

**INTERAKSI GENETIK X LINGKUNGAN UNTUK KETAHANAN CABAI
(*Capsicum annuum* L.) TERHADAP ANTRAKNOSA
YANG DISEBABKAN OLEH *Colletotrichum acutatum***

The Genetic x Environmental Interaction for Resistance of Pepper (Capsicum annuum L.) to Anthracnose caused by Colletotrichum acutatum

Muhamad Syukur^{1*}, Sriani Sujiprihati¹, Jajah Koswara¹, dan Widodo²

¹ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB.

² Staf Pengajar Departemen Proteksi Tanaman, Faperta IPB.

ABSTRACT

*Appearance of a plant is determined by genetic factors, environmental factors and interactions between them. The genetic x environment interactions become an important concern for breeders, in addition to genetic factors. Purpose of this study was to examine the genetic x environment interactions for resistance of pepper to anthracnose. Materials used were 16 hybrids that were planted at three locations. Complete randomized block design (RCBD) was used with three replications. Replicates nested within location. Twenty of hot pepper that has been worn but is still green from each replication was inoculated with *C. acutatum*, PYK 04 isolate. Disease incidence was observed five days after inoculation. The results showed that the genotype x location interaction was significant different to resistance resistance caused by *Colletotrichum acutatum* PYK 04 isolate. Pepper genotypes stable in anthracnose resistant character in three selection environments was IPB CH3, IPB CH6, and IPB CH25. The genotypes were suitable for selection environment Ciherang, Leuwikopo and Tajur. Genotype IPB CH50 and IPB CH51 were suitable for selection environment Tajur. Imperial genotypes was suitable for the environment selection Ciherang. IPB CH5 and IPB CH4 CH5 were suitable for Lewikopo environment.*

Keywords: genetic x environmental interaction, anthracnose, resistance, pepper, *Colletotrichum acutatum*

PENDAHULUAN

Salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas cabai adalah melalui program pemuliaan (Kusandriani, 1996). Pemuliaan tanaman bertujuan untuk memperbaiki karakter tanaman sesuai dengan kebutuhan manusia dengan memanfaatkan potensi genetik dan interaksi genotipe x lingkungan. Penampilan suatu tanaman ditentukan oleh faktor genetik, faktor lingkungan dan interaksi antara keduanya (Roy, 2000). Faktor genetik menjadi perhatian utama bagi para pemulia, karena faktor ini diwariskan dari tetua kepada turunannya. Oleh karena itu pengetahuan tentang genetik

perlu dipahami untuk dapat memanipulasi tanaman menjadi lebih baik. Sementara itu, faktor lingkungan menjadi perhatian bagi para Ekolog, dengan memanipulasi lingkungan agar tanaman dapat tumbuh seoptimal mungkin. Interaksi genetik x lingkungan menjadi perhatian penting bagi pemulia (Baihaki, 2000).

Pentingnya interaksi genetik dan lingkungan digarisbawahi oleh Gauch dan Zobel (1996), bahwa jika tidak ada interaksi genetik x lingkungan, suatu varietas gandum atau padi atau tanaman lain akan dapat tumbuh dan berproduksi sama dimanapun tempat di dunia ini. Suatu percobaan hanya perlu dilakukan pada satu lokasi saja untuk mendapatkan hasil yang universal. Dengan demikian, hasil penelitian di satu tempat akan diaplikasikan di berbagai tempat. Segera setelah dapat diidentifikasi yang terbaik, tidak ada kesalahan (*error*), sehingga tidak diperlukan lagi ulangan. Sehingga satu ulangan saja sudah cukup untuk dapat mengidentifikasi yang terbaik yang kemudian dapat ditanam di seluruh dunia.

Pentingnya interaksi genetik dan lingkungan dapat dilihat pada distribusi varietas baru pada berbagai lokasi dan perbaikan manajemen untuk meningkatkan hasil dan membandingkan hasil antara varietas lama dan varietas baru dalam satu percobaan tunggal (Matjij, 2005). Analisis interaksi genetik dan lingkungan dapat digunakan untuk seleksi ketahanan terhadap hama dan penyakit. Jika ada interaksi antara varietas dan patogen, maka perlu untuk mengidentifikasi suatu varietas yang memiliki resistensi umum dan resistensi khusus.

