

**VARIASI VIRULENSI ISOLAT *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae
PADA BEBERAPA VARIETAS BAWANG MERAH**

**Variation Of Virulence Of *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae Isolates
To Several Varieties Of Shallot**

Oleh:

Bambang Nugroho, Dian Astriani dan Warmanti Mildaryani
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Agroindustri,
Universitas Mercu Buana Yogyakarta

Alamat korespondensi: Bambang Nugroho (B_Nugroho@yahoo.com)

ABSTRAK

Penyakit moler yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae merupakan penyakit utama bawang merah yang selalu ditemukan di setiap daerah penanaman dengan intensitas penyakit yang bervariasi. Variasi ini diduga berkaitan dengan variasi virulensi patogennya dan variasi ketahanan varietas bawang merah. Beberapa isolat patogen diuji pada beberapa varietas bawang merah untuk mengetahui variasi virulensinya dan ketahanan bawang merah terhadap penyakit moler. Lima varietas bawang merah yaitu Tiron, Filip, Kuning, Thailand, dan Biru diinokulasi dengan empat isolat patogen yang berasal dari Kulonprogo (isolat Kp), Bantul (isolat Bt), Brebes (isolat Br), dan Nganjuk (isolat Ng). Sebelum inokulasi dengan cara perendaman umbi bibit dalam suspensi mikrokonidium patogen konsentrasi 10^6 , umbi didisinfeksi dengan perendaman dalam kloroks 1% selama 1 menit, dicuci dengan akuades steril, dan dikeringanginkan semalam. Umbi yang sudah diinokulasi kemudian ditanam dalam polibeg yang berisi medium tanam yang berupa campuran tanah:pupuk kandang sapi 2:1 v/v. Isolat Bt menunjukkan virulensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan 4 isolat yang lain pada semua varietas bawang merah yang diuji. Isolat Bt menyebabkan penyakit dengan intensitas yang lebih tinggi, dan menyebabkan kematian total pada varietas Kuning. Varietas Filip dan Biru adalah varietas yang paling tahan, sebaliknya varietas Kuning adalah yang paling rentan terhadap penyakit moler.

Kata kunci: variasi virulensi, *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae, resistensi, bawang merah

ABSTRACT

Moler (shallot twisting disease) caused by *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae is a major disease on shallot that is always found in every shallot plantation with various disease intensity. The variation of disease intensity may be related to variation of virulence of the pathogen and the resistance of shallot varieties. Several isolates of the pathogen were tested on several shallot varieties to know the variation of their virulence as well as the resistance of the shallot varieties. Five varieties of shallot i.e. Tiron, Filip, Kuning, Thailand, and Biru were inoculated with four isolates of the pathogen originated from Kulonprogo (Kp isolate), Bantul (Bt isolate), Brebes (Br isolate), and Nganjuk (Ng isolate). Before inoculation by deeping the bulbs in 10^6 /ml microkonidium suspension for 30 minutes, the bulbs were disinfected with 1% NaOCl for about 1 minute, washed with sterilized aquadest, and air dried overnight. The inoculated bulbs were then planted in polybags containing planting medium of soil:organic fertilizer 2:1 v/v. Bt isolate showed the higher virulence compared to 4 other isolates on all varieties tested. The isolate gave the higher disease intensity, and it caused total plant death on Kuning variety. Filip and Biru varieties were the most resistant, whilst Kuning variety was the most susceptible to the disease.

Key word: variation of virulence, *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae, resistance, shallot

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan komoditas sayuran yang mempunyai prospek pengembangan yang cerah karena

disamping nilai ekonominya yang tinggi, kebutuhan akan bawang merah semakin meningkat. Berdasarkan perhitungan tahun 2004, konsumsi rata-rata bawang merah

adalah 4,56 kg/kapita/tahun sehingga kebutuhan domestik mencapai 915.550 ton (Departemen Pertanian, 2005). Sementara itu produksi bawang merah selama 2001-2005 mengalami penurunan. Produksi tahun 2001 sebesar 861.150 ton, sedangkan pada 2002-2005 berturut-turut adalah 766.572, 76.795, 757.399, dan 732.609 ton (BPS, 2005). Kesenjangan antara konsumsi dan produksi, dan kecenderungan menurunnya produksi bawang merah tersebut merupakan tantangan sekaligus peluang usaha untuk mengembangkan agribisnis bawang merah.

