

## HASIL DAN STABILITAS HASIL BIJI KEDELAI {*Glycine max* (L.) Merr.} GALUR HARAPAN DI LAHAN SAWAH\* [Yield and Yield Stability of Soybean {*Glycine max* (L.) Merr.} Promising Lines]

Ayda Krisnawati✉, M Muchlish Adie dan GWA Susanto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian-Kementerian Pertanian  
Jln Raya Kendalpayak Km 8, PO Box 66 Malang; email: my\_ayda@yahoo.com

### ABSTRACT

Soybean {*Glycine max* (L.) Merr.} varieties with consistently high yield productivity across environments are expected to maintain its production level per area. The objectives of this experiment are to determine the magnitude of  $G \times E$  interaction and to identify the stability of eight soybean promising lines across locations. Materials consists of eight soybean promising lines (G100H/SHRW-60-38, SHRW-60/G100H-73, SHRW-60/G100H-68, SHRW-60/G100H-66, G100H/SHRW-34, SHRW-60/G100H-5, SHRW-60/G100H-70 and SHRW-60/G100H-75) and two check varieties (Kaba and Wilis). The experiments were done in 16 locations (Lampung Tengah, Yogyakarta, Ngawi, Mojokerto, Pasuruan, Malang, Banyuwangi and Lombok Barat, two locations each) during the period of 2009 to 2011. A randomized completely block design with four replicates was used in each location. AMMI analysis (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) was applied to assess the yield stability of those 10 genotypes, and then interpreted in biplot graphic of seed yield for principal components 1 (IPCA1) with the principal component 2 (IPCA2). Seed yield of the 10 soybean lines ranged from 2.63-3.02 t/ha, with 2.81 t/ha in average. The highest yield was obtained by G6 (SHRW-60/G100H-5), whereas G3 (SHRW-60/G100H-68) had the lowest seed yield. The combined analysis showed that lines, locations, and the interaction of lines and locations ( $G \times L$ ) were significantly different for seed yield. The first four Interaction Principal Component Axes (IPCA1, IPCA2, IPCA3 and IPCA4) were significant and accounted for 85.1% of the total GEI. Lines of G100H/SHRW-60-38 (G1), SHRW-60/G100H-66 (G4) and SHRW-60/G100H-5 (G6) were stable and high yielding, and therefore they are proposed to be released as new varieties. The results of this study also suggested that Kaba and Willis were used as specific-check varieties, due to its site-specific adaptability.

**Key words:** Soybean {*Glycine max* (L.) Merr.},  $G \times E$  interaction, yield stability

### ABSTRAK

Kedelai {*Glycine max* (L.) Merr.} yang memiliki produktivitas hasil konsisten tinggi di berbagai lingkungan diharapkan mampu mempertahankan tingkat produksi kedelai per satuan luas. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan ( $G \times L$ ) dan menilai stabilitas galur-galur harapan kedelai di berbagai lingkungan. Bahan penelitian adalah delapan galur harapan kedelai (G100H/SHRW-60-38; SHRW-60/G100H-73; SHRW-60/G100H-68; SHRW-60/G100H-66; G100H/SHRW-34; SHRW-60/G100H-5; SHRW-60/G100H-70; dan SHRW-60/G100H-75) dan dua varietas pembandingan (Kaba dan Wilis). Penelitian dilakukan tahun 2009-2011 di 16 lokasi (Lampung Tengah, Yogyakarta, Ngawi, Mojokerto, Pasuruan, Malang, Banyuwangi dan Lombok Barat, masing-masing dua lokasi). Penelitian di setiap lokasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok, diulang empat kali. Hasil biji galur-galur kedelai dianalisis menggunakan model AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Kurva biplot antara komponen utama 1 (IPCA1) dengan komponen utama 2 (IPCA2) digunakan untuk menilai stabilitas hasil. Kisaran hasil biji 10 galur adalah 2,63 t/ha hingga 3,02 t/ha, dengan rata-rata hasil biji 2,81 t/ha. Hasil biji tertinggi ditemukan pada galur G6 (SHRW-60/G100H-5), dan terendah pada galur G3 (SHRW-60/G100H-68). Hasil analisis gabung memperlihatkan bahwa lokasi, galur, dan interaksi galur dengan lokasi ( $G \times L$ ) berbeda sangat nyata untuk hasil biji. Penguraian interaksi  $G \times L$  menggunakan metode AMMI menyatakan bahwa komponen utama IPCA1, IPCA2, IPCA3 dan IPCA4 adalah nyata dan berkontribusi sebesar 85,1% terhadap jumlah kuadrat total dari interaksi  $G \times L$ . Galur dinyatakan stabil apabila koordinatnya disekitar atau pada pusat kurva. Galur G100H/SHRW-60-38 (G1), galur SHRW-60/G100H-66 (G4) dan galur SHRW-60/G100H-5 (G6) teridentifikasi sebagai galur yang stabil dan sekaligus berdaya hasil tinggi sehingga dapat diusulkan untuk dilepas sebagai varietas unggul baru. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa varietas pembandingan Kaba (G9) maupun Wilis (G10) sesuai digunakan sebagai varietas pembandingan spesifik, dikarenakan berkategori beradaptasi spesifik lokasi.

