A2 tidak beda nyata. Kombinasi perlakuan P2A1, P2A3, P3A1, dan P3A3 tidak beda nyata. Kombinasi perlakuan antara P1A1, P1A2, P1A3, dan P3A2 dengan kombinasi perlakuan P2A1, P2A3, P3A1, dan P3A3 terdapat beda nyata. Kombinasi perlakuan P2A2 menunjukkan adanya beda nyata dengan kombinasi perlakuan yang lain. Persentase penurunan populasi tertinggi pada kombinasi perlakuan P3A1 sebanyak 83,251 %, P3A3 sebanyak 70,314 %, P2A3 sebanyak 62,905 %, dan P2A1 sebanyak 61,024 %. Persentase penurunan populasi terendah pada kombinasi perlakuan P3A2 sebanyak 4,230 % dan terjadi peningkatan populasi hama pada kombinasi perlakuan P1A2 sebanyak 11,465 %.

Persentase penurunan populasi hama *S. exigua* pada aplikasi 5 menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kombinasi perlakuan P1A2 dan P2A2 dengan kombinasi perlakuan yang lain. Persentase penurunan populasi hama tertinggi pada kombinasi perlakuan P2A1 sebanyak 81,91 %, P3A1 sebanyak 74,95 %, P3A3 sebanyak 65,40 %, P1A1 sebanyak 59,25 % dan P2A3 sebanyak 57, 68 %. Populasi hama juga turun pada kombinasi perlakuan P1A3 sebanyak 38,42 % dan P3A2 sebanyak

14,31 %. Kombinasi perlakuan P1A2 terjadi peningkatan populasi hama sebanyak 13,869 %, dan P2A2 sebanyak 14,65 %. Hal ini tidak beda nyata dengan kontrol yang mengalami penambahan populasi sebesar 0,66 %.

Persentase penurunan populasi *S. exigua* pada aplikasi 6 menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kombinasi perlakuan P2A2 dengan kombinasi perlakuan yang lain. Persentase penurunan populasi tertinggi pada kombinasi perlakuan P2A1 sebanyak 88,962 % dan pada kombinasi perlakuan P2A2 terjadi peningkatan populasi hama sebanyak 34,524 %. Kombinasi perlakuan P1A2, P2A2 dan P3A2 tidak beda nyata dengan kontrol. Angka-angka yang bernilai negatif pada Tabel 1 menunjukkan penambahan populasi *S. exigua* pada pengamatan satu hari sebelum aplikasi (H-1) dan 3 hari setelah aplikasi (H+3).

Secara umum berdasarkan rata-rata dari data persentase penurunan populasi *S. exigua* karena pengaruh aplikasi dari masing-masing kombinasi perlakuan menunjukkan adanya beda nyata pada kombinasi perlakuan P1A2, P2A2, dan P3A2 dengan kombinasi perlakuan yang lain. Kombinasi perlakuan pupuk granul + *B. Bassiana*, pupuk cair *B. Bassiana*, setelah diaplikasikan tidak memberikan dampak penurunan populasi hama *S. exigua*. Hal ini disebabkan karena *B. bassiana* meskipun memiliki kisaran inang yang luas pada serangga sasaran, tetapi isolatnya di ambil dari hama buah kopi, sehingga *B.bassiana* lebih efektif dalam menginfeksi dan mematikan hama. Tahapan dimulai dari inokulasi, yaitu kontak antara propagul cendawan dengan tubuh serangga, penempelan dan perkecambahan, penetrasi, destruksi, dan kolonisasi dalam hemolimfa, menginfeksi saluran makanan dan sistem pernapasan, baru kemudian serangga akan mati. Pada umumnya proses ini berlangsung selama 1-2 hari pada kondisi lingkungan yang sesuai (Prasetyo dan Wagiyana, 2015).

Pemanfaatan jamur *B.bassiana* untuk pengendalian *S. exigua* belum banyak dilakukan dan umumnya masih dalam tahap pengembangan (Febrianasari *et al.*, 2014). *B. Bassiana* mempunyai kisaran inang yang luas dan mampu menginfeksi serangga pada berbagai umur dan stadia perkembangan, namun tidak semua *B. bassiana* dapat membunuh hama, melainkan hanya strain tertentu yang virulen. Kenyataan tersebut

merupakan kendala untuk aplikasi cendawan entomopatogen yang tidak dapat mapan sendiri, karena perlu diaplikasikan beberapa kali (Khasanah, 2013).