Penyakit merupakan salah satu kendala utama di lapangan karena hampir selalu ditemukan di setiap daerah penanaman bawang merah. Penyakit busuk pangkal umbi (moler) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* adalah penyakit yang perlu diberi perhatian khusus dalam penanganannya, karena luas serangannya dari tahun ke tahun terus bertambah. Pada 2003-2005 kumulatif luas tambah serangan penyakit moler adalah 48,1 ha, 116,8 ha, dan 268,1 ha (Departemen Pertanian, 2006a). Hal ini menunjukkan bahwa upaya pengendalian penyakit moler yang dilakukan selama ini belum efektif, padahal kumulatif luas pengendalian penyakit ini dari tahun ke tahun terus meningkat yaitu 4.569,1 ha (2003), 8.095,8

ha (2004), dan 5.867,2 ha (2005) (Departemen Pertanian, 2006b).

Penyakit moler selalu dapat ditemukan di setiap pertanaman bawang merah dengan intensitas penyakit yang bervariasi. Variasi ini berkaitan dengan musim tanam, jenis tanah, kondisi cuaca, varietas bawang merah yang ditanam, dan jumlah inokulum patogen di dalam tanah (Wiyatiningsih, 2007). Sebagai contoh, intensitas penyakit dapat mencapai 77,9% pada varietas Biru bila ditanam di tanah vertisol pada musim hujan di Nganjuk, tetapi dapat menurun drastis menjadi sekitar 1% bila varietas Tiron, Bima, atau Kuning ditanam di tanah Aluvial pada musim kemarau di Brebes (Wiyatiningsih, 2007).

Variasi virulensi jamur patogennya perlu dicurigai sebagai penyebab terjadinya variasi intensitas penyakit moler tersebut. Hal ini karena *Fusarium oxysporum* merupakan jamur yang mempunyai variasi genetik yang tinggi karena mudah mengalami mutasi baik di alam maupun dalam biakan murni (Windels, 1992). Pada *F. oxysporum* f. sp. *vanillae*, variasi dapat muncul secara morfologis maupun fisiologis termasuk variasi dalam sifat-sifat serologisnya yang diduga berkaitan juga dengan virulensinya (Nugroho, 2006). Variasi intensitas penyakit dapat juga disebabkan oleh variasi ketahanan varietas bawang merah

mengingat adanya indikasi respon diferensial terhadap patogennya seperti yang ditunjukkan oleh adanya variasi intensitas penyakit pada berbagai varietas di lapangan.

Apabila variasi virulensi isolat patogen yang berasal dari sentra-sentra penanaman bawang merah dapat diketahui bersamaan dengan tanggap varietas bawang merah terhadap beberapa isolat patogen tersebut, strategi pengendalian penyakitnya terutama pemilihan varietas yang cocok untuk suatu daerah dapat disusun dengan lebih baik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi isolat *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* dari beberapa daerah dan respon ketahanan beberapa varietas bawang merah terhadap jamur patogen moler.

METODE PENELITIAN

Isolasi Patogen

Isolat diperoleh dengan mengisolasi patogen dari contoh tanaman yang menunjukkan gejala penyakit moler dari daerah Bantul dan Kulonprogo (Daerah Istimewa Yogyakarta), Nganjuk (Jawa Timur), dan Brebes (Jawa Tengah). Umbi tanaman yang sakit didisinfeksi dengan mengoles dengan kapas yang dibasahi dengan alkohol 76% dan dikeringanginkan. Pada batas bagian yang sakit dan sehat dipotong kecil-kecil

kemudian potongan-potongan tersebut diinkubasikan dalam cawan petri yang berisi medium PDA. Patogen yang tumbuh dimurnikan lebih lanjut dengan menumbuhkannya pada medium PDA. Isolat patogen yang diperoleh kemudian diuji virulensinya pada 5 varietas bawang merah dengan melakukan inokulasi buatan. Varietas yang digunakan adalah Tiron, Filip, Kuning, Thailan, dan Biru yang diperoleh dari petani di daerah penanaman bawang merah di Bantul, Yogyakarta. Varietas-varietas tersebut adalah yang biasa dibudidayakan di daerah Bantul (Suharyanto, 2006)

Uji Virulensi

Inokulum yang digunakan untuk inokulasi dibuat dengan menumbuhkan isolat patogen dalam erlenmeyer 250 ml yang berisi 100 ml medium PDB selama 2 minggu. Penumbuhan dilakukan dengan menginokulasikan potongan biakan murni yang diambil dari koloni isolat patogen yang berumur 4 hari pada medium PDA.