**Kata kunci:** Kedelai {*Glycine max* (L.) Merr.}, interaksi  $G \times L$ , stabilitas hasil.

### PENDAHULUAN

Salah satu tujuan utama pemuliaan tanaman kedelai {*Glycine max* (L.) Merr.} di Indonesia adalah peningkatan hasil per satuan luas. Produksi kedelai pada tahun 2011 adalah sebesar 851.286 ton, dengan luas panen 622.254 ha, serta rata-rata produktivitas nasional kedelai sebesar 1,36 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2012). Budidaya kedelai di Indonesia

menghadapi tantangan berupa lingkungan tumbuh beragam yang menimbulkan adanya interaksi antara galur dengan lingkungan, sehingga terjadinya interaksi menimbulkan kesulitan dalam pemilihan galur unggul. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, antara lain dengan analisis regresi dan analisis model AMMI.

Interaksi galur  $\times$  lingkungan didefinisikan

Yang dan Baker (1991) sebagai perbedaan yang tidak tetap antara galur-galur yang ditanam dalam satu lingkungan dengan lingkungan yang lain. Menurut Crossa (1990), interaksi galur  $\times$  lingkungan terjadi jika tanggap galur-galur tidak paralel pada berbagai lingkungan, berarti peringkat galur yang ditanam dalam satu lingkungan berubah di lingkungan yang lain, sehingga menyulitkan pengambilan kesimpulan secara sah jika suatu percobaan varietas/galur dalam kisaran lingkungan yang luas (Nasrullah, 1981). Oleh karena itu, kajian tentang interaksi galur dan lingkungan dinilai penting dalam menyeleksi galur-galur unggul dan berpenampilan baik pada berbagai lingkungan (Hadi dan Sa'diyah, 2004). Dalam kaitan inilah stabilitas hasil dan adaptabilitas galur memiliki relevansinya.

Adaptabilitas adalah kemampuan tanaman untuk menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan pertumbuhannya, sedangkan stabilitas didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk mempertahankan potensi hasil terhadap perubahan kondisi lingkungan (Becker dan Léon, 1988; Lin *et al.*, 1986). Adaptabilitas dan stabilitas hasil suatu tanaman pada satu daerah akan berbeda dengan daerah lain tergantung pada kondisi lingkungannya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menduga adaptabilitas dan stabilitas fenotipik adalah melalui pengujian berulang pada berbagai lingkungan tumbuh yang bervariasi (Singh dan Chaudhary, 1979). Adanya perbedaan hasil galur-galur yang ditanam di berbagai kondisi lingkungan bervariasi merupakan indikator adanya interaksi galur  $\times$  lingkungan (Fehr 1987; Kearsey dan Pooni, 1996).

Berdasarkan tanggapan galur terhadap lingkungan, Soemartono dan Nasrullah (1988) mengelompokkan menjadi dua yaitu kelompok galur yang menunjukkan kemampuan adaptasi pada lingkungan luas berarti interaksi galur  $\times$  lingkungan kecil, dan kelompok galur yang menunjukkan kemampuan adaptasinya sempit atau beradaptasi secara khusus dan berkeragaan baik pada suatu lingkungan tetapi berkeragaan buruk pada lingkungan yang berbeda, berarti interaksi galur  $\times$

lingkungan besar.

Dampak langsung dari interaksi galur  $\times$  lingkungan adalah rendahnya stabilitas hasil suatu galur. Padahal, varietas yang memperlihatkan konsistensi hasil menjadi pilihan petani, (Tarakanovas dan Ruzgas, 2006). Oleh karena itu, pemuliaan untuk tujuan mendapatkan galur kedelai yang memiliki kemampuan adaptasi luas yang diikuti oleh kriteria kemampuan memiliki stabilitas hasil yang tinggi menjadi target penting para pemulia.

Aplikasi AMMI untuk mengkaji pengaruh GEI pada kedelai sudah banyak dilakukan. Oliviera *et al.* (2003) mengkaji 18 galur di 11 lokasi, dan berhasil mengidentifikasi galur L-16, L-13 and L-14 sebagai galur stabil, sehingga direkomendasikan sebagai galur harapan unggul. Rocha *et al.* (2009) mengevaluasi 27 galur kedelai di tiga lokasi selama empat tahun, dan menyebutkan bahwa galur USP 93-5082 and USP 93-5243 sebagai galur yang adaptif dan stabil. Di Indonesia, Arsyad dan Nur (2006) menggunakan model AMMI untuk mengidentifikasi stabilitas hasil kedelai di lahan masam, dan menyebutkan bahwa galur D3623-22, W3465-27-2 (Ratai), dan K3911-66 (Tanggamus) tergolong stabil. Selain itu, Krisnawati dan Adie (2009) juga menggunakan model AMMI untuk analisis data hasil kedelai yang menghasilkan galur Shr.W.60/IAC.100-39-5-48-19 sebagai galur yang stabil (beradaptasi luas), sedangkan sebelas galur lainnya tergolong tidak stabil (beradaptasi spesifik lokasi).

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan ( $G \times L$ ) dan menilai stabilitas galur-galur harapan kedelai di berbagai lokasi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Pertanian

Penelitian dilaksanakan tahun 2009 hingga 2011 menggunakan delapan galur harapan kedelai (G100H/SHRW-60-3, SHRW-60/G100H-73, SHRW-60/G100H-68, SHRW-60/G100H-66, G100H/SHRW-34, SHRW-60/G100H-5, SHRW-60/G100H-70 dan SHRW-60/G 100 H-75), dan dua varietas,

Kaba dan Wilis sebagai pembanding berkriteria ukuran biji sedang dan berdaya hasil tinggi.