Persentase penurunan hama *S. exigua* dari kombinasi perlakuan P1A1, P2A1, dan P3A1 menunjukkan berbeda secara nyata dengan P1A2, P2A2, dan P3A2. Pupuk organik granul yang dikombinasikan dengan agens pengendali hayati NEP (*Heterorhabditis* sp.), pupuk organik granul plus yang dikombinasikan dengan NEP, dan pupuk organik cair yang dikombinasikan dengan NEP menunjukkan beda tidak nyata. Ketiga kombinasi ini memperlihatkan nilai persentase penurunan populasi yang paling tinggi mulai dari aplikasi 1 sampai aplikasi terakhir dari kombinasi perlakuan yang lain. Kisaran penurunan populasi hama *S. exigua* adalah 72,26 %, 63,89 %, dan 56,32 %. Hal ini berarti bahwa NEP (*Heterorhabditis* sp.) lebih efektif untuk pengendalian hama *S. exigua*. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Achmad bahwa tingkat mortalitas *S. exigua* oleh Nematoda Entomopatogen (NEP) 772 / 2 ml adalah 90 % (Agata *et al.*, 2005).

Temperatur yang sesuai bagi perkembangan Nematoda Entomopatogen adalah 23° C – 28° C dan akan terhambat jika temperatur berada di bawah 10° C dan di atas 33° C (Hayati, 2010). Suhu lingkungan pada saat dilakukan penelitian berkisar antara 21° C - 28° C, sesuai dengan suhu yang dibutuhkan dalam perkembangan NEP. Perilaku *Heterorhabditis* sp. untuk menemukan inang seperti penyerang yang memiliki kemampuan bergerak yang sangat tinggi, sehingga sangat memungkinkan untuk menginfeksi hama *S. exigua* yang berada di dalam daun.

Perkembangbiakan *Heterorhabditis* sp. juga sangat cepat, dan yang bersifat inaktif bersifat hermaphrodit, memiliki siklus hidup yang sangat sederhana yaitu memiliki stadium utama telur, juvenile, dan dewasa (Smart, 1995). Mekanisme patologi Nematoda Entomopatogen pada saat masuk serangga inang yaitu dengan jalan penetrasi secara langsung melalui kutikula kedalam hemocoel atau melalui lubang-lubang seperti spirakel, mulut, dan anus (Sulistyanto, 1999). Persentase penurunan hama *Spodoptera exigua* dari kombinasi perlakuan P1A3, P2A3, dan P3A3 menempati urutan kedua setelah P1A1, P2A1, dan P3A1. Kisaran penurunan populasi hama adalah 34,91 %, 44,36 %, dan 50,27 %. Hal ini

berarti pupuk organik granul, granul plus, dan cair yang dikombinasikan dengan agens hayati berupa pestisida nabati dari ekstrak daun mimba berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan P1A2, P2A2, P3A2 dan tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan P1A1, P2A1, dan P3A1.

Agen hayati berupa pestisida nabati dari ekstrak daun mimba yang dikombinasikan dengan pupuk organik granul dan cair pada penelitian ini mampu menekan pertumbuhan hama sampai kurang lebih 50 %. Hal ini sesuai dengan beberapa laporan penelitian yang menyatakan bahwa keefektifan pestisida nabati dari ekstrak daun mimba sebagai larvisida (pembunuh larva) terhadap mortalitas ulat jarak mencapai 79,7 % sampai 100 % (Subiyakto, 2009). Insektisida nabati mimba berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *Plutella xylostella* pada pengamatan jam ke-24 setelah aplikasi (Rumpumbo, 2010).