Inokulasi dilakukan dengan merendam umbi bibit bawang merah yang akan ditanam dalam suspensi mikrokonidium *F. oxysporum* f.sp.*cepae* selama 30 menit. Konsentrasi mikrokonidium yang digunakan adalah 10^6 /ml (Freeman *et al.*, 2002). Sebelum diinokulasi, umbi didisinfeksi dengan cara perendaman dalam kloroks 1% selama 1,5 menit, dicuci dengan akuades steril, dan

ditiriskan di atas kertas hisap semalam (Ozer *et al.*, 2004). Umbi yang telah diinokulasi kemudian ditanam dalam polibeg berukuran 25x25 cm yang telah diisi dengan campuran tanah dan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 2:1 (v/v) sampai batas lebih kurang 5 cm dari bibir polibeg. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman, pemupukan, dan penyiangan hingga panen. Pupuk yang digunakan adalah urea, SP-36, dan KCl dengan dosis masing-masing 1,6 g, 1,2 g, dan 0,8 g per polibeg (Rahayu dan Berlian, 2005).

Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk memperoleh data-data tentang intensitas penyakit, bobot umbi kering, jumlah umbi, dan diameter umbi. Intensitas penyakit dihitung sebanyak 5 kali pengamatan dimulai sejak 2 minggu setelah tanam (Pada penelitian sebelumnya, gejala awal penyakit muncul pada minggu pertama tetapi baru pada beberapa tanaman saja). Pengamatan dilakukan seminggu sekali. Intensitas penyakit dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IP = \frac{a}{b} \times 100\%$$

dimana:

IP = intensitas penyakit

a = jumlah tanaman yang bergejala

b = jumlah tanaman yang diamati.

Data dianalisis dengan analisis varians dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan DMRT (Duncan New Multiple Range Test) ($p=0,05\%$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Empat isolat diperoleh dari empat daerah penanaman bawang merah yaitu isolat Kp dari Kulonprogo, Bt dari Bantul, Br dari Brebes, dan Ng dari Nganjuk. Hasil uji virulensi menunjukkan bahwa keempat isolat tersebut menyebabkan penyakit moler pada semua varietas yang diuji dengan intensitas yang bervariasi sejak pengamatan pertama pada umur 2 minggu setelah tanam (Tabel 1). Intensitas penyakit tertinggi dijumpai pada varietas Kuning yang diinokulasi dengan isolat Bt, sedangkan pada varietas Tiron, Filip, dan Biru yang diinokulasi dengan isolat Br gejala penyakit belum ditemukan (Tabel 1).

Interaksi pengaruh antara asal isolat dan jenis varietas bawang merah yang ditunjukkan oleh hasil analisis statistik mengindikasikan bahwa masing-masing isolat mempunyai gen virulensi yang berbeda yang berinteraksi dengan gen ketahanan pada masing-masing varietas. Hasilnya adalah intensitas penyakit yang berbeda-beda pada masing-masing varietas yang diinokulasi dengan masing-masing isolat. Sebagai contoh, isolat Kp dan Bt menyebabkan penyakit dengan intensitas

tertinggi pada varietas Kuning masing-masing sebesar 85 dan 100%, sedangkan

Tabel 1. Intensitas penyakit moler (%) pada 5 varietas bawang merah umur 2 minggu (pengamatan ke-1) setelah tanam yang diinokulasi dengan 4 isolat *F. oxysporum* f. sp. *Cepae*

Varietas	Isolat					
	Kontrol	Kp	Bt	Br	Ng	Rata-rata
Tiron	0,025 i	33,000 d-g	45,000 b-e	0,025 i	15,008 ghi	18,602
Filip	0,025 i	17,225 ghi	30,783 efg	0,025 i	15,008 ghi	12,603
Kuning	0,025 i	61,923 b	99,975 a	23,363 fgh	50,853 bcd	47,223
Thailan	6,163 hi	42,263 cde	54,783 bc	15,008 ghi	51,147 bcd	33,873
Biru	0,025 i	8,870 hi	38,835 c-f	0,025 i	15,008 ghi	12,575
Rata-rata	1,233	32,656	53,875	7,674	29,405	