### Penelitian lapangan

Lokasi penelitian adalah di 16 sentra produksi kedelai di Indonesia, yaitu di Lampung Tengah, Yogyakarta, Ngawi, Mojokerto, Pasuruan, Malang, Banyuwangi dan Lombok Barat; masing-masing dua lokasi. Informasi karakteristik lokasi tersaji pada Tabel 1. Penelitian dilakukan pada lahan sawah bekas tanaman padi, dan tanpa dilakukan pengolahan tanah. Sebelum tanam dilakukan pengendalian gulma dengan menggunakan herbisida. Untuk mempertahankan kelembaban tanah yang ideal bagi pertumbuhan tanaman kedelai, dibuat saluran drainase antar perlakuan. Penutupan lubang tanam menggunakan pupuk kandang atau abu hasil pembakaran jerami, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal.

Rancangan percobaan yang digunakan di setiap lokasi penelitian adalah rancangan acak kelompok dengan 10 perlakuan dan empat ulangan. Ukuran petak 2,8 m x 4,5 m, jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman per rumpun. Pemupukan dengan 50 kg Urea, 100 kg SP36 dan 75 kg KCl per ha diberikan secara sebar merata sebelum tanam. Pengendalian gulma dilakukan pada umur 2 dan 4 minggu setelah tanam. Peubah yang diamati adalah

umur berbunga; umur masak; tinggi tanaman; jumlah buku/tanaman; jumlah cabang/tanaman; jumlah polong isi; jumlah polong hampa; bobot 100 biji; dan hasil biji.

### Analisis data

Untuk mengetahui stabilitas hasil biji galur kedelai yang diuji dilakukan analisis model AMMI menggunakan program SAS yang ditulis oleh Hernandez dan Crossa (2000).

Model analisis varians adalah:

$$Y_{ijr} = \mu + g_i + e_j + ge_{ij} + \varepsilon_{ijr}$$

Model AMMI adalah:

$$Y_{ijr} = \mu + g_i + e_j + \sum_{k=1}^t \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \varepsilon_{ijr}$$

$Y_{ijr}$  merupakan hasil biji galur ke- $i$  pada ulangan ke- $r$ , pada lingkungan ke- $j$ ,  $\mu$  adalah rata-rata umum,  $g_i$  adalah efek galur,  $e_j$  adalah efek lingkungan,  $\lambda_k$  adalah nilai singular,  $\alpha_{ik}$  adalah nilai singular vektor galur,  $\gamma_{jk}$  adalah nilai singular vektor lingkungan, dan  $\varepsilon_{ijr}$  adalah residu error.

**Tabel 1.** Karakteristik lokasi uji adaptasi 16 galur kedelai pada 2009-2011.

| No | Kode galur | Lokasi pengujian | Jenis tanah             | Jenis lahan | Tipe iklim | Ketinggian (mdpl) |
|----|------------|------------------|-------------------------|-------------|------------|-------------------|
| 1  | L1         | Lampung          | Podsolik Merah          | Sawah       | B          | 50                |
| 2  | L2         | Lampung          | Podsolik Merah          | Sawah       | B          | 50                |
| 3  | L3         | Sleman           | Regosol Kelabu          | Sawah       | C3         | 86                |
| 4  | L4         | Sleman           | Regosol Kelabu          | Sawah       | C3         | 86                |
| 5  | L5         | Ngawi            | Grumusol                | Sawah       | C3         | 50                |
| 6  | L6         | Ngawi            | Grumusol                | Sawah       | C3         | 50                |
| 7  | L7         | Mojokerto        | Grumusol Kelabu         | Sawah       | C3         | 72                |
| 8  | L8         | Mojokerto        | Grumusol Kelabu         | Sawah       | C3         | 72                |
| 9  | L9         | Malang           | Alluvial                | Sawah       | C3         | 450               |
| 10 | L10        | Malang           | Alluvial                | Tegal       | C3         | 355               |
| 11 | L11        | Pasuruan         | Mediteran Coklat        | Sawah       | E          | 124               |
| 12 | L12        | Pasuruan         | Mediteran Coklat        | Sawah       | E          | 124               |
| 13 | L13        | Banyuwangi       | Asosiasi Latosol Coklat | Sawah       | D2         | 168               |
| 14 | L14        | Banyuwangi       | Asosiasi Latosol Coklat | Sawah       | D2         | 168               |
| 15 | L15        | Lombok Barat     | Regosol Kelabu          | Sawah       | C3         | 24                |
| 16 | L16        | Lombok Barat     | Regosol Kelabu          | Sawah       | C3         | 24                |

### Biplot AMMI

Adaptabilitas dan stabilitas galur-galur kedelai dapat diketahui melalui grafik biplot. Suatu biplot tersusun oleh skor galur dan skor lingkungan dari dua komponen interaksi pertama (IPCA1 dan IPCA2) (Vargas dan Crossa, 2000). Skor IPCA suatu galur menentukan kestabilan atau adaptabilitasnya terhadap lingkungan (Gauch dan Zobel, 1996). Semakin besar skor IPCA maka suatu galur akan cenderung beradaptasi spesifik lokasi (Admassu *et al.*, 2008). Sedangkan skor IPCA yang mendekati nol menunjukkan suatu galur semakin stabil atau adaptif terhadap keseluruhan lingkungan pengujian (Sanni *et al.*, 2009).

