

Pengaruh Interaksi Genotipe dan Lingkungan terhadap Hasil Kacang Hijau

Trustinah dan Rudi Iswanto

Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian
Jl. Raya Kendalpayak Km. 8. Kotak Pos 66 Malang 65101
Email: balitkabi@litbang.deptan.go.id

Naskah diterima 7 Maret 2012 dan disetujui diterbitkan 19 Februari 2013

ABSTRACT. The Effect of Genotype x Environment Interaction on Mungbean Yield. *Genotype x Environment Interaction (GEI) is a common phenomena, causing differences in grain yield ranking of genotypes among environments. Identification of genotypes that are stable and adaptive to specific environment is important in cultivar development. Nineteen mungbean genotypes were tested at 8 locations, namely Ngawi, Demak, and Probolinggo in dry season of 2011, and Ngawi, Demak, Probolinggo, Gresik and Lamongan in dry season of 2012. The trial was arranged in a randomized block design with three replications. Each genotype was planted on plot size of 4 m x 4 m (10 rows, 4 m long), with a spacing of 40 cm x 10 cm, two plants/hill. The data were analyzed using the MSTAC program. Analyses on genotype x environment interaction, stability, and adaptability were done referring to Eberhart and Russell (1966), while biplot analyses were done using the AMMI program. The effect of genotype x environment interaction, and the genotype x environment (linear) interaction which was significant to yield were important in determining the yield stability of mungbean genotypes. Locations contributed the highest to the total variance (71.7%), followed by genotype x environment interaction (25.1%). The average yields of the mungbean genotypes at eight locations ranged from 1.25 to 2.15 t/ha, and the average yield across locations of each mungbean genotype ranged from 1.59 to 1.80 t/ha. Two lines were considered as stable genotypes and with high yields, namely G12 and G17. Genotypes G5 and G6 were stable and adapted to optimal environment, while G4 was adapted to sub-optimal environment. All genotypes were considered stable based on both AMMI also stable on regression techniques.*

Keywords: *Mungbean, genotype x environment interaction, yield, stability.*

ABSTRAK. Interaksi genotipe x lingkungan merupakan fenomena umum yang menyebabkan perbedaan ranking suatu genotipe di berbagai lokasi. Identifikasi genotipe stabil dan beradaptasi khusus menjadi penting dalam uji multilokasi. Sebanyak 19 genotipe kacang hijau telah diuji di 8 lokasi (Ngawi, Demak, dan Probolinggo pada MK 2011 dan Ngawi, Demak, Probolinggo, Gresik, dan Lamongan pada MK 2012). Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok, dengan tiga ulangan. Setiap genotipe ditanam pada petak berukuran 4 m x 4 m (10 baris sepanjang 4 m), dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun. Data dianalisis dengan program MSTAC, dan dilakukan pula analisis interaksi genotipe x lingkungan, stabilitas dan adaptabilitas yang mengacu pada Eberhart dan Russell (1966). Analisis biplot menggunakan program AMMI. Pengaruh interaksi genotipe x lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (linier) yang nyata terhadap hasil berperan penting dalam menentukan stabilitas hasil. Lokasi memberikan sumbangan keragaman terbesar (71,7%), disusul oleh interaksi genotipe x lingkungan (25,1%). Hasil rata-rata kacang hijau di delapan lokasi berkisar antara 1,25-2,15 t/ha, dan hasil rata-rata genotipe berkisar antara 1,59-1,80 t/ha biji

kering, dengan potensi hasil mencapai 2,44 t/ha. Terdapat genotipe-genotipe yang stabil dan memiliki hasil tinggi, yaitu G12 dan G17. Genotipe-genotipe yang beradaptasi khusus atau spesifik di antaranya adalah G5 dan G6 yang memiliki kesesuaian tumbuh di lokasi yang subur. Genotipe G4 beradaptasi baik di lingkungan suboptimal. Semua genotipe yang dikategorikan stabil berdasarkan AMMI juga stabil berdasarkan teknik regresi.

Kata kunci: Kacang hijau, interaksi genotipe x lingkungan, hasil, stabilitas.

Penanaman kacang hijau di lahan sawah biasanya dilakukan setelah padi pada musim kemarau II (Juni-Agustus). Konsekuensi budi daya kacang hijau pada musim kemarau adalah cekaman kekeringan akibat ketersediaan air yang terbatas dan rentan terhadap serangan hama dan penyakit, terutama hama thrips dan penyakit embun tepung. Pada lahan kering, kacang hijau biasanya ditanam sesudah padi gogo atau jagung pada musim kemarau I (Maret-Mei).