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Pengendali Hayati Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah

Tinggi tanaman diukur dari pangkal umbi sampai ujung daun tertinggi dari 10 tanaman sampel. Hasil pengolahan data untuk pengukuran tinggi tanaman bawang merah dari beberapa pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman bawang merah/10 tanaman sampel pada berbagai pengamatan

Per lakukan	Tinggi Tanaman (cm)						
	12 hst	17 hst	22 hst	27 hst	32 hst	37 hst	42 hst
P0A0	12.32 ^{cd}	20.53 ^{ab}	21.15 ^{cd}	23.56 ^c	25.22 ^f	25.08 ^f	26.15 ^d
P1A1	13.37 ^{ab}	21.27 ^{ab}	25.30 ^a	28.40 ^a	30.72 ^{abc}	34.05 ^{ab}	33.30 ^{ab}
P1A2	13.65 ^{ab}	21.31 ^{ab}	21.77 ^{cd}	26.67 ^b	28.35 ^{de}	31.83 ^{cd}	32.49 ^{bc}
P1A3	13.72 ^a	21.18 ^{ab}	24.35 ^{ab}	28.30 ^a	30.87 ^{ab}	32.81 ^{bc}	32.48 ^{bc}
P2A1	13.87 ^a	21.77 ^a	25.51 ^a	28.84 ^a	31.16 ^a	34.87 ^a	34.73 ^a
P2A2	13.65 ^{ab}	21.17 ^{ab}	23.39 ^{abc}	27.37 ^{ab}	29.49 ^{cd}	33.14 ^{abc}	31.90 ^{bc}
P2A3	13.57 ^{ab}	21.22 ^{ab}	25.35 ^a	28.67 ^a	30.92 ^{ab}	32.67 ^{bcd}	33.10 ^{abc}
P3A1	11.67 ^d	20.05 ^b	20.60 ^d	25.78 ^b	29.70 ^{bc}	31.98 ^{cd}	32.11 ^{bc}
P3A2	12.67 ^{bc}	19.93 ^b	21.29 ^{cd}	25.92 ^b	27.74 ^e	30.76 ^{de}	31.38 ^c
P3A3	12.32 ^{cd}	20.38 ^{ab}	22.20 ^{bcd}	25.88 ^b	27.46 ^e	30.16 ^e	31.56 ^{bc}

Keterangan: Notasi angka yang diikuti huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan pada taraf ($\alpha=5\%$)

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis 12 hari setelah tanam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan sangat nyata meningkatkan tinggi tanaman bila dibandingkan dengan kontrol yaitu 12.32 cm, kecuali kombinasi perlakuan P3A1 (pupuk organik cair + NEP) dengan tinggi rata-rata 11.67 cm. Kombinasi perlakuan P1A3 (pupuk organik granul + mimba) dan

P2A1 (pupuk organik granul plus + NEP) memberikan hasil tinggi tanaman yang sama yaitu 13.72 cm dan 13.87 cm. Tinggi tanaman pada kombinasi P1A3 dan P2A1 merupakan kelompok pertama (paling tinggi) dibandingkan kombinasi perlakuan yang lain. Sedangkan kelompok terakhir adalah pada kombinasi P3A1, yaitu 11.67 cm.

Pengamatan pertumbuhan tanaman pada pengamatan pertama yaitu 12 hari setelah tanam (hst) sampai pengamatan 37 hari setelah tanam (hst) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan tinggi tanaman. Sedangkan pada pengamatan terakhir yaitu pada 42 hari setelah tanam menunjukkan bahwa semua kombinasi perlakuan sangat nyata meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol yaitu 26,15 cm. Kombinasi perlakuan P2A1 (pupuk organik granul plus + NEP), mampu memberikan pengaruh yang paling tinggi terhadap tinggi tanaman yaitu mencapai 34,73 cm, yang kedua adalah pada kombinasi perlakuan P1A1 dengan tinggi 33,30 cm. Tinggi tanaman yang paling rendah pada semua kombinasi perlakuan adalah P3A2 (pupuk organik cair + *Beauveria bassiana*) yaitu 31,388 cm.

Hasil pengamatan menunjukkan tingginya populasi hama *S. Exigua* sangat berpengaruh pada hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah. Persentase penurunan hama paling tinggi yaitu pada kombinasi perlakuan P2A1 memperlihatkan data tinggi tanaman yang paling optimal diantara kombinasi perlakuan yang lain. Bagian ujung daun hampir semua tanaman pada kombinasi perlakuan P1A2, P2A2, dan P3A2 mengering karena tingginya serangan hama. Hal ini menyebabkan pengukuran tidak sampai pada ujung daun.