Hasil analisis AMMI diinterpretasikan dalam bentuk grafik biplot antara komponen utama 1 (IPCA1) dengan komponen utama 2 (IPCA2). Grafik biplot hasil biji antara IPCA1 dan IPCA2 berfungsi untuk menjelaskan pola hubungan antar galur, antar lokasi dan antar galur dengan lokasi (Mattjik, 1998). Stabilitas galur ditentukan berdasarkan grafik biplot, di mana galur yang berada dekat dengan titik nol (0,0) dikategorikan stabil (Gauch *dalam* Sutjihno, 1996).

### HASIL

#### Pengaruh galur dan lingkungan terhadap hasil biji

Kisaran hasil biji pada 10 galur kedelai yang diuji (delapan galur harapan dan dua varietas pembandingan) di 16 lokasi adalah 2,63 t/ha hingga 3,02 t/ha, dengan rata-rata hasil biji 2,81 t/ha (Tabel 2). Hasil biji tertinggi ditemukan pada galur G6 (SHRW-60/G100H-5), dan terendah pada galur G3 (SHRW-60/G100H-68). Sebanyak empat galur memiliki hasil biji diatas rata-rata hasil biji seluruh galur, dimana tiga galur diantaranya berdaya hasil melebihi varietas pembandingan Kaba (2,86 t/ha) dan varietas Wilis (2,73 t/ha).

Pada penelitian ini, setiap galur mempunyai hasil biji yang berbeda pada lokasi yang berbeda. Galur G1 (G100H/SHRW-60-38) berdaya hasil tertinggi pada tiga lokasi; galur G2, G3, G4 dan G7 masing-masing berdaya hasil tertinggi pada satu lo-

kasi; galur G6 (SHRW-60/G100H-5) berdaya hasil tertinggi pada lima lokasi; dan galur G8 (SHRW-60/G 100 H-75) berdaya hasil tertinggi pada empat lokasi. Galur G6 (SHRW-60/G100H-5) memiliki hasil tertinggi pada lokasi yang paling produktif (Malang 2). Hasil biji kedelai di lokasi Sleman 2 memiliki rata-rata hasil paling rendah dibanding semua lokasi pengujian.

Sidik ragam gabungan dilakukan untuk menentukan pengaruh lingkungan (L), galur (G) dan interaksi galur  $\times$  lingkungan terhadap hasil biji kedelai (Tabel 3). Hasil sidik ragam gabungan memperlihatkan bahwa lokasi, galur dan interaksi galur  $\times$  lingkungan nyata; yang menunjukkan adanya perbedaan hasil biji antar 10 galur kedelai yang dikaji.

#### Stabilitas galur-galur kedelai diberbagai lokasi berdasarkan analisis model AMMI

Dari hasil sidik ragam model AMMI memperlihatkan bahwa 8,1% dari total jumlah kuadrat merupakan kontribusi dari faktor lingkungan, 10,3% merupakan pengaruh galur, dan 23,4% disebabkan oleh interaksi galur  $\times$  lingkungan (Tabel 4). Lingkungan, galur dan interaksi galur  $\times$  lingkungan berpengaruh nyata terhadap hasil biji kedelai.

Adanya interaksi galur  $\times$  lingkungan dapat diterangkan secara jelas melalui model AMMI, melalui penguraian matriks pengaruh interaksi yang menghasilkan enam komponen utama interaksi (IPCA) seperti tertera pada Tabel 4. Komponen utama interaksi yang nyata (diperoleh dengan metode *postdictive success*) menghasilkan empat komponen dengan nilai F yang dapat dilihat pada Tabel 4. Sebanyak 34,4% dari jumlah kuadrat interaksi dikontribusi oleh komponen IPCA1, sedangkan IPCA 2, IPCA 3, dan IPCA 4 memberikan kontribusi keragaman pengaruh interaksi berturut-turut sebanyak 21,6%, 18,10%, dan 11,0% dari jumlah kuadrat total interaksi. Keseluruhan komponen secara kumulatif menyumbang 85,1% dari jumlah kuadrat interaksi galur  $\times$  lingkungan.

Biplot hasil biji antara IPCA1 dan IPCA2 tersaji pada Gambar 1. Galur yang teridentifikasi sebagai galur yang stabil pada semua lokasi peng-