Keterangan: Kp= isolat asal Kulonprogo, Bt = isolat asal Bantul, Br = isolat asal Brebes, dan Ng= isolat asal Nganjuk Angka-angka dalam tabel adalah hasil transformasi arc sin $\sqrt{x}$. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Tabel 2. Intensitas penyakit moler (%) pada 5 varietas bawang merah umur 6 minggu (pengamatan ke-5) setelah tanam yang diinokulasi dengan 4 isolat *F. oxysporum* f. sp. *cepae*

Varietas	Isolat					
	Kontrol	Kp	Bt	Br	NG	Rata-rata
Tiron	15,008e	39,147cd	61,223b	21,147cd	44,917c	36,288
Filip	0,025e	12,302e	28,077cd	18,440de	30,993cd	17,967
Kuning	0,025e	85,580ab	99,975a	17,225e	72,813b	55,124
Thailan	26,078cd	68,853b	99,975a	22,148cd	87,979a	61,007
Biru	0,025e	19,932d	35,217cd	6,163e	39,230cd	20,113
Rata-rata	8,232	45,163	64,893	17,025	55,186	

Keterangan: Kp = isolat asal Kulonprogo, Bt = isolat asal Bantul, Br = isolat asal Brebes, dan Ng = isolat asal Nganjuk Angka-angka dalam tabel adalah hasil transformasi arc sin $\sqrt{x}$.

isolat Br dan Ng pada varietas Thailan dengan intensitas sebesar 22 dan 87% (Tabel 2). Secara umum isolat Bt selalu menghasilkan intensitas penyakit yang lebih tinggi daripada isolat lain pada semua varietas yang diuji (Tabel 2 dan Gambar 1). Perbedaan tersebut membuktikan bahwa terdapat variansi virulensi *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* yang berasal dari berbagai daerah, seperti yang dikemukakan oleh Villevieille (1996 cit. Cramer, 2000).

Menurut Kistler (1997) dan Edel *et al.* (1995), *F. oxysporum* merupakan jamur yang mempunyai variasi yang tinggi dalam sifat-sifat fenotipik maupun fisiologisnya.

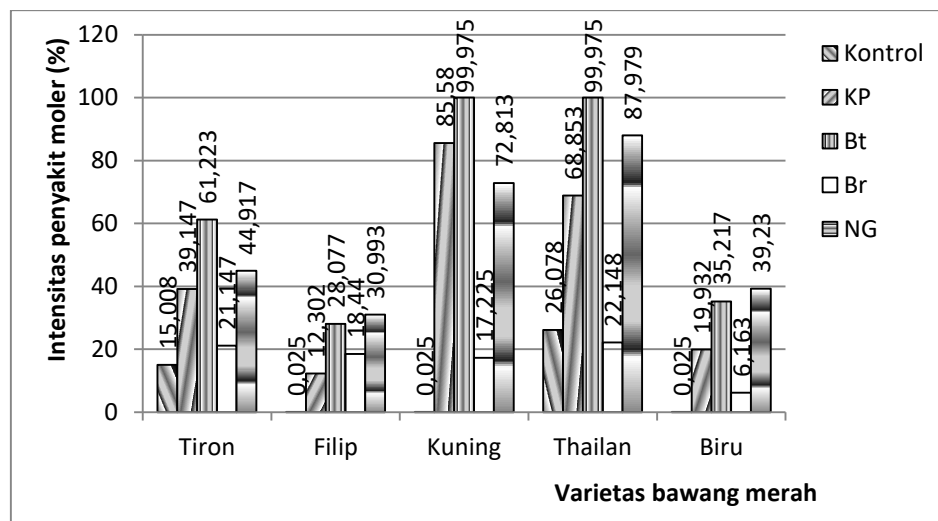
Setiap varietas menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap isolat yang diuji. Sebagai contoh, semua varietas lebih rentan bila diinokulasi dengan isolat KP dibandingkan bila diinokulasi dengan isolat Br, kecuali isolat Filip yang justru menunjukkan hal yang sebaliknya

(Gambar 1). Demikian juga, 3 varietas yaitu Tiron, Kuning, dan Thailan lebih rentan terhadap isolat Bt daripada terhadap isolat Ng. Namun hal yang sebaliknya ditunjukkan oleh varietas Filip dan Biru yang lebih rentan terhadap isolat Ng daripada terhadap isolat Bt (Gambar 1).