Jika setiap galur memiliki tingkat resistensi yang sama terhadap cekaman lingkungan (biotik atau abiotik), maka interaksi genetik x lingkungan akan berkurang. Sebaliknya, jika galur memiliki tingkat perbedaan pada lingkungan yang berbeda maka interaksi genetik x lingkungan akan tinggi (Matjij, 2005). Interaksi genetik x lingkungan dapat digunakan untuk mendapatkan lingkungan yang cocok dalam seleksi ketahanan terhadap antraknosa pada cabai.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari interaksi genetik x lingkungan untuk ketahanan cabai terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni 2006 sampai bulan Mei 2007. Kegiatan pemurnian, perbanyakan dan pemeliharaan biakan cendawan dilakukan di Laboratorium Klinik Tanaman, Departemen Proteksi Tanaman IPB. Penanaman dilakukan di kebun petani Ciherang, Kebun Percobaan IPB Leuwikopo dan Kebun Percobaan IPB Tajur II.

Kegiatan skrining ketahanan cabai terhadap *C. acutatum* dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB.

Bahan tanaman yang digunakan adalah IPB CH1, IPB CH2, IPB CH3, IPB CH4, IPB CH5, IPB CH6, IPB CH19, IPB CH25, IPB CH28, IPB CH50, IPB CH51, Adipati, Biola, Gada, Hot Beauty, dan Imperial. Inokulum yang digunakan berasal dari biakan murni cendawan *C. acutatum* koleksi Laboratorium Fitopatologi Departemen Proteksi Tanaman IPB (isolat PYK 04, berasal dari Payakumbuh, Sumatera Barat).

Persiapan inokulum dan inkubasi setelah inokulasi mengikuti prosedur Yoon (2003). Isolat cendawan *C. acutatum* ditumbuhkan pada media PDA. Setelah tujuh hari, media PDA disiram aquades dan konidia diambil dari cawan. Kepadatan inokulum diatur mencapai 5.0×10^5 konidia/ml dengan hemasitometer.

Dua puluh buah cabai yang sudah tua tetapi masih hijau dari masing-masing genotipe diinokulasi dengan inokulum *C. acutatum*. Buah yang akan diinokulasi dicuci menggunakan akuades. Inokulasi dilakukan dengan cara menyuntikkan 2 μ l suspensi konidia sebanyak dua suntikan pada daerah yang berbeda (untuk buah yang berukuran < 4 cm hanya satu suntikan per buah). Buah ditempatkan di atas kawat dalam bak plastik. Untuk menjaga kelembaban, bak plastik diisi tissue basah. Bak kemudian ditutup dengan plastik hitam dan diinkubasi pada suhu 25°C selama lima hari.

Kejadian penyakit diamati lima hari setelah inokulasi. Skor dan kriteria ketahanan terhadap penyakit antraknosa berdasarkan kejadian penyakit diduga menggunakan metode Yoon (2003) yang dimodifikasi (Tabel 1). Kejadian penyakit (DI) dihitung dengan rumus:

$$DI = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

DI = kejadian penyakit

n = jumlah buah yang terserang, yaitu jika diameter serangan > 4 mm

N = jumlah buah yang diinokulasi

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktor tunggal dengan tiga ulangan. Ulangan tersarang dalam lokasi. Setiap genotipe pada masing-masing ulangan ditanam 24 tanaman. Untuk mengetahui bahwa genotipe dan interaksi genotipe x lingkungan berbeda nyata, maka dapat dilihat nilai F hitungnya. Jika nilai F hitung > nilai F tabel pada taraf $\alpha_{0.01}$ atau $\alpha_{0.05}$ maka perlakuan tersebut dinyatakan berbeda sangat nyata atau nyata. Untuk mengetahui lingkungan spesifik ketahanan terhadap penyakit pada populasi hibrida dilakukan analisis

stabilitas menggunakan Metode AMMI. Analisis ragam dan stabilitas menggunakan software SAS versi 9.

Tabel 1. Skor dan kriteria ketahanan cabai merah terhadap penyakit antraknosa berdasarkan kejadian penyakit

Skor	Kejadian Penyakit (%)	Kriteria
1	$0 \leq X \leq 10$	Sangat Tahan
2	$10 < X \leq 20$	Tahan
3	$20 < X \leq 40$	Moderat
4	$40 < X \leq 70$	Rentan
5	$X > 70$	Sangat Rentan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis ragam gabungan pada populasi hibrida terlihat bahwa lokasi, genotipe dan interaksi genotipe x lokasi berpengaruh sangat nyata terhadap ketahanan penyakit antraknosa isolat PYK 04 (Tabel 2). Hal tersebut memungkinkan dilakukan analisis AMMI untuk ketahanan cabai terhadap penyakit antraknosa isolat PYK 04.