**Tabel 2.** Hasil biji delapan galur harapan dan dua varietas pembanding di 16 lokasi, 2009-2011.

| Kode galur | Galur harapan / varietas | Hasil (t/ha) di lokasi: |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | Rata-rata   |
|------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            |                          | 1                       | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | 16          |             |
| 1          | G100H /SHRW -60-38       | 2,75                    | 3,01        | 3,14        | 2,72        | 2,41        | 2,83        | 2,62        | 3,13        | <b>3,31</b> | 3,18        | <b>3,19</b> | 3,03        | <b>3,23</b> | 2,91        | 2,87        | 2,83        | <b>2,95</b> |
| 2          | SHRW -60/ G100H -73      | 2,78                    | 2,62        | 2,73        | 2,86        | 2,29        | 2,95        | 2,58        | 2,56        | 3,01        | 2,84        | 2,75        | 2,28        | 2,58        | 2,38        | <b>3,05</b> | 2,54        | 2,68        |
| 3          | SHRW -60/ G100H -68      | 2,42                    | 2,68        | 2,74        | 1,78        | 2,11        | 2,85        | <b>2,98</b> | 2,70        | 2,69        | 2,59        | 2,16        | 3,16        | 2,87        | 2,66        | 2,72        | 2,93        | 2,63        |
| 4          | SHRW -60/ G100H -66      | 2,69                    | <b>3,19</b> | 2,71        | 2,47        | 2,66        | 2,42        | 2,60        | 3,02        | 2,98        | 3,13        | 3,10        | 2,81        | 2,71        | 2,52        | 2,85        | 2,95        | 2,80        |
| 5          | G100H /SHRW -34          | 2,84                    | 3,02        | 3,11        | 2,47        | 2,61        | 2,88        | 2,58        | 2,78        | 3,09        | 3,37        | 2,97        | 3,39        | 2,63        | 2,43        | 2,52        | 2,60        | 2,83        |
| 6          | SHRW -60/ G100H -5       | 3,22                    | 2,99        | <b>3,23</b> | <b>3,01</b> | <b>3,08</b> | 2,86        | 2,62        | 3,12        | 3,06        | <b>3,48</b> | 3,02        | 3,07        | 2,81        | <b>2,96</b> | 3,03        | 2,75        | <b>3,02</b> |
| 7          | SHRW -60/ G100H -70      | 2,80                    | 3,03        | 2,73        | 2,12        | 2,61        | 2,71        | 2,60        | 2,80        | 2,82        | 2,86        | 2,42        | 2,20        | 2,71        | 2,52        | 2,27        | <b>3,11</b> | 2,64        |
| 8          | SHRW -60/ G100H -75      | <b>3,24</b>             | 2,81        | 3,22        | 2,77        | 2,93        | <b>2,99</b> | 2,54        | <b>3,17</b> | 3,14        | 2,94        | 3,08        | <b>3,42</b> | 2,73        | 2,86        | 2,86        | 2,37        | <b>2,94</b> |
| 9          | Kaba                     | 3,15                    | 2,89        | 2,68        | 2,79        | 2,98        | 2,57        | 2,65        | 2,60        | 3,15        | 3,12        | 3,00        | 3,20        | 2,60        | 2,80        | 2,90        | 2,66        | 2,86        |
| 10         | Wilis                    | 2,59                    | 3,10        | 2,52        | 2,54        | 2,73        | 2,39        | 2,56        | 2,97        | 3,03        | 3,15        | 3,03        | 3,00        | 2,42        | 2,71        | 2,60        | 2,42        | 2,73        |
|            | Rata-rata                | 2,85                    | 2,93        | 2,88        | 2,55        | 2,64        | 2,74        | 2,63        | 2,88        | 3,03        | 3,07        | 2,87        | 2,96        | 2,73        | 2,68        | 2,76        | 2,72        | 2,81        |

Keterangan: 1,2 = Lampung Tengah; 3,4 = Sleman; 5,6 = Ngawi; 7,8 = Mojokerto; 9,10 = Malang; 11,12 = Pasuruan dan 13,14 = Banyuwangi; 15,16 = Lombok Barat

**Tabel 3.** Sidik ragam gabungan hasil biji dari 10 galur harapan kedelai di 16 lokasi, 2009-2011.

| Sumber Keragaman | Derajat bebas | Jumlah kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | Peluang |
|------------------|---------------|----------------|----------------|----------|---------|
| Lokasi (L)       | 15            | 10,88          | 0,725          | 2,63 **  | 0,005   |
| Ulangan   L      | 48            | 13,25          | 0,276          |          |         |
| Galur (G)        | 9             | 13,78          | 1,531          | 10,27 ** | 0,000   |
| G x L            | 135           | 31,37          | 0,232          | 1,56**   | 0,000   |
| Galat            | 432           | 64,43          | 0,149          |          |         |
| Total            | 639           |                |                |          |         |
| KK (%)           |               |                | 13,70          |          |         |

KK = koefisien keragaman; \*\* = nyata  $p=0,01$

**Tabel 4.** Sidik ragam model AMMI untuk hasil biji dari 10 galur harapan kedelai di 16 lokasi, 2009-2011.

| SK         | dB  | JK      | KT     | F hitung | F tabel 1% | Kontribusi dari JK total | Kontribusi dari JK interaksi |
|------------|-----|---------|--------|----------|------------|--------------------------|------------------------------|
| Galur      | 9   | 13,81   | 1,53   | 10,29 ** |            | 10,30                    |                              |
| Lingkungan | 15  | 10,89   | 0,73   | 4,87 **  |            | 8,10                     |                              |
| G x L      | 135 | 31,33   | 0,23   | 1,56 **  |            | 23,40                    |                              |
| IPCA1      | 23  | 10,78   | 0,47   | 3,14     | 1,55 *     |                          | 34,40                        |
| IPCA2      | 21  | 6,78    | 0,32   | 2,16     | 1,58 *     |                          | 21,60                        |
| IPCA3      | 19  | 5,68    | 0,30   | 2,01     | 1,61 *     |                          | 18,10                        |
| IPCA4      | 17  | 3,44    | 0,20   | 1,36     | 1,69 *     |                          | 11,00                        |
| IPCA5      | 15  | 2,88    | 0,19   | 1,29     | 1,69 tn    |                          |                              |
| IPCA6      | 13  | 1,77    | 0,14   | 0,91     | 1,74 tn    |                          |                              |
| BLK(Lingk) | 48  | 13,2784 | 0,2766 | 1,8549   |            |                          |                              |
| Galat      | 432 | 64,4270 |        |          |            |                          |                              |
| TOTAL      | 639 | 133,74  |        |          |            |                          |                              |