Hasil penelitian Ambarwati dan Yudono (2003) menunjukkan bahwa varietas Kuning merupakan varietas yang tidak stabil dan hanya bisa berproduksi baik apabila keadaan lingkungan mendukung. Deskripsi varietas yang dikeluarkan oleh Berita Resmi PVT juga menyebutkan bahwa varietas Kuning adalah varietas yang rentan terhadap penyakit moler (Balitsa, 2008). Oleh karena itu ketika terserang penyakit moler dengan intensitas yang tinggi, hasil umbi kering varietas ini jauh menurun. Sementara itu varietas Tiron-sawah merupakan varietas yang stabil, dapat berproduksi baik pada berbagai kondisi

lingkungan (Ambarwati dan Yudono, 2003) (Tabel 3).

Variasi virulensi yang ditunjukkan oleh isolat yang diuji juga dapat dilihat dari bobot umbi kering. Isolat Bt yang selalu menimbulkan intensitas penyakit tertinggi untuk semua varietas, juga menyebabkan penurunan hasil yang tertinggi. Hal yang sebaliknya ditunjukkan oleh isolat Br yang secara statistik tidak menyebabkan penurunan hasil dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Sementara itu varietas yang diuji memberikan hasil umbi kering yang tidak terlalu berbeda. Bobot umbi kering varietas Biru, Kuning, dan Tiron secara statistik tidak berbeda tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan bobot umbi kering varietas Filip dan Thailan (Tabel 3).



Gambar 1. Intensitas penyakit 6 minggu setelah tanam (pengamatan ke-5) pada 5 varietas bawang merah yang diinokulasi dengan 4 isolat *F. oxysporum* f. sp. *cepae* dan kontrol. Isolat yang digunakan adalah Kp (asal Kulonprogo), Bt (asal Bantul), Br (asal Brebes), dan NG (asal Nganjuk)

Tabel 3. Bobot umbi kering (g) 5 varietas bawang merah yang diinokulasi dengan 4 isolat *F. oxysporum* f. sp. *cepae*

Varietas	Isolat					
	Kontrol	Kp	Bt	Br	Ng	Rata-rata
Tiron	19,396	13,304	11,467	16,118	12,910	14,639 a
Filip	18,332	9,647	6,484	12,640	9,785	11,377 b
Kuning	19,745	11,700	0,000	19,953	9,925	15,331 a
Thailan	13,894	15,884	12,300	18,165	10,148	14,078 ab
Biru	20,417	15,797	9,978	17,653	13,120	15,393 a
Rata-rata	18,357 p	13,266 q	10,057 r	16,906 p	11,178 qr	

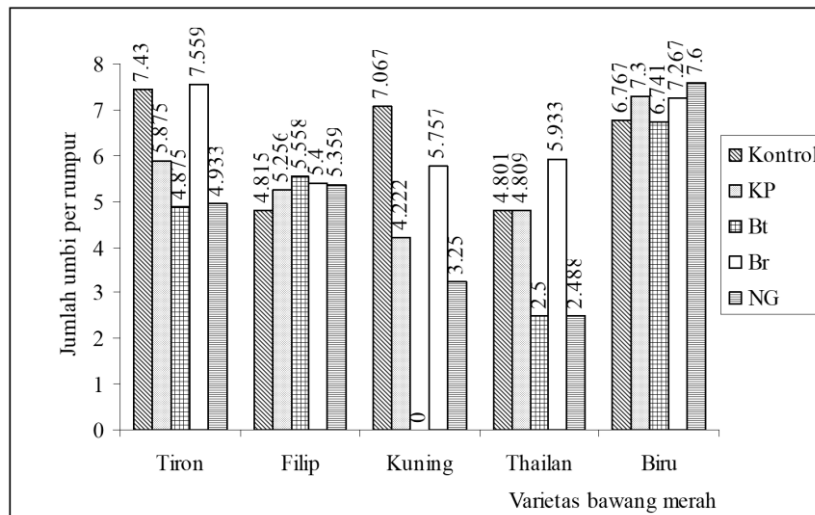
Keterangan: Kp = isolat asal Kulonprogo, Bt = isolat asal Bantul, Br = isolat asal Brebes, dan Ng = isolat asal Nganjuk. Huruf yang sama pada masing-masing baris dan kolom menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