Tabel 2. Analisis Ragam Ketahanan 16 Cabai Hibrida terhadap Penyakit Antraknosa Isolat PYK 04 di Tiga Lokasi

Sumber Keragaman	db	Kuadrat Tengah
Lokasi	2	0.804 **
Ulangan (lokasi)	6	0.250
Genotipe	15	0.073 **
Genotipe x Lokasi	30	0.045 *
Galat	90	0.025

Keterangan: ** = berbeda nyata pada taraf 1%

Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat ketahanan cabai terhadap antraknosa isolat PYK 04 sangat dipengaruhi oleh faktor lokasi, genotipe dan interaksi antara genotipe dan lokasi. Jika dilihat dari sumbangan keragaman yang diberikan oleh masing-masing sumber keragaman terlihat bahwa pengaruh lokasi merupakan penyumbang terbesar, kemudian disusul oleh pengaruh genotipe dan pengaruh interaksi genotipe dan lingkungan (Tabel 2). Dengan demikian tingkat ketahanan cabai terhadap antraknosa isolat PYK 04 akan sangat tergantung pada kondisi lingkungan dimana cabai tersebut ditanam, juga ditentukan oleh jenis genotipe yang ditanam.

Rata-rata ketahanan cabai Imperial terhadap antraknosa isolat PYK 04 relatif lebih baik dibandingkan genotipe lain yang diuji di lokasi Ciherang. Di lokasi Leuwikopo, genotipe yang paling tahan terhadap antraknosa isolat PYK 04 adalah IPB CH4 (Tabel 3). Menurut Vargas *et al.* (1998) interaksi genotipe dan lingkungan yang nyata akan mempengaruhi ekspresi tanaman. Ini artinya genotipe yang sama akan memberikan respon yang berbeda pada lingkungan yang berbeda.

Tabel 3. Ketahanan^{*)} 16 Cabai Hibrida terhadap Penyakit Antraknosa Isolat PYK 04 di Tiga Lokasi

Genotipe	Ciherang		Leuwikopo		Tajur	
	Ketahanan	Kriteria	Ketahanan	Kriteria	Ketahanan	Kriteria
IPB CH1	0.667	M	0.423	R	0.433	R
IPB CH2	0.717	M	0.333	R	0.567	R
IPB CH3	0.567	R	0.337	R	0.433	R
IPB CH4	0.683	M	0.617	M	0.300	R
IPB CH5	0.433	R	0.377	R	0.033	SR
IPB CH6	0.483	R	0.227	SR	0.333	R
IPB CH19	0.500	R	0.470	R	0.500	R
IPB CH25	0.633	M	0.353	R	0.467	R
IPB CH28	0.600	M	0.240	SR	0.433	R
IPB CH50	0.467	R	0.183	SR	0.467	R
IPB CH51	0.317	R	0.000	SR	0.500	R
Adipati	0.767	M	0.250	SR	0.533	R
Biola	0.417	R	0.340	R	0.400	R
Gada	0.533	R	0.350	R	0.433	R
Hot				SR		R
Beauty	0.517	R	0.200		0.367	
Imperial	0.867	T	0.363	R	0.433	R

Keterangan: ^{*)} = $1 - KP/100$. ST = sangat tahan, T = tahan, M = moderat, R = rentan, SR = sangat rentan

Hasil penguraian bilinear terhadap matriks pengaruh interaksi dari data ketahanan terhadap antraknosa isolat PYK 04 diperoleh nilai singular (vektor ciri) sebagai berikut: 0.5688, 0.3608 dan 0.000. Dari nilai singular tersebut terlihat bahwa banyaknya komponen yang dapat dipertimbangkan untuk model AMMI adalah komponen ke-1 sampai komponen ke-2. Kontribusi ragam yang dapat diterangkan oleh masing-masing KUI berturut-turut adalah 71.30% dan 28.70% Berdasarkan nilai kontribusi keragaman tersebut terlihat bahwa dua komponen menerangkan keragaman pengaruh interaksi, yaitu sebesar 100%.