\* = nyata pada  $p=0.05$ ; \*\* = nyata pada  $p = 0.01$ ; tn = tidak nyata

jian adalah galur G100H/SHRW-60-38 (G1), galur SHRW-60/G100H-66 (G4) dan galur SHRW-60/G100H-5 (G6), dengan skor IPCA yang mendekati nol. Meskipun tidak berdaya hasil tertinggi, namun galur G100H/SHRW-60-38 (G1) berdaya hasil melebihi varietas pembandingan Kaba dan Wilis. Sebanyak enam galur teridentifikasi beradaptasi spesifik lokasi. Galur G2 (SHRW-60/G100H-73) beradaptasi spesifik pada lokasi L15 (Lombok Barat). Galur G3 (SHRW-60/G100H-68) dan G5 (G100H/SHRW-34) sesuai dikembangkan pada lokasi L7 (Mojokerto). Demikian juga galur G8 (SHRW-60/G 100 H-75) beradaptasi spesifik lokasi, yaitu sesuai dibudidayakan pada lokasi L11 (Pasuruan). Galur 7 (SHRW-60/G100H-70) beradaptasi khas pada lokasi L16 (Lombok Barat).

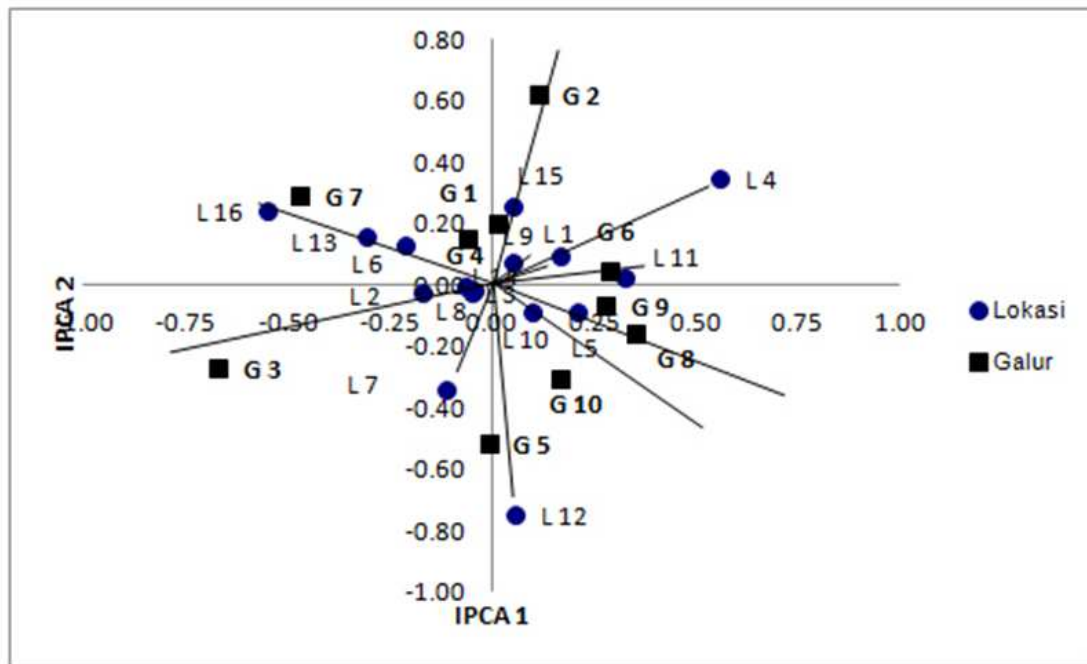
## PEMBAHASAN

Lingkungan berpengaruh terhadap hasil biji kedelai, ditunjukkan dengan terdapatnya perbedaan nyata hasil biji galur-galur kedelai akibat perbedaan lokasi tempat tumbuh dan interaksinya. Hal ini berarti juga bahwa hasil biji kedelai tidak stabil, atau dipengaruhi oleh lokasi. Indikasi terjadinya interaksi galur dan lingkungan adalah adanya perbedaan ranking hasil pada galur-galur kedelai di lintas lokasi. Pada penelitian ini, besarnya peran interaksi galur  $\times$  lingkungan adalah tiga kali peran galur terhadap hasil biji kedelai. Peranan interaksi galur  $\times$  lingkungan yang lebih besar dari peran galur juga dilaporkan oleh Suryati

dan Chozin (2007) pada hasil biji kedelai (peran interaksi galur  $\times$  lingkungan empat kali peran galur). Adanya peran interaksi G  $\times$  L yang lebih besar dari galur mengindikasikan terdapatnya perbedaan respon galur terhadap lingkungan (Kaya *et al.*, 2002; Tarakanovas dan Ruzgas, 2006).

Dari enam komponen utama interaksi (IPCA), hanya empat komponen utama interaksi yang nyata yang menyumbang 85,1% dari jumlah kuadrat interaksi galur  $\times$  lingkungan. Hal ini mengimplikasikan bahwa interaksi sepuluh galur kedelai di 16 lokasi dapat diprediksi oleh empat komponen utama, sesuai dengan kajian Sivapalan *et al.* (2000). Hasil ini juga sejalan dengan Van Oosterom *et al.* (1993), yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa lima komponen utama interaksi pertama memperlihatkan signifikansi. Namun, menurut Gauch dan Zobel (1996), keakuratan model AMMI cukup diprediksi menggunakan komponen IPCA 1 dan IPCA 2.