Keragaan tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan serta interaksi keduanya. Lingkungan dapat didefinisikan sebagai gabungan semua peubah bukan genetik yang mempengaruhi ekspresi genotipik, termasuk lokasi, musim, dan pengelolaan tanaman. Keragaan tanaman atau hasil yang tidak konsisten terhadap perubahan lingkungan merupakan indikasi adanya interaksi genotipe x lingkungan. Adanya pengaruh interaksi genotipe dan lingkungan terhadap hasil menyarankan dua cara pendekatan, yaitu stratifikasi lingkungan menjadi beberapa lingkungan yang lebih homogen, dan pengembangan varietas yang stabil. Pendekatan pertama secara praktis didekati dengan mengembangkan varietas yang beradaptasi khusus pada lingkungan tersebut. Apabila lokasi merupakan suatu lingkungan spesifik (lingkungan marginal seperti kekeringan, pH rendah, naungan, genangan, kawasan pantai, salinitas dan lain-lain) maka genotipe dengan keragaan terbaik pada lokasi tersebut diseleksi sebagai genotipe yang memiliki adaptasi spesifik terhadap lingkungan marginal. Pendekatan kedua adalah dengan mengembangkan varietas kacang hijau yang beradaptasi luas.

Genotipe dengan keragaan relatif terbaik pada semua lokasi dapat diseleksi sebagai genotipe yang berpenampilan stabil. Genotipe stabil adalah genotipe yang memiliki peringkat sama pada berbagai kondisi lingkungan dan tidak memberikan respons terhadap perlakuan (stabil statis atau stabilitas biologis). Varietas stabil dinamis atau stabilitas agronomis adalah varietas yang memberikan respons terhadap kondisi lingkungan paralel dengan rata-rata respons seluruh genotipe yang diuji (Kang 2002 dalam Sumertajaya 2005). Genotipe spesifik adalah genotipe yang hanya memberikan respons yang baik terhadap kondisi lingkungan tertentu yang dalam interaksi biplot AMMI model 2 adalah genotipe yang berada paling dekat dengan lengah kurva (Sumertajaya 2005).

Berbagai cara telah digunakan untuk menilai interaksi genotipe dan lingkungan dan stabilitas hasil suatu genotipe dalam rentang lingkungan yang luas, diantaranya adalah teknik regresi yang mengacu pada Finlay dan Wilkinson (1963) serta Eberhart Russell (1966) berdasarkan koefisien dan simpangan regresi. Pada metode ini, model regresi adalah deskriptif linier. Penilaian dengan teknik regresi diantaranya dilakukan oleh Acikgoz *et al.* (2009) pada tanaman kapri, Arshad *et al.* (2003) pada kacang arab, Kasno *et al.* (2007) pada kacang tanah, dan Sholihin (2011) pada ubi kayu. Cara lain adalah menggunakan AMMI (*Additive Main Effect and Multiplicative Interaction*) atau pengaruh utama aditif dengan interaksi multiplikatif (Gauch 1992). Analisis AMMI merupakan gabungan dari sidik ragam pada pengaruh aditif dengan analisis komponen utama pada pengaruh multiplikatif, dan efektif menjelaskan interaksi genotipe dan lingkungan. Pengaruh multiplikatif diperoleh dari penguraian interaksi genotipe dengan lingkungan menjadi komponen utama interaksi (KUI), dan interpretasinya menggunakan biplot-AMMI sebagaimana yang dilakukan oleh Sujiprihati *et al.* (2006), Nusifera dan Karuniawan (2008), Ganefianti *et al.* (2009), Das *et al.* (2010), dan Sadeghi *et al.* (2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi genotipe dan lingkungan (GEI), stabilitas, dan adaptabilitas hasil biji beberapa genotipe kacang hijau di beberapa lokasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di tiga lokasi pada MK 2011 (Ngawi, Demak, dan Probolinggo) dan lima lokasi pada MK 2012 (Ngawi, Demak, Probolinggo, Gresik, dan Lamongan). Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah 19 genotipe kacang hijau. Setiap genotipe ditanam pada

petak berukuran 4 m x 4 m (10 baris, sepanjang 4 m), dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun. Pertanaman dipupuk dengan 50 kg urea, 100 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha pada saat tanam. Pengairan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Pengendalian penyakit layu dan bercak daun dilakukan dengan menyemprotkan fungisida berbahan aktif kaptan, hexakonazol, dan triadimefon, sedangkan pengendalian hama menggunakan insektisida berbahan aktif metomil, lamda sihalotrin, dan imidakloprid secara bergantian 2 ml/l. Penyemprotan dilakukan 3-7 hari sekali dengan volume semprot 400 l/ha pada fase vegetatif dan 500 l/ha pada fase generatif. Penyiangan dilakukan pada saat tanaman berumur 15 dan 25 hari setelah tanam (HST). Panen dilakukan setelah seluruh polong masak sempurna.

Model linier dari rancangan faktorial RAK adalah sebagai berikut:

$$y_{glr} = \mu + \alpha_g + \beta_l + \gamma_{gl} + \theta_{r|l} + \epsilon_{glr}, \dots\dots\dots(1)$$

$$g = 1, 2, \dots, a; l = 1, 2, \dots, b, r = 1, 2, \dots, n$$

- y_{glr} : nilai pengamatan genotipe ke-g, pada lingkungan ke-l dan ulangan ke-r
- μ : nilai rata-rata umum
- α_g : pengaruh utama genotipe ke-g
- β_l : pengaruh utama lingkungan ke-l
- γ_{gl} : pengaruh interaksi genotipe ke-g dengan lingkungan ke-l
- $\theta_{r|l}$: pengaruh kelompok ke-r tersarang dalam lingkungan ke-l
- ϵ_{glr} : pengaruh acak pada genotipe ke-g, lingkungan ke-l dan ulangan ke-r