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Pengendali Hayati Terhadap Jumlah daun tanaman bawang merah.

Daun merupakan organ vegetatif pada tanaman yang berperan penting dalam proses fotosintesis, pengambilan zat-zat yang dibutuhkan tanaman, pengolahan zat-zat makanan, penguapan air, dan pernapasan (Sumami dan Hidayat, 2005). Jumlah daun dalam penelitian ini dihitung dengan cara mengambil 10 tanaman sampel pada tiap kombinasi perlakuan dan dihitung seluruh daunnya, setelah itu dirata-rata. Hasil pengamatan pertumbuhan jumlah daun disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah/10 tanaman sampel pada berbagai pengamatan.

Per lakuan	Jumlah Daun						
	12 hst	17 hst	22 hst	27 hst	32 hst	37 hst	42 hst
P0A0	10.35 ^a	12.62 ^g	15.77 ^b	15.90 ^d	16.17 ^d	16.41 ^d	16.67 ^d
P1A1	10.97 ^{bc}	15.47 ^{cd}	20.37 ^a	27.40 ^a	29.00 ^{ab}	29.72 ^a	29.57 ^a
P1A2	11.15 ^{ab}	15.90 ^{ab}	20.95 ^a	23.10 ^c	26.66 ^{bc}	26.17 ^c	26.43 ^c
P1A3	10.97 ^{bc}	15.60 ^{bc}	21.25 ^a	25.50 ^b	27.81 ^{abc}	27.27 ^{abc}	27.11 ^{bc}
P2A1	11.40 ^a	16.05 ^a	20.62 ^a	28.20 ^a	29.48 ^a	29.10 ^{ab}	28.47 ^{ab}
P2A2	10.65 ^{de}	15.32 ^{de}	20.75 ^a	23.00 ^c	26.63 ^{bc}	27.33 ^{abc}	27.03 ^{bc}
P2A3	10.77 ^{cd}	15.72 ^{ab}	20.65 ^a	25.07 ^b	27.90 ^{abc}	27.71 ^{abc}	27.45 ^{bc}
P3A1	10.80 ^{cd}	14.82 ^f	20.55 ^a	24.90 ^b	27.52 ^{abc}	27.12 ^{bc}	27.31 ^{bc}
P3A2	10.65 ^{de}	15.15 ^{ef}	20.67 ^a	23.15 ^c	26.70 ^{bc}	27.25 ^{abc}	27.25 ^{bc}
P3A3	10.62 ^{de}	15.20 ^e	20.77 ^a	24.60 ^b	25.63 ^c	25.45 ^c	26.42 ^c

Keterangan : Notasi angka yang diikuti huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (LSD 5%)

Parameter jumlah daun pada berbagai kombinasi perlakuan mulai pengamatan pertama 12 hari setelah tanam sampai pengamatan terakhir 42 hari setelah tanam memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan kontrol. Pada umur

tanaman 12 hari setelah tanam, jumlah daun tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan P2A1 (pupuk organik granul plus + NEP) yaitu 11,400 daun dan yang kedua pada kombinasi perlakuan P1A2 (pupuk organik granul + *Beauveria bassiana*) yaitu 11,150 daun. Jumlah

daun paling sedikit terdapat pada kombinasi perlakuan P3A3 (pupuk organik cair + mimba) yaitu 10,625 daun. Kombinasi perlakuan pada P1A1, P1A3, P2A2, P2A3, P3A1, dan P3A2 menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang hampir sama yaitu antara 10.500 sampai 11.000 daun.