Berdasarkan biplot pada Gambar 1, klasifikasi stabilitas galur dapat dikelompokkan kedalam kelompok galur stabil dan galur spesifik lingkungan. Sebanyak dua galur tergolong stabil dan sisanya merupakan galur spesifik lokasi. Galur stabil merupakan galur yang memiliki daya adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan, atau galur yang memiliki peringkat relatif sama pada berbagai kondisi lingkungan. Galur spesifik lingkungan adalah galur yang hanya menunjukkan respon baik terhadap kondisi lingkungan tertentu.



**Gambar 1.** Biplot antara IPCA 1 dan IPCA 2 untuk 10 galur dan 16 lokasi

Mendasarkan pada lokasi pengujian, keseluruhan lokasi memiliki skor IPCA1 yang menjauhi titik nol, demikian pula untuk skor IPCA2. Hal ini mengindikasikan bahwa keseluruhan lokasi (lingkungan) berpotensi menyumbang interaksi GEI yang besar. Kesimpulan yang serupa juga dikemukakan oleh Sanni *et al.* (2009) dalam kajian interaksi GEI pada padi. Faktor-faktor lingkungan (faktor non-genetik) seperti lokasi, musim, tahun, curah hujan, jumlah curah hujan yang diterima di setiap musim, dan suhu, dapat berdampak positif atau negatif terhadap penampilan galur. Mather dan Jinks (1982), Mukai (1988), serta Wu dan O'Malley (1998) menyatakan bahwa variasi lingkungan terdiri atas dua jenis, yaitu (1) lingkungan yang tidak mudah diidentifikasi atau diprediksi (misalnya variasi curah hujan dari tahun ke tahun, kondisi kekeringan, tingkat kerusakan akibat serangga), dan (2) lingkungan yang dapat diidentifikasi atau diprediksi (misalnya jenis tanah, praktek budidaya, dan suhu). Lebih lanjut dikemukakan bahwa varians interaksi  $G \times L$  hanya dapat diestimasi untuk kondisi lingkungan yang dapat diprediksi.

Selain berfungsi untuk menjelaskan pola hubungan antar galur, antar lokasi dan antar galur dengan lokasi (Mattjik, 1998) dan menentukan stabilitas dan adaptabilitas galur yang diuji (Gauch dan Zobel, 1997), biplot AMMI juga dapat berfungsi untuk mengidentifikasi varietas pembanding yang sesuai untuk semua lokasi (*general check*) atau untuk spesifik lokasi (*specific check*) (Samonte *et al.*, 2005). Hal ini berkaitan dalam seleksi, dalam arti bahwa galur harapan akan dibandingkan dengan varietas pembanding dalam seleksi varietas kedelai berdaya hasil tinggi. Varietas Kaba beradaptasi baik pada lokasi L5 (Ngawi) dan L11 (Pasuruan), sedangkan varietas Wilis memiliki adaptasi spesifik pada lokasi L5 (Ngawi). Di lokasi Ngawi, kedelai ditanam pada lahan sawah, dengan jenis tanah Grumusol, tipe curah hujan C3 (hujan agak basah) pada ketinggian 50 m dpl. Sedangkan lokasi Pasuruan dicirikan dengan jenis tanah Mediteran Coklat, tipe curah hujan E (agak kering), pada ketinggian 124 m dpl. Hasil dari penelitian ini menyarankan bahwa varietas pembanding Kaba (G9) maupun Wilis (G10) digunakan sebagai varietas pembanding spesifik,

dikarenakan berkategori beradaptasi spesifik lokasi, yaitu varietas Kaba memiliki adaptasi spesifik pada lingkungan yang mirip dengan lokasi Ngawi dan Pasuruan, sedangkan varietas Wilis beradaptasi spesifik pada lingkungan yang mirip dengan lokasi Ngawi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Galur SHRW-60/G100H-5 yang memiliki rata-rata hasil paling tinggi (3,02 t/ha) dan berdaya hasil tertinggi di lima lokasi, teridentifikasi sebagai galur yang stabil. Galur G100H/SHRW-60-38 teridentifikasi sebagai galur yang stabil dengan daya hasil 2,95 t/ha, melebihi daya hasil varietas pembandingan Kaba dan Wilis. Galur SHRW-60/G100H-66 teridentifikasi sebagai galur yang stabil pada semua lokasi pengujian, berdaya hasil lebih rendah daripada varietas pembandingan Wilis, namun sepadan dengan hasil varietas pembandingan Kaba. Varietas pembandingan Kaba maupun Wilis disarankan sebagai varietas pembandingan spesifik, dikarenakan berkategori beradaptasi spesifik lokasi, dengan karakteristik lahan sawah dataran rendah, dengan jenis tanah Vertisol dan Mediteran Coklat, tipe curah hujan C3 (hujan agak basah) dan tipe E (agak kering).