Tabel 1. Deskripsi delapan lokasi uji adaptasi genotipe kacang hijau, MT 2011-2012.

| Lokasi | Musim | Keterangan |
|-------------|------------|--|
| Probolinggo | MK 1, 2011 | Lahan sawah dengan pengairan, 3 x panen |
| Ngawi | MK 2, 2011 | Lahan sawah dengan pengairan, 2 x panen |
| Demak | MK 2, 2011 | Lahan sawah tanpa pengairan, 1 x panen |
| Probolinggo | MK 1, 2012 | Lahan sawah dengan pengairan, 2 kali panen |
| Demak | MK 2, 2012 | Lahan sawah tanpa pengairan, 1 x panen |
| Ngawi | MK 2, 2012 | Lahan sawah dengan pengairan, 2 x panen |
| Gresik | MK 2, 2012 | Lahan sawah dengan pengairan, 3 x panen |
| Lamongan | MK 2, 2012 | Lahan sawah tanpa pengairan, 1 x panen |

Analisis ragam gabungan digunakan untuk menguji nyata tidaknya pengaruh genotipe dan lingkungan serta interaksinya. Genotipe dan lingkungan yang diteliti merupakan faktor tetap dengan asumsi $\sum \alpha_g = 0$; $\sum \beta_l = 0$; $\sum \gamma_{gl} = 0$; $\sum \epsilon_{glt} = 0$; dan galat percobaan menyebar saling bebas mengikuti sebaran normal dengan ragam homogen ($\epsilon_{ger} \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$).

Data dianalisis menggunakan program MSTAC. Selain itu dilakukan pula analisis interaksi genotipe x lingkungan, stabilitas dan adaptabilitas mengacu pada Eberhart dan Russell (1966), dan analisis biplot menggunakan program AMMI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tergabung untuk delapan lingkungan (lokasi) pengujian dari 19 genotipe kacang hijau memperlihatkan seluruh pengaruh utama (genotipe dan lingkungan) dan interaksi genotipe dan lingkungan untuk hasil polong nyata pada batas peluang 1%. Dari hasil analisis ragam tersebut tersirat adanya perbedaan hasil genotipe kacang hijau dibandingkan dengan varietas VIMA 1 dan Kutilang. Lokasi atau lingkungan memberikan sumbangan keragaman terbesar (71,7%), disusul oleh interaksi genotipe dan lingkungan (25,1%). Genotipe memberikan sumbangan terhadap keragaman hasil terkecil (3,2%) (Tabel 2). Dengan demikian potensi hasil galur kacang hijau bergantung pada kondisi lingkungan/lokasi dan jenis galur yang ditanam. Dengan kata lain, galur kacang hijau yang tumbuh baik pada suatu lokasi belum tentu baik bila ditanam pada lokasi lain, atau peringkat keunggulan varietas berubah dari lokasi ke lokasi (Tabel 3). Adanya interaksi genotipe dan lingkungan tumbuh kacang hijau

juga dilaporkan oleh Sembiring *et al.* (2002), Arshad *et al.* (2003), Anwari dan Iswanto (2004), Iswanto dan Anwari *et al.* (2007), Ullah *et al.* (2008), Choukan (2010), Thangavel *et al.* (2011), dan Asfaw *et al.* (2012).

Keragaan genotipe kacang hijau beragam antarlokasi akibat perbedaan ketersediaan air, serangan hama terutama Thrips dan *Maruca*, penyakit terutama embun tepung dan layu akibat tular tanah, dan faktor lain seperti tanaman roboh yang menyebabkan hasil berbeda antarlokasi dan antarwaktu (Tabel 3). Hasil rata-rata kacang hijau di delapan lokasi berkisar antara 1,25-2,15 t/ha. Pada daerah-daerah tertentu seperti di Demak dan Gresik, kacang hijau biasa ditanam setelah panen padi dan tidak dilakukan pengairan, hanya memanfaatkan sisa kelengasan tanah yang ada, dan biasanya kacang hijau dipanen sekali. Meskipun demikian, pertumbuhan kacang hijau dapat optimal bila tidak terjadi serangan

Tabel 2. Sidik ragam gabungan delapan lokasi dan AMMI untuk hasil kacang hijau. MT 2011-2012.

| Sumber keragaman | db | Kuadrat tengah | Kontribusi keragaman (%) | Uji F |
|-----------------------|------|----------------|--------------------------|----------|
| Lingkungan (L) | | | 71,71 | |
| Lokasi (l) | 7 | 5,371 | 60,10 | 11,836** |
| Ulangan dalam lokasi | 16 | 0,454 | 11,61 | |
| Genotipe (G) | 18 | 0,110 | 3,16 | 4,146** |
| Interaksi GxL | | | 25,12 | |
| Interaksi gxl | 126 | 0,064 | 12,92 | 2,420** |
| KUI 1 | 24 | 0,125 | 37,06 | 2,55** |
| KUI 2 | 22 | 0,081 | 22,00 | 1,65* |
| KUI 3 | 20 | 0,082 | 20,22 | 1,67* |
| Sisa | 58 | 0,029 | | |
| Galat | 304 | 0,027 | 12,20 | |
| KK (%) | 9,63 | | | |

Db = derajat bebas, **nyata pada batas peluang 0,01.