Jumlah daun ini melebihi jumlah daun pada P0A0 (kontrol) dan kurang dari kombinasi perlakuan pada P2A1 dan P1A2. Pada pengamatan pertama, perbedaan jumlah daun belum begitu tampak, karena aplikasi pupuk yang dikombinasikan dengan agens hayati masih dilaksanakan 1 kali. Pada pengamatan 37 hari setelah tanam, kombinasi perlakuan antara P1A1, P1A2, P2A1 dan P3A3, P3A1, P1A3 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun. Kombinasi perlakuan P1A2 dan P3A3, P1A3, P2A2, P2A3, dan P3A2 berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun. Jumlah daun terbanyak adalah pada kombinasi perlakuan P1A1 (pupuk organik granul + NEP) dengan jumlah daun 29,725 buah. Sedangkan jumlah daun paling sedikit terdapat pada kombinasi perlakuan P3A3 (pupuk organik cair + mimba) yaitu 25,450 daun.

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Pengendali Hayati Terhadap Jumlah Umbi

Pengamatan jumlah umbi pada tanaman bawang merah, dilakukan dengan mengambil 10 tanaman bawang merah, menghitung jumlah umbinya, dan dirata-rata. Rata-rata jumlah umbi tanaman bawang merah/ 10 tanaman sampel pada berbagai pengamatan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata jumlah umbi tanaman bawang merah/10 tanaman sampel pada berbagai pengamatan.

Kombinasi Perlakuan	Jumlah Umbi		
	32 hst	37 hst	42 hst
P0A0	5.20 ^c	6.13 ^d	6.20 ^c
P1A1	8.20 ^{ab}	9.50 ^{ab}	9.40 ^{ab}
P1A2	7.90 ^{ab}	9.10 ^{abc}	8.85 ^{ab}
P1A3	8.70 ^a	9.13 ^{abc}	9.43 ^{ab}
P2A1	8.60 ^a	10.18 ^a	10.03 ^a
P2A2	8.35 ^{ab}	9.68 ^a	9.50 ^{ab}
P2A3	8.15 ^{ab}	9.88 ^a	9.58 ^{ab}
P3A1	7.20 ^{ab}	8.23 ^{bc}	8.30 ^{ab}
P3A2	7.08 ^{ab}	8.15 ^{bc}	8.00 ^b
P3A3	6.83 ^b	8.08 ^c	7.90 ^b

Keterangan : Notasi angka yang diikuti huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan taraf ($\alpha=5\%$)

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan bahwa semua kombinasi perlakuan pada beberapa pengamatan berbeda nyata menaikkan jumlah umbi bawang merah dibandingkan kontrol. Pada pengamatan pertama kombinasi perlakuan P3A3 berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan P2A1 dan P1A3. Pada pengamatan yang ketiga kombinasi perlakuan P2A1 berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan P3A2 dan P3A3. Secara umum dari semua kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata meningkatkan jumlah umbi dari tanaman bawang merah.

Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Pengendali Hayati Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Bawang Merah

Berat basah umbi bawang merah dihitung dengan menimbang 10 tanaman sample dan dirata-rata sehingga dihasilkan berat basah per tanaman. 10 tanaman sampel dari semua kombinasi perlakuan di jemur kurang lebih satu minggu untuk mendapatkan berat kering. Berat basah dan berat kering per plot perlakuan didapatkan dari berat basah dan berat kering per tanaman dikalikan jumlah tanaman bawang merah dalam satu plot. Hasil dari berat basah dan berat kering umbi bawang merah disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Berat basah dan berat kering umbi tanaman bawang merah

Kombinasi Perlakuan	Berat Umbi (gram)	
	Basah	Kering
P0A0	11156.25 ^d	8728.125 ^d
P1A1	16143.75 ^{ab}	14962.50 ^b
P1A2	13059.38 ^{cd}	12075.00 ^c
P1A3	13912.50 ^c	12403.12 ^c
P2A1	17718.75 ^a	16931.25 ^a
P2A2	13387.50 ^c	12403.12 ^c
P2A3	14371.88 ^{bc}	13584.37 ^{bc}
P3A1	14700.00 ^{bc}	13321.87 ^{bc}
P3A2	12600.00 ^{cd}	11746.87 ^c
P3A3	13125.00 ^{cd}	11943.75 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada Uji Duncan ($\alpha=5\%$)