## DAFTAR PUSTAKA

- Admassu S, M Nigussie and H Zelleke. 2008. Genotype-environment interaction and stability analysis for grain yield of maize (*Zea mays* L.) in Ethiopia. *Asian J. Plant Sci.* 7, 163-169
- Arsyad DM dan A Nur. 2006. Analisis AMMI untuk stabilitas hasil galur-galur kedelai di lahan kering masam. *Penelitian Pertanian* 25(2), 78-84.
- Becker HC and J Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101, 1- 23.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2012. Produksi padi, jagung, dan kedelai (angka tetap 2011 dan angka ramalan I 2012). Berita Resmi Statistik 43 (07): 1-10.
- Crossa J. 1990. Statistical analyses of multilocation trials. *Adv.Agron.* 44, 55-85.
- Fehr WR. 1987. *Principles of Cultivar Development Vol 1, Theory and Technique*. Macmillan Publishing Co. New York.
- Gauch Jr, HG and RW Zobel. 1996. AMMI analysis of yield trials, 85-122. In: MS Kang and HG Gauch, Jr. (Eds.). *Genotype-by-Environment Interaction*. CRC Press, Boca Raton. New York, United States of America.
- Gauch, H.G. and R.W. Zobel. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop. Sci.* 37, 311-326.
- Hadi AF dan H Sa'diyah. 2004. Model AMMI untuk analisis interaksi galur x lokasi. *Ilmu Dasar* 5(1), 33-41.
- Hernandez MV and J Crossa. 2000. *The AMMI Analysis and Graphing the Biplot*. CIMMYT. INT. Mexico.
- Kaya Y, Palta and S Taner. 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. *Turk J. Agric For.* 26, 275-279.
- Kearsey MJ and HS Pooni. 1996. *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. Chapman & Hall. London.
- Krisnawati dan MM Adie. 2009. Stabilitas dan hasil beberapa galur kedelai. *Penelitian Pertanian* 28(3), 170-175.
- Lin CS, MR Binns and LP Lefkovich. 1986. Stability parameters : where do we stand. *Crop Sci.* 26, 894-900.
- Mather K and JL Jinks. 1982. *Biometrical Genetics/ The Study of Continuous Variation*. Chapman and Hall, London, New York.
- Mattjik AA. 1998. Aplikasi analisis pengaruh utama aditif dengan interaksi ganda (UAIG) pada data simulasi. *Forum Statistik dan Komputasi* 3(1), 20-26.
- Mukai T. 1988. Genotype-environment interaction in relation to the maintenance of genetic variability in populations of *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Quantitative Genetics*, 21-31. (BS Weir, EJ Eisen, M M Goodman, and G Namkoong. (Editors).
- Nasrullah. 1981. A Modified procedure for indentifying varietal stability. *Agric. Sci.* 3(4), 153- 159.
- Oliviera de AB, JB Duarte and JB Pinheiro. 2003. Application of AMMI analysis in the assessment of yield stability in soybean. *Pesq. Agropec. Bras.* 38(3), 357-364.
- Rocha M, NA Vello, AC Lopes and MCC Maia. 2009. Yield stability of soybean lines using additive main effects and multiplicative interaction analysis - AMMI. *Crop Breeding and Applied Biotechnology. Brazilian Society of Plant Breeding*. [http://www.cababstractsplus.org/abstracts/ Abstract.aspx?AcNo=200531](http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=200531) (akses 9 Juni 2009).
- Samonte SOPB, LT Wilson, AM McClung and JC Medley. 2005. Targeting cultivar onto rice growing environment using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Sci.* 45, 2414-2424.
- Sanni KA, OJ Ariyo, DK Ojo, G Gregorio, EA Somado, I Sanchez, M Sie, K Futakuchi, SA Ogunbayo, RG Guei and MCS Wopereis. 2009. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of grain yield performances in rice genotypes across environments. *Asian J. of Plant Sci.* 8(1), 48-53.
- Singh RK and BD Chaudhary. 1979. *Biometrical Method in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publisher. New Delhi.
- Sivapalan S, L O'Brien, GO Ferrara, GL Hollamby, I Barclay and PJ Martin. 2000. An adaptation analysis of Australian and CIMMYT/ICARDA wheat germplasm in Australian production environments. *Aust. J. Agric. Res.* 51, 903-915.
- Soemartono dan Nasrullah. 1988. *Genetika Kuantitatif*. PAU-Bioteknologi. UGM.
- Suryati D dan M Chozin. 2007. Analisis stabilitas galur-galur harapan kedelai keturunan dari persilangan Malabar dan Kipas Putih. *Akta Agrosia Edisi Khusus* 2, 176-180.
- Sutjihno. 1996. Calculation of AMMI model using MSTAT program. *Penelitian Pertanian* 15, 38-42.
- Tarakanovas P and V Ruzgas. 2006. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research* 4(1), 91-98.
- Van Oosterom EJ, D Kleijn, S Ceccarelli and MM Nachit. 1993. Genotype-by-environment interactions of barley

- in the Mediterranean region. *Crop Sci.* **33**, 669-674.
- Vargas M and J Crossa. 2000.** *The AMMI analysis and graphing the biplot.* Biometrics and Statistics Unit, CIMMYT. [www.cimmyt.cgiar.org/biometrics](http://www.cimmyt.cgiar.org/biometrics) (akses tanggal 12 Maret 2010).
- Wu RL and DM O'Malley. 1998.** Nonlinear genotypic response to macro- and microenvironments. *Theor. and App. Gen.* **96**, 669-675.
- Yang RC and RJ Baker. 1991.** Genotype x Environment interactions in two wheat crosses. *Crop. Sci.* **31**, 63-87.