Tabel 3. Deskripsi uji adaptasi genotipe kacang hijau di delapan lokasi, MT 2011-2012.

| Lokasi | Musim | Kisaran hasil (t/ha) | Hasil rata-rata (t/ha) | Keterangan |
|-------------|------------|----------------------|------------------------|--|
| Probolinggo | MK 1, 2011 | 1,90-2,31 | 2,15 | Ada irigasi, pertumbuhan tanaman optimal |
| Ngawi | MK 2, 2011 | 1,51-1,73 | 1,59 | Ada irigasi, umur 1 bulan terserang penyakit embun tepung, intensitas serangan umur 50 HST 26,9% |
| Demak | MK 2, 2011 | 0,97-1,54 | 1,25 | Tanpa irigasi, umur 1 bulan tanaman sempat tergenang 2 hari dan terserang penyakit embun tepung, intensitas serangan umur 50 HST 34,9% |
| Probolinggo | MK 1, 2012 | 1,75-2,44 | 1,98 | Tanaman sangat subur dan terjadi angin kencang yang mengakibatkan tanaman roboh |
| Demak | MK 2, 2012 | 1,11-1,85 | 1,51 | Tanpa irigasi, panen sekali, pada umur tanaman 40 hari terjadi serangan <i>Maruca</i> dan Thrips dengan intensitas rendah |
| Ngawi | MK 2, 2012 | 1,11-1,68 | 1,39 | Pada periode reproduktif umur 45 hari terjadi serangan hama Thrips dan <i>Maruca</i> dengan intensitas rendah-sedang |
| Gresik | MK 2, 2012 | 1,52-2,18 | 1,86 | Ada irigasi, panen tiga kali |
| Lamongan | MK 2, 2012 | 1,64-1,99 | 1,80 | Tanpa irigasi, panen sekali |

Tabel 4. Parameter stabilitas hasil beberapa genotipe kacang hijau.

| Kode genotipe | Pedigree | Rata-rata hasil (t/ha) | b_i | Sd^2_i | Keterangan |
|---------------|------------------|------------------------|-----------------------|----------|--------------|
| G1 | MMC 88d-Kp-3 | 1,59 | $1,23 \pm 0,224$ | 0,18** | Tidak stabil |
| G2 | MMC 120d-Kp-5 | 1,67 | $0,98 \pm 0,136$ | 0,04 | Stabil |
| G3 | MMC 152d-Kp-2 | 1,72 | $0,68 \pm 0,099^*$ | 0,02 | Tidak stabil |
| G4 | MMC 331d-Kp-3-4 | 1,78 | $0,81 \pm 0,167$ | 0,08 | Stabil |
| G5 | MMC 342d-Kp-3-3 | 1,78 | $1,28 \pm 0,317$ | 0,36** | Tidak stabil |
| G6 | MMC 342d-Kp-3-4 | 1,80 | $1,24 \pm 0,240$ | 0,19** | Tidak stabil |
| G7 | MMC 363d-Kp-2-4 | 1,68 | $1,16 \pm 0,124$ | 0,02 | Stabil |
| G8 | MMC 252-11e-Gt-3 | 1,60 | $1,26 \pm 0,087^*$ | -0,01 | Tidak stabil |
| G9 | MMC 261-12e-Jg-1 | 1,74 | $0,69 \pm 0,158^*$ | 0,07 | Stabil |
| G10 | MMC 307e-Gt-3 | 1,77 | $1,08 \pm 0,169$ | 0,07 | Stabil |
| G11 | MMC 75d-Kp-2 | 1,67 | $0,89 \pm 0,128$ | 0,04 | Stabil |
| G12 | MMC 258-2d-Jg-2 | 1,71 | $1,02 \pm 0,110$ | 0,01 | Stabil |
| G13 | KUTILANG | 1,73 | $0,96 \pm 0,131$ | 0,03 | Stabil |
| G14 | VIMA 1 | 1,64 | $1,08 \pm 0,214$ | 0,15** | Tidak stabil |
| G15 | MMC 261-12e-Jg-2 | 1,59 | $1,42 \pm 0,095^{**}$ | -0,01 | Tidak stabil |
| G16 | MMC 374-2d-Mn-2 | 1,66 | $0,84 \pm 0,165$ | 0,08 | Stabil |
| G17 | MMC 71d-Kp-2 | 1,74 | $0,93 \pm 0,127$ | 0,03 | Stabil |
| G18 | MMC 74d-Kp-1 | 1,60 | $1,03 \pm 0,172$ | 0,09 | Stabil |
| G19 | MMC 87d-Kp-5 | 1,69 | $0,88 \pm 0,186$ | 0,11 | Stabil |
| Rata-rata | | 1,69 | $1,02 \pm 0,161$ | 0,08 | |

** nyata pada batas peluang 0,01.

hama dan penyakit seperti di Gresik pada tahun 2012. Di Demak, hasil kacang hijau lebih rendah karena tertular penyakit embun tepung pada tahun 2011, dan serangan hama Thrips serta *Maruca* pada tahun 2012. Pada daerah yang memiliki sarana pengairan, kacang hijau biasanya dipanen lebih dari satu kali karena setelah panen pertama masih terjadi pembungaan dan pertumbuhan tanaman masih memungkinkan seperti yang terjadi di Probolinggo, Ngawi, dan Gresik.