F. oxysporum f. sp. *cepae* adalah jamur patogen yang mampu memproduksi enzim *exo-polygalacturonase* (exo-PG) dan *endopectin-trans-eliminase* (endo-PTE) selama proses pembusukan umbi. Penyebaran jamur dan kedua enzim tersebut dalam jaringan bawang bombay (*onion*) yang rentan dapat terjadi dan dapat menyebabkan pembusukan umbi, tetapi pada varietas-varietas yang toleran pembusukan umbi dapat tertunda (Holz and Knox-Davies, 2008). Diduga hal inilah yang menyebabkan mengapa pada varietas-varietas yang rentan dengan intensitas penyakit moler yang tinggi tersebut mengalami penurunan hasil yang lebih tinggi.

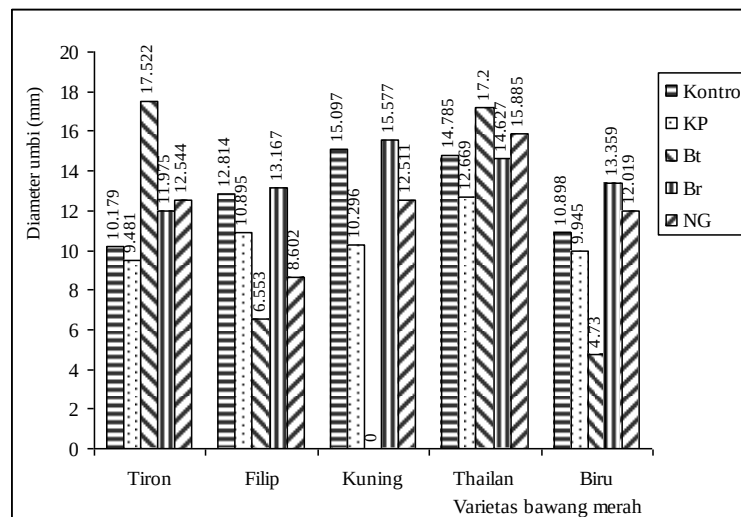
Bila dilihat jumlah umbinya, varietas Biru yang menunjukkan ketahanan terhadap penyakit moler yang lebih tinggi menghasilkan jumlah umbi yang lebih banyak daripada varietas lainnya. Sebaliknya varietas Kuning dan Thailan

yang lebih rentan dengan intensitas penyakit yang lebih tinggi, menghasilkan jumlah umbi yang lebih sedikit dan jauh menurun dibandingkan dengan kontrol. Sebagai contoh, varietas Thailan yang diinokulasi dengan isolat Bt atau Kp hanya mempunyai jumlah umbi rata-rata 2 per rumpun dibandingkan dengan kontrol dengan jumlah umbi 4 per rumpun (Gambar 2). Menurut Wiyatiningsih (2007) varietas Tiron merupakan varietas yang lebih tahan dibandingkan dengan Filip, Bauji, Biru, Kuning, dan Bima, tetapi hasilnya lebih rendah.

Hal yang berbeda terjadi pada diameter umbi. Secara umum diameter umbi tidak terpengaruh oleh adanya penyakit moler. Varietas Biru yang relatif lebih tahan terhadap moler daripada varietas Thailan mempunyai diameter umbi lebih kecil pada semua perlakuan inokulasi dan kontrol (Gambar 3).



Gambar 2. Jumlah umbi per rumpun 5 varietas bawang merah yang diinokulasi dengan isolat Kp (asal Kulonprogo), Bt (asal Bantul), Br (asal Brebes), dan Ng (asal Nganjuk).



Gambar 3. Diameter umbi 5 varietas bawang merah yang diinokulasi dengan isolat Kp (asal Kulonprogo), Bt (asal Bantul), Br (asal Brebes), dan Ng (asal Nganjuk).

Menurut Jenkins (1954) dan Messiaen *et al.* (1993) cit. Le Guen-Le *et al.* (2002), pembentukan umbi bawang merah dipengaruhi oleh panjang hari dan suhu yang tinggi. Pada bawang bombay, rasio spektrum sinar merah dan infra merah yang sangat penting dalam pembentukan umbi yang menunjukkan bahwa terdapat keterlibatan fitohormon dalam pembentukan umbi. Oleh karena itu secara

umum diameter umbi tidak terpengaruh oleh adanya penyakit moler.