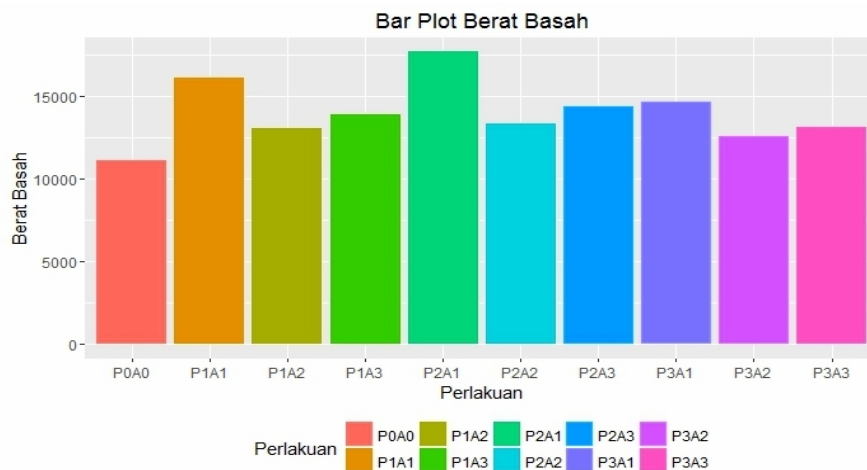
Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa kombinasi perlakuan berbeda nyata meningkatkan berat basah dan berat kering dibandingkan kontrol. Perlakuan kontrol memiliki berat basah terendah yaitu 11156,25g atau 11,2 kg dan berat kering terendah yaitu 8728,125g atau 8,73 kg per plot. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan berat basah dan berat kering tertinggi adalah P2A1 yaitu berat basah 17718,75g atau 17,7 kg dan berat kering

16931,25g atau 16,9 kg. Kombinasi perlakuan P2A1 berbeda nyata meningkatkan berat basah dan berat kering dibandingkan dengan kombinasi perlakuan yang lain. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan berat basah dan berat kering terendah adalah P3A2 dengan berat basah 12600 g atau 12,6 kg dan berat kering 11746 g atau 11,75 kg dan P3A3 dengan berat basah 13125 g atau 13kg dan berat kering 11943 g atau 11,9 kg.

Pupuk organik mempunyai manfaat untuk meningkatkan jumlah air yang dapat ditahan di dalam tanah dan jumlah air yang tersedia bagi tanaman serta sebagai sumber energi bagi jasad mikro dan tanpa adanya pupuk organik semua kegiatan biokimia akan terhenti (Sumami dan Hidayat, 2005). Selain itu, pupuk organik mempunyai peranan penting dalam

mempertahankan kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah.

Tanah yang kaya bahan organik bersifat lebih terbuka sehingga aerasi tanah lebih baik dan tidak mudah mengalami pemadatan dibandingkan dengan tanah yang mengandung bahan organik rendah. Berdasarkan hasil pengamatan pada pertumbuhan dan hasil produksi bawang merah pada penelitian ini, perlakuan pupuk cair berpengaruh sangat rendah dibandingkan dengan pupuk granul (Gambar 3). Rendahnya pengaruh perlakuan pupuk organik cair diduga karena setelah aplikasi pupuk sering terjadi hujan. Curah hujan yang tinggi menyebabkan banyak hara yang hilang terbawa aliran air ke lapisan bawah (perkolasi) sehingga kurang efisien dalam pemberian pupuk (Rahayu, 2012).



Gambar 3. Berat basah dan berat kering dari tanaman bawang merah

Pertumbuhan dan hasil produksi bawang merah juga rendah pada perlakuan agen hayati *B. Bassiana*. Hal ini disebabkan karena ketidakberhasilan agen pengendali hayati *B. Bassiana* dalam menekan pertumbuhan hama *Spodoptera exigua*, sehingga menyebabkan kerusakan yang parah pada daun dan dampak berikutnya adalah pembentukan umbi dan berat umbi yang tidak maksimal.