Adanya pengaruh interaksi genotipe x lingkungan terhadap hasil dapat menimbulkan masalah, terutama pada saat memutuskan galur yang akan diusulkan untuk dilepas sebagai varietas baru, dan galur yang perlu diteruskan atau tidak perlu diteruskan pada pengujian lebih lanjut. Oleh karenanya, kurang cermatan dalam analisis interaksi genotipe x lingkungan dapat menimbulkan tersingkirnya galur-galur unggul dalam proses seleksi, dan mengusulkan galur yang belum tentu unggul sebagai varietas baru.

Pengaruh interaksi genotipe x lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (linier) nyata terhadap hasil menunjukkan bahwa interaksi genotipe x lingkungan secara keseluruhan adalah linier dengan indeks lingkungan dan berkorelasi erat. Dengan menggunakan teknik regresi berdasarkan koefisien dan simpangan regresi, dari 19 genotipe yang diuji terdapat 12 genotipe yang tergolong stabil dan tujuh genotipe tidak stabil (Tabel 4). Koefisien regresi (regresi b_i pada

e_i) yang dihitung oleh Perkins dan Jinks (1968) dan dipadu dengan nilai tengah digunakan untuk menjelaskan adaptasi genotipe terhadap lingkungan. Dikemukakan bahwa koefisien regresi (b) yang mendekati atau sama dengan 1,0 menunjukkan stabilitas rata-rata. Jika suatu varietas memiliki stabilitas rata-rata dan hasil rata-ratanya tinggi, maka varietas tersebut memiliki adaptasi umum yang baik. Sebaliknya, varietas yang memiliki stabilitas rata-rata tetapi hasil rata-ratanya rendah, maka varietas tersebut memiliki adaptasi yang buruk di semua lingkungan. Koefisien regresi (b) yang meningkat di atas 1,0 menunjukkan stabilitas di bawah rata-rata. Varietas demikian peka terhadap perubahan lingkungan dan beradaptasi khusus di lingkungan produktif. Koefisien regresi (b) yang semakin kecil di bawah 1,0 menunjukkan stabilitas di atas rata-rata. Varietas demikian beradaptasi khusus di lingkungan marginal.

Terdapat sembilan genotipe yang hasilnya di atas rata-rata varietas pembanding (1,69 t/ha), dan enam genotipe diantaranya memiliki hasil lebih tinggi dari varietas pembanding tertinggi Kutilang (1,73 t/ha). Genotipe G10, G17, dan G12 memiliki hasil di atas rata-rata, koefisien regresi tidak berbeda dengan 1, dan simpangan regresi tidak berbeda dengan nol. Hal ini menunjukkan galur-galur tersebut memiliki stabilitas rata-rata dan beradaptasi pada semua lingkungan. Genotipe G5 dan G6 memiliki hasil di atas rata-rata,

dengan koefisien regresi di atas 1 dan simpangan regresi yang nyata. Hal ini menunjukkan galur-galur tersebut memiliki stabilitas di bawah rata-rata, dan beradaptasi pada lingkungan yang produktif/optimal. Galur demikian peka terhadap perubahan lingkungan dan memberikan hasil yang baik pada lingkungan yang kondusif. Genotipe G3, G4, dan G9 memiliki hasil di atas rata-rata dengan koefisien regresi di bawah 1 dan simpangan regresi tidak berbeda dengan nol. Hal ini menunjukkan ketiga genotipe tersebut memiliki stabilitas di atas rata-rata dan beradaptasi pada lingkungan suboptimal (Tabel 5 dan 6).

Dilaporkan oleh Trustinah *et al.* (2012) bahwa dari dua lokasi yang tertular penyakit embun tepung dengan intensitas sedang hingga tinggi (Ngawi dan Demak), galur G9 (MMC 261-12e-Jg-1) dan G12 (MMC 258-2d-Jg-2) tergolong agak tahan terhadap penyakit embun tepung. Indiati dan Sumartini (2012) melaporkan bahwa galur G6 (MMC 342d-KP-3-4) dan G5 (MMC 342d-KP-3-3) cenderung tahan terhadap hama thrip pada fase generatif.

Berdasarkan sidik ragam model AMMI, sumber keragaman interaksi genotipe x lingkungan dapat dipisahkan menjadi beberapa komponen, yaitu KUI-1, KUI-2, dan KUI-3, masing-masing memiliki kontribusi 37,1%, 22,0%, dan 20,2 %. Dari Biplot AMMI 1 terlihat bahwa pengaruh utama sama jika titik genotipe dan lingkungan terletak pada satu garis yang sejajar dengan sumbu tegak. Pengaruh interaksi sama jika titik genotipe

dan lingkungan terletak pada garis sejajar sumbu datar. Semakin ke kanan suatu titik, maka rata-ratanya semakin besar. Genotipe G8 dan G18 sejajar dengan sumbu tegak, artinya memberikan pengaruh yang sama terhadap hasil di setiap lingkungan, masing-masing 1,60 t/ha. Akan tetapi, interaksinya terhadap hasil lingkungan berbeda. Lokasi yang memiliki rata-rata terbesar adalah lokasi 1 (lokasi optimal) sedangkan yang paling rendah adalah lokasi 3 (sempat terjadi genangan dan penularan penyakit embun tepung). Genotipe yang memiliki rata-rata terbesar adalah G6, dan yang terendah adalah G1, G15, dan G18 (Gambar 1).