Berdasarkan metode *postdictive succes* ketahanan cabai terhadap antraknosa isolat PYK 04 diperoleh satu KUI yang nyata yaitu dengan nilai F sebesar 2.440 serta nilai

peluang nyata sebesar 0.004 (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan cabai terhadap antraknosa isolat PYK 04 dapat diterangkan dengan menggunakan model AMMI1, akan tetapi untuk memudahkan visualisasi digunakan dua komponen (AMMI2).

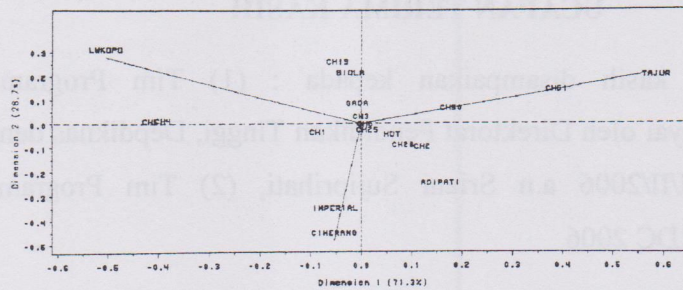
Tabel 4. Analisis Ragam AMMI2 16 Genotipe Cabai Hibrida Karakter Ketahanan terhadap Antraknosa Isolat PYK 04 pada Tiga Lokasi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-Hitung	Nilai P
Lokasi	2	1.610	0.800	3.220	0.112
Ulangan (Lokasi)	6	1.500	0.250	10.040	0.000
Genotipe	15	1.100	0.070	2.940	0.001
Genotipe*Lokasi	30	1.360	0.050	1.820	0.016
IAKU1	16	0.970	0.060	2.440	0.004
IAKU2	14	0.390	0.030	1.120	0.351
Galat	90	2.240	0.020		
Total	143	7.810			

Keterangan: IAKU = interaksi antar komponen utama

Dalam menyajikan pola tebaran titik-titik genotipe dengan kedudukan relatifnya pada lokasi maka hasil penguraian nilai singular diplotkan antara satu komponen genotipe dengan komponen lokasi secara simultan. Penyajian dalam bentuk plot yang demikian disebut biplot. Biplot AMMI meringkas pola hubungan antar galur, antar lingkungan, dan antara galur dan lingkungan. Biplot tersebut menyajikan nilai komponen utama pertama dan rata-rata. Biplot antara nilai komponen utama kedua dan nilai komponen utama pertama bisa ditambahkan jika komponen utama kedua tersebut nyata (Gauch, 1992; Sumertajaya, 1998).

Biplot AMMI2 sebagai alat visualisasi dari analisis AMMI dapat digunakan untuk melihat genotipe-genotipe stabil pada seluruh lokasi uji atau spesifik pada lokasi tertentu. Genotipe dikatakan stabil jika berada dekat dengan sumbu, sedangkan genotipe yang spesifik lokasi adalah genotipe yang berada jauh dari sumbu utama tapi letaknya berdekatan dengan garis lokasi (Mattjik dan Sumertajaya, 2002; Sujiprihati *et al*, 2006a). Dengan demikian genotipe-genotipe cabai stabil pada karakter ketahanan terhadap antraknosa isolat PYK 04 di tiga lingkungan seleksi adalah genotipe IPB CH3, IPB CH6, dan IPB CH25. Genotipe-genotipe tersebut cocok untuk lingkungan seleksi Ciherang, Leuwikopo dan Tajur. Genotipe IPB CH50 dan IPB CH51 cocok untuk lingkungan seleksi Tajur, genotipe Imperial cocok untuk lingkungan seleksi Ciherang dan Genotipe IPB CH4 dan IPB CH5 cocok untuk lingkungan seleksi Lewikopo (Gambar 1).