Secara keseluruhan berat basah dan berat kering dari tanaman bawang merah pada penelitian ini rendah. Hal ini disebabkan karena pemanenan dilakukan lebih awal saat usia tanaman bawang merah 45 hari. Hujan deras selama 3 hari berturut-turut menyebabkan hampir semua daun tanaman bawang merah roboh. Tindakan pemanenan

harus segera dilakukan untuk menghindari pembusukan pada daun yang roboh. Proses pengeringan juga mengalami hambatan karena tidak bisa mengandalkan sinar matahari sepenuhnya pada musim hujan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian aplikasi kombinasi pupuk organik dan agen hayati di Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo dapat disimpulkan bahwa aplikasi kombinasi pupuk organik granul plus NEP dan agen hayati NEP *Heterorhabditis* sp. menurunkan populasi hama *Spodoptera exigua* sampai 72,260%. Aplikasi kombinasi pupuk organik granul plus NEP dan agen hayati NEP *Heterorhabditis* sp.

meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah lebih optimal. Jadi kombinasi pupuk organik granul plus NEP dan agen hayati NEP *Heterorhabditis* sp. (P2A1) lebih efektif dibandingkan dengan kombinasi yang lain.

DAFTAR PUSAKA

- Agata, J., Just, M. V, & Jadwiga, Z. 2005. Characterization Of A Nucleopolyhedrovirus Isolated From The Laboratory Rearing Of The Beet Armyworm *Spodoptera exigua* (Hbn.) In Poland. *Journal of Plant Protection Research*. 44 (4)
- Febrianasari, R., Tarno, H, dan Afandhi, A. 2014. Efektivitas Klorantranilprol dan Flubendiamid Pada Ulat Bawang Merah (*Spodoptera exigua* Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal HPT*, 2 (4)
- Hayati, E. 2010. Pengaruh pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Kandungan Logam Berat Dalam Tanah dan Jaringan Tanaman Selada. *J. Floratek*. 5 : 113 – 123
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The pests of Crop In Indonesia Revised by Van Derlaan*. Jakarta: PT. Letiar Baru-Van Hoeve. 701 p.
- Khasanah, N, 2013. Virulensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Vuill. Lokal Sulawesi tengah Untuk Pengendalian *Spodoptera exigua* (Lepidoptera : Noctuidae) pada Pertanaman Bawang Merah. *e-J. Media Litbang Sulteng*, 6 (1) : 24-32
- Prasetyo, F & Wagiyana., S. 2015. Efektivitas Agens Pengendali Hayati (APH) dan Insektisida Sintetik Untuk Pengendalian Hama *Spodoptera exigua* (Hubner) Pada Tanaman Bawang Merah di Desa Matekan Kabupaten Probolinggo. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Rahayu, S. 2012. Respon Aplikasi Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum.L*) . *Jurnal Agri-tek*, 13 (1)
- Rahayu, E & Berlian, N. 2003. *Bawang Merah*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Rosmini & Nasir, B. 2013. Pemanfaatan Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Lokal Sulawesi Tengah Untuk Pengendalian *Spodoptera exigua* dan *Lyriomisa chinensis* Hama Endemik Pada Bawang Merah di Sulawesi Tengah. *J. Agroland* 20 (1) : 37 – 45
- Rumpumbo, M. 2010. Pengujian Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta indica A Juss*) Terhadap Hama Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Kubis. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian Universitas Negeri Papua.
- Simanungkalit., Suriadikarta., Saraswati., Setyorini, & Hartatik. (2006). *Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor, Jawa Barat.
- Smart, G. C. 1995. Entomopathogenic Nematodes for the Biological Control of Insects *Supplement to the Journal of Nematology* 27(4S):529-534.
- Subiyakto. 2009. Ekstrak Biji Mimba Sebagai Pestisida Nabati: Potensi, Kendala, dan Strategi Pengembangannya. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. *Perspektif*, 8 (2): 108-116
- Sudarmadji. 2004. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Edisi Ketiga. Jember: Universitas Jember
- Sulistiyanto, D. 1999. Nematoda Entomopatogen, *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. Isolat Lokal sebagai Pengendali Hayati Serangga Hama Perkebunan. *Makalah Lustrum Universitas Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Sumarni, N. & Hidayat, A. 2005. Budidaya Bawang Merah Panduan Teknis PTT Bawang Merah No.3 Cetakan Pertama. Bandung : Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Suwandi., Sopha, G.A, & Yufdy, M.P. 2015. Efektivitas Pengelolaan Pupuk Organik, NPK, dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. *J. Hort*, 25 (3): 208-221.