Genotipe-genotipe yang interaksinya rendah terhadap lingkungan menunjukkan nilai KUI-1 yang mendekati nol. Demikian juga lingkungan yang mempunyai nilai KUI-1 mendekati nol menunjukkan interaksi yang rendah terhadap genotipe. Genotipe yang memiliki faktor interaksi rendah adalah G12 dan untuk lokasi adalah L2.

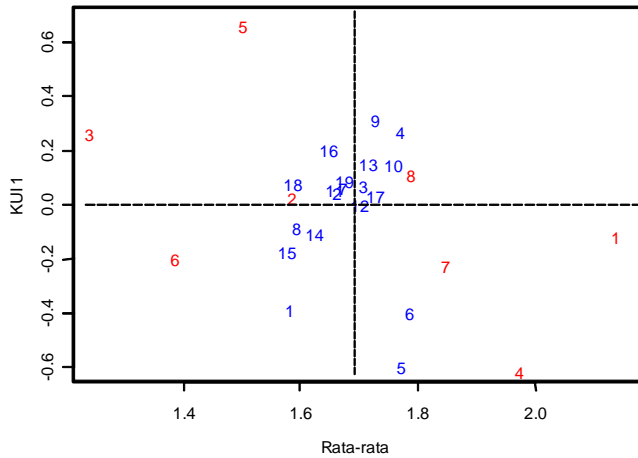
Pengaruh interaksi genotipe x lingkungan digambarkan melalui Biplot AMMI-2. Jika suatu genotipe dan lingkungan jaraknya berdekatan berarti genotipe tersebut dapat tumbuh dengan baik di lingkungan terkait. Kesesuaian tempat tumbuh juga dapat diinterpretasikan dari besarnya sudut yang dibentuk oleh garis genotipe dan lingkungan, yaitu menginformasikan adanya korelasi antara genotipe dan lingkungan. Semakin kecil sudut yang terbentuk semakin besar

Tabel 5. Hasil, stabilitas, dan adaptabilitas hasil beberapa genotipe kacang hijau.

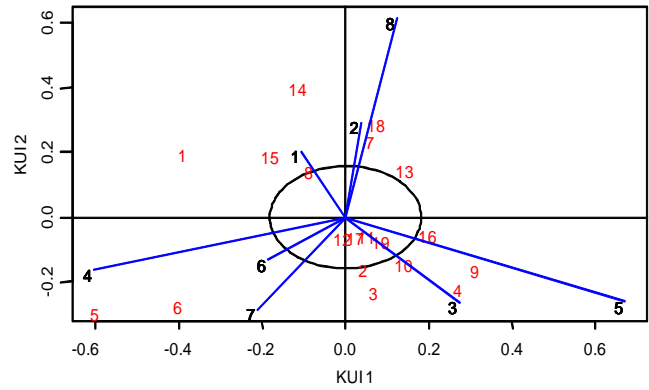
| Kode genotipe | Pedigree | Rata-rata hasil (t/ha) | b_i | Sd^2_i | Stabilitas | Adaptabilitas |
|---------------|------------------|------------------------|--------|----------|------------|------------------------|
| G10 | MMC 307e-Gt-3 | 1,77 | 1,08 | 0,07 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G17 | MMC 71d-Kp-2 | 1,74 | 0,93 | 0,03 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G13 | KUTILANG | 1,73 | 0,96 | 0,03 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G12 | MMC 258-2d-Jg-2 | 1,71 | 1,02 | 0,01 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G4 | MMC 331d-Kp-3-4 | 1,78 | 0,81 | 0,08 | rata-rata | Lingkungan sub optimal |
| G9 | MMC 261-12e-Jg-1 | 1,74 | 0,69* | 0,07 | di atas | Lingkungan sub optimal |
| G3 | MMC 152d-Kp-2 | 1,72 | 0,68* | 0,02 | di atas | Lingkungan sub optimal |
| G6 | MMC 342d-Kp-3-4 | 1,80 | 1,24 | 0,19** | di bawah | Lingkungan optimal |
| G5 | MMC 342d-Kp-3-3 | 1,78 | 1,28 | 0,36** | di bawah | Lingkungan optimal |
| G2 | MMC 120d-Kp-5 | 1,67 | 0,98 | 0,04 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G14 | VIMA 1 | 1,64 | 1,08 | 0,15** | rata-rata | Semua lingkungan |
| G18 | MMC 74d-Kp-1 | 1,60 | 1,03 | 0,09 | rata-rata | Semua lingkungan |
| G19 | MMC 87d-Kp-5 | 1,69 | 0,88 | 0,11 | rata-rata | Lingkungan sub optimal |
| G11 | MMC 75d-Kp-2 | 1,67 | 0,89 | 0,04 | rata-rata | Lingkungan sub optimal |
| G16 | MMC 374-2d-Mn-2 | 1,66 | 0,84 | 0,08 | rata-rata | Lingkungan sub optimal |
| G7 | MMC 363d-Kp-2-4 | 1,68 | 1,16 | 0,02 | di bawah | Lingkungan optimal |
| G8 | MMC 252-11e-Gt-3 | 1,60 | 1,26* | -0,01 | di bawah | Lingkungan optimal |
| G15 | MMC 261-12e-Jg-2 | 1,59 | 1,42** | -0,01 | di bawah | Lingkungan optimal |
| G1 | MMC 88d-Kp-3 | 1,59 | 1,23 | 0,18** | di bawah | Lingkungan optimal |
| Rata-rata | | 1,69 | 1,02 | 0,08 | | |