Gambar 1. Biplot Pengaruh Interaksi Model AMMI2 untuk Ketahanan Cabai Terhadap Antraknosa Isolat PYK 04

Respon genotipe tanaman berbeda-beda terhadap lingkungan yang berbeda. Ada empat respon tanaman terhadap lingkungan yang berbeda yaitu (1) tidak responsif terhadap perubahan lingkungan, (2) toleran, (3) stabil dan (4) adaptasi tinggi (Sujiprihati *et al*, 2006b). Pada penelitian ini, respon tanaman akan berbeda terhadap lingkungan yang berbeda. Sebagai contoh, IPB CH-2 sangat tahan terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *C. acutatum* isolat PYK 04 jika ditanam di Ciherang, sangat rentan jika ditanam di Leuwikopo dan moderat jika ditanam di Tajur. Ciherang mewakili lahan sawah beririgasi, Leuwikopo mewakili lahan marjinal dan Tajur mewakili lahan subur bukan sawah.

Penanaman pada beberapa lokasi dapat menduga ragam interaksi genotipe x lingkungan, sehingga pendugaan ragam genetik akan lebih baik dibandingkan jika ditanam hanya pada satu lokasi. Akan tetapi pendugaan ragam genetik akan lebih baik lagi jika populasi uji ditanam pada minimal dua lokasi dan dua musim, sehingga interaksi genotipe x lingkungan, genotipe x musim dan genotipe x musim x lingkungan dapat dipisahkan (Baihaki, 2000).

KESIMPULAN

Lokasi, genotipe serta interaksi genotipe dengan lokasi berpengaruh sangat nyata terhadap ketahanan penyakit antraknosa isolat PYK 04 dan PSG 07. Genotipe-genotipe cabai stabil pada karakter ketahanan terhadap antraknosa isolat PYK 04 di tiga lingkungan seleksi adalah genotipe IPB CH3, IPB CH6, dan IPB CH25. Genotipe-genotipe tersebut cocok untuk lingkungan seleksi Ciherang, Leuwikopo dan Tajur. Genotipe IPB CH50 dan IPB CH51 cocok untuk lingkungan seleksi Tajur, genotipe Imperial cocok untuk lingkungan seleksi Ciherang dan Genotipe IPB CH4 dan IPB CH5 cocok untuk lingkungan seleksi Lewikopo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada : (1) Tim Program Penelitian Fundamental yang dibiayai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi, Depdiknas dengan kontrak No. 317/SP3/PP/DP2M/II/2006 a.n Sriani Sujiprihati, (2) Tim Program Penelitian Kerjasama Faperta-AVRDC 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki, A. 2000. Teknik rancang dan analisis penelitian pemuliaan [Diktat Kuliah]. Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung. 91 hal.
- Gauch, H.G Jr and R.W. Zobel. 1996. AMMI analysis of yield trials. Di dalam: Kang MS, Gauch HG Jr. Editor. Genotype by environment interaction. CRC Press, Florida. hlm 85-122.
- Gauch, H.G Jr. 1992. Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier science publisher C.V., Amsterdam. 278 hal.
- Mattjik, A.A. 2005. Interaksi Genotipe dan Lingkungan dalam Penyediaan Sumberdaya Unggul [Orasi Ilmiah Guru Besar Tetap Biometrika]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 124 hal.
- Mattjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab*. Ed ke-2. IPB Press, Bogor. 225 hal.
- Roy, D. 2000. Plant breeding, analysis and exploitation of variation. Narosa Publishing House, New Delhi. 701 hal.
- Sujiprihati, S., M. Syukur, R. Yuniarti. 2006a. Analisis stabilitas hasil tujuh populasi jagung manis menggunakan metode *Additive Main Effect Multiplicative Interaction* (AMMI). *Bul. Agron.* 34(2): 93-97.
- Sujiprihati, S., M. Syukur, R. Yuniarti. 2006b. Penampilan karakter kuantitatif dan stabilitas hasil tujuh genotipe jagung manis di empat lokasi. *Gakuryoku*, 12(2): 143-146.
- Sumertajaya, I.M. 1998. Perbandingan model AMMI dan regresi linier untuk menerangkan pengaruh interaksi percobaan lokasi ganda [Tesis]. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Vargas, M., J. Crossa, K. Sayre, M. Reynolds, M. E. Ramirez, and M. Talbot. 1998. Interpreting Genotype x Environment Interaction in Wheat by Partial Least Square Regression. *Crop Sci.* 38 (3) : 379 – 689.
- Yoon, J.B. 2003. Identification of genetic resources, interspecific hybridization, and inheritance analysis for breeding pepper (*Capsicum annuum*) resistant to anthracnose. [PhD]. Seoul Natl Univ., Seoul. 137 hal.