KESIMPULAN

Isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* dari beberapa daerah memperlihatkan variasi virulensi. Isolat Bt mempunyai virulensi tertinggi karena selalu menyebabkan penyakit dengan intensitas tertinggi pada semua varietas

bawang merah yang diuji. Di samping itu, isolat Bt juga menyebabkan penurunan bobot umbi kering yang tertinggi. Sebaliknya isolat Br menunjukkan tingkat virulensi yang terendah.

Lima varietas bawang merah yang diuji juga menunjukkan tingkat resistensi yang berbeda-beda. Varietas Biru dan Filip menunjukkan tingkat ketahanan yang lebih tinggi daripada varietas lainnya dengan memperlihatkan intensitas penyakit yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, E. dan Prapto Yudono. 2003. Keragaan stabilitas hasil bawang merah. *Ilmu Pertanian*, 10(2):1-10.
- Balitsa. 2008. Berita Resmi PVT. No. Publikasi : 028/BR/PVHP/8/2008. (on-line). <http://ppvt.setjen.deptan.go.id/ppvtnew/loket/file/berita/BR-PVHP-Balitsa-bw.merah.pdf> diakses 20 Januari 2010.
- BPS. 2005. Production of vegetables in Indonesia. (on-line). www.bps.go.id/sector/agri/horti/index.html diakses 5 Januari 2007.
- Departemen Pertanian. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis bawang merah. <http://litbang.deptan.go.id/special/komoditas/files/00-B-MERAH.pdf>. Diakses 5 Januari 2010.
- _____. 2006a. Kumulatif luas tambah serangan OPT pada tanaman bawang merah 2000- 2005. www.deptan.go.id/ditlinhorti diakses 5 Januari 2007.
- _____. 2006b. Kumulatif luas pengendalian OPT pada tanaman bawang merah bulan 2000- 2005. (on-line). www.deptan.go.id/ditlinhorti diakses 5 Januari 2007.
- Edel, V., C. Steinberg, I. Avelange, G. Laguerrek, dan C. Alabouvette. 1995. Comparison of three molecular methods for the characterization of *Fusarium oxysporum* strains. *Phytopathology*, 85: 579-585.
- Kistler, H.C. 1997. Genetic diversity in the plant-pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*, 87: 474-478.
- Cramer, Christopher S. 2000. Breeding and genetics of *Fusarium* basal rot resistance in onion. *Euphytica*, 115: 159-188.
- Freeman, S., Zveibil, A., Vintal, H., and Maymon, M. 2002. Isolation of nonpathogenic mutants of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* for biological control of *Fusarium* wilt in cucurbits. *Phytopathology*, 92: 164-168.
- G. Holz dan P.S. Knox-Davies. 2008. production of pectic enzymes by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* and its involvement in onion bulb. *Journal of Phytopathology*, 112(1): 69-80.
- Le Geun-Le Saos, F., A. Hourmant, F. Esnault, dan J.E. Chauvin. 2002. *In vitro* bulb development in shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum group): effects of anti-gibberellins, sucrose and light. *Annals of Botany*, 89:419-425.
- Nugroho, Bambang. 2006. *Kajian Serologi Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*, patogen busuk batang vanili. Disertasi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.
- Ozer, N., N.D. Koychu, G. Chilosi, dan P. Magro. 2004. Resistance to *Fusarium* basal rot of onion in greenhouse and field and associated

- expression of antigungal compounds.
Phytoparasitica, 32(4): 388-394.
- Rahayu, E. dan N.V.A. Berlian. 2005.
Bawang Merah. Penebar Swadaya.
Jakarta.
- Suharyanto, Edy. 2006. Arah
pengembangan agribisnis bawang
merah di Bantul. *Jurnal Ilmu-ilmu
Pertanian*, 2(2): 102-111.
- Windels, C.E. 1993. Fusarium. pp.115-
128. in: Mihail, L.L, J.D., and Rush,
C.M. (eds) Methods for research on
soilborne phytopathogenic fungi.
Singleton, APS Press. St. Paul,
Minnesota.
- Wiyatiningsih, Sri. 2007. *Kajian epidemi
penyakit moler pada bawang merah*.
Disertasi. Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.