* nyata pada batas peluang 0,05.

**nyata pada batas peluang 0,01.



Gambar 1. Biplot AMMI-1 vs rata-rata.



Gambar 2. Biplot AMMI-2 untuk hasil.

korelasi yang terjadi di antara genotipe dan lingkungan dan sebaliknya. Kestabilan genotipe diuji dengan pendekatan selang kepercayaan sebaran normal ganda yang berbentuk elips pada skor KUI-nya. Jika koordinat suatu genotipe semakin dekat dengan pusat koordinatnya berarti genotipe tersebut semakin stabil terhadap perubahan lingkungan. Genotipe-genotipe yang diklasifikasikan stabil adalah yang berada dalam selang kepercayaan ganda 95% pada titik pusat, dan genotipe-genotipe yang spesifik lokasi adalah yang berada dalam selang kepercayaan 95% pada masing-masing lokasi terluar (Mindra Jaya 2009).

Pada Gambar 2 terlihat genotipe yang stabil adalah G11, G12, G17, dan G19. Dari keempat genotipe tersebut hanya G12 dan G17 yang memiliki hasil di atas rata-rata. Genotipe G10 berada di luar selang kepercayaan ganda 95% pada titik pusat dan lebih sesuai di lokasi 3. Genotipe G8 memiliki jarak yang dekat dengan lokasi 1, artinya mampu beradaptasi dengan baik di lokasi 1, genotipe G4 beradaptasi baik di lokasi 3, genotipe G7 dan G18 beradaptasi baik di lokasi 2. Genotipe G5 dan G6 memiliki kesesuaian tempat tumbuh di lokasi 4, 6, atau 7, yaitu lokasi-lokasi yang memiliki pengairan. Genotipe G9 dan G16 beradaptasi baik di lokasi 5, dan genotipe G3 beradaptasi baik di lokasi 3.

Berdasarkan teknik regresi, 12 genotipe termasuk stabil (63,2% dari total genotipe yang diuji), dan enam genotipe memiliki hasil di atas rata-rata dan di atas varietas pembanding tertinggi Kutilang. Dengan menggunakan AMMI hanya diperoleh empat genotipe yang stabil (21,1%). Keempat genotipe tersebut juga stabil berdasarkan teknik regresi, dua diantaranya adalah G2 dan G17 yang memiliki hasil di atas rata-rata. Penilaian stabilitas dengan membandingkan teknik regresi dan

AMMI juga dilakukan oleh Sholihin (2011) pada ubi kayu. Nilai rasio jumlah genotipe yang stabil terhadap total genotipe yang diuji adalah 0,47 dan 0,67 masing-masing untuk analisis stabilitas berdasarkan model AMMI dan teknik regresi menurut Eberhart dan Russel (1966). Makin kecil total rasio suatu metode berarti makin sensitif metode tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

1. Terdapat interaksi genotipe dengan lingkungan untuk hasil kacang hijau. Lokasi memberikan sumbangan keragaman terbesar (71,7%), disusul oleh interaksi genotipe dan lingkungan (25,1%).
2. Genotipe yang diuji menunjukkan hasil yang beragam di setiap lokasi. Terdapat genotipe-genotipe yang stabil dan memiliki hasil tinggi, yaitu G12 dan G17. Genotipe-genotipe yang beradaptasi khusus atau spesifik di antaranya adalah G5 dan G6 yang memiliki kesesuaian tumbuh di lokasi yang memiliki pengairan, genotipe G4 beradaptasi baik di lokasi marginal.

Saran

Genotipe-genotipe yang memiliki potensi hasil tinggi dan stabil atau memiliki adaptasi khusus dapat diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada saudara Ir. M. Anwari, MS. dan saudara Hadi Purnomo, SP. yang telah banyak membantu penyediaan materi dan terlaksananya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Acikgoz, E., A. Ustun, I. Gul, E. Anlarsal, A.S. Tekeli, I. Nizam, R. Avcioglu, H. Geren, S. Cakmakci, B. Aydinoglu, C. Yucel, M. Avci, Z. Acar, I. Ayan, A. Uzun, U. Bilgili, M. Sincik, and M. Yavuz. 2009. Genotype x environment interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in pea (*Pisum sativum* L.). Spanish J. of Agric. Res. 7(1):96-106.
- Anwari, M., dan R. Iswanto. 2004. Stabilitas hasil galur harapan kacang hijau. Hal.214-219. *Dalam*: Makarim A.K. dkk. Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balitkabi, Malang.
- Anwari, M., R. Iswanto, dan R. Suhendi. 2007. Varietas kacang hijau tahan penyakit embun tepung. p.107-117. *Dalam*: D. Harnowo, A.A. Rahmiana, Suharsono, M.M Adie, F. Rozi, Subandi, dan A.K. Makarim. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian mendukung kemandirian Pangan. Balitkabi, Malang.
- Arshad, M., A. Bakhsh, A.M. Haqqani, and M. Bashir. 2003. Genotype-environment interaction for grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pak. J. Bot., 35(2):181-186.
- Asfaw, A., F. Gurum, F. Alemayehu, dan Y. Rezene. 2012. Analysis of multi-environment grain yield trials in mungbean *Vigna radiata* (L.) Wilczek based on GGE biplot in Southern Ethiopia. J. Ag. Sci. Tech. Vol.14:389-398.
- Choukan, R. 2010. Genotype, environment and genotype x environment interaction effect on the performance of maize (*Zea mays* L.) inbred lines. Crop Breed. J. 1(2):97-103.
- Das, S., R.C. Misra, M.C. Patnaik, and S.R. Das. 2010. GxE interaction, adaptability and yield stability of mid-early rice genotypes. Indian J. Agric. Res. 44(2):104-111.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci.6: 36-40.
- Finlay, W.K. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. Aust. J. Agr. Res. 14:742-754.
- Ganefianti, D.W., D. Suryati, dan Hasannudin. 2009. Analisis stabilitas hasil enam genotype cabai menggunakan Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). Akta Agrosika 12(2):147-154.
- Gauch, H.G. 1992. Statistical analysis of regional yield trial. Elsevier Sci. Pub. Amsterdam, Netherlands. 278p.
- Indiati, S.R. dan Sumartini. 2012. Teknologi pengendalian hama dan penyakit utama kacang hijau secara hayati dan kimiawi. Laporan Akhir Balitkabi Tahun 2011.
- Iswanto, R. dan M. Anwari. 2007. Interaksi genotype dengan lingkungan terhadap hasil beberapa galur harapan kacang hijau. p.97-106 *dalam*: D. Harnowo, A.A. Rahmiana, Suharsono, M.M. Adie, F. Rozi, Subandi, dan A.K. Makarim (eds.). Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian mendukung kemandirian Pangan. Balitkabi, Malang.
- Kasno, A., Trustinah, J. Purnomo, B. Suwarsono. 2007. Interaksi genotype dengan lingkungan dan implikasinya dalam pemilihan galur harapan kacang tanah. J. Pen. Pert. Tan. Pangan 26(3): 167-173.
- Mindra Jaya, IGN. 2009. Analisis interaksi genotype x lingkungan menggunakan model persamaan struktural. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB. p.112.
- Nusifera, S. dan A. Karuniawan. 2008. Analisis stabilitas hasil ubi 27 genotype bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) di Jatinangor Jawa Barat berdasarkan modek AMMI. Bul. Plasma Nutfah 14(1):19-25.
- Perkins, J.E. and J.L. Jinks. 1968. Environmental and genotype x environmental component of variability III. Multiple line and crosses. Heredity 23:339-356.
- Sadeghi, S.M., H. Samizadeh, E. Amiri, and M. Ashouri. 2011. Additive main effect and multiplicative interaction (AMMI) analysis of dry leaf yield in tobacco hybrids across environment. African J. of Biotech.10(21):4358-4364.
- Sembiring, H, M. Zairin, dan A. Hipi. 2002. Penampilan galur harapan kacang hijau dan potensi pengembangannya di Nusa Tenggara Barat. p. 148-154. *Dalam*: Tastra I K, dkk. (eds.). Peningkatan Produktivitas, Kualitas, Efisiensi dan Sistem Produksi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. Balitkabi, Malang.
- Sholihin. 2011. Stabilitas klon-klon harapan ubikayu berdasarkan hasil pati. J. Agrivigor. 10(3):309-318.
- Sujiprihati, S., M. Syukur, dan R. Yuniarti. 2006. Analisis stabilitas hasil tujuh populasi jagung manis menggunakan metode Additive Main Effect Multiplicative Interaction (AMMI). Bul. Agron. 34(2):93-97.
- Sumertajaya, I.M. 2005. Kajian pengaruh inter blok dan interaksi pada uji multilokasi ganda dan respon ganda. (Disertasi, FPS IPB). (tidak dipublikasi)
- Thangavel, P., A. Anandan, and R. Eswara. 2011. AMMI analysis to comprehend genotype-by-environment (GxE) interaction in rainfed grown mungbean (*Vigna radiata* L.).
- Trustinah, R. Iswanto, dan Sumartini. 2012. Hasil kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) pada berbagai intensitas penyakit embun tepung. Prosiding Seminar Unsoed.
- Ullah, H., I.H. Khalil, I.A. Khalil, and G.S.H. Khattak. 2011. Performance of mungbean genotypes evaluated in multi-environmental trial using GGE biplot method. Atlas J. of Biotechnology 1(1):1-8.