



**STABILITAS HASIL DAN KEMAMPUAN ADAPTASI
GALUR-GALUR PADI Fe TINGGI MENGGUNAKAN ANALISIS
AMMI (ADDITIVE MAIN EFFECT AND MULTIPLICATIVE INTERACTION)**

Siti Nurhasanah dan Suwanto
Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRAK

Identifikasi suatu varietas yang memiliki hasil tertinggi pada suatu lingkungan tertentu mendasarkan pada nilai genotipe dan interaksi genotipe x lingkungan sangat bermanfaat bagi pemulia dan petani. Estimasi hasil suatu varietas mendasarkan pada nilai genotipe dan lingkungan masih belum cukup. Tujuan penelitian adalah untuk menunjukkan kegunaan model analisis AMMI (additive main effect and multiplicative interaction) dalam identifikasi stabilitas hasil dan adaptabilitas suatu varietas. Data produksi tujuh galur padi Fe tinggi yang ditanam delapan kondisi lingkungan digunakan dalam analisis untuk mencapai tujuan penelitian. Hasil penelitian menunjukkan galur G2 merupakan genotipe ideal karena memiliki produksi gabah tertinggi dan memiliki stabilitas tertinggi, serta memiliki kemampuan adaptasi luas. Analisis model AMMI menggambarkan pola interaksi suatu genotipe dengan lingkungan, menggambarkan kesesuaian suatu genotipe dengan suatu lingkungan, nilai nominal hasil suatu genotipe pada suatu lingkungan, stabilitas suatu genotipe, adaptabilitas genotipe, dan pola hubungan lingkungan dengan genotipe.

Kata kunci: *genotipe, lingkungan, stabilitas, adaptabilitas, AMMI*

ABSTRACT

The identification of the highest yielding cultivar for a specific environment on the basis of both genotype (G) and genotype x environment (GE) interaction would be useful to breeders and producers since yield estimates based only on G and environment (E) effects are insufficient. The objective of this study was to demonstrate the usefulness of additive main effect and multiplicative interaction (AMMI) model analysis. Replicated grain yield data of seven rice cultivars from eight environments were obtained and used for this purpose. The results indicated that G2 line have high stability and broad adaptability. Through AMMI model analysis, the magnitude and significance of the effects of GE interaction and its interaction principal components relative to the effects of G and E were estimated. The stability and adaptability of specific cultivars were assessed by plotting their nominal grain yields at specific environments in an AMMI biplot, which aided in the identification of megaenvironments (environments with the same highest yielding cultivar). Appropriate check cultivars for all locations or for specific locations were identified.

Key words: *genotype, environment, stability, adaptability, AMMI*

PENDAHULUAN

Kekurangan pangan dan nutrisi mikro, terutama Fe, saat ini menjadi permasalahan besar, diderita oleh sekitar 40% penduduk miskin, terutama masyarakat miskin di pedesaan (Brooks, 2010). Lebih dari 2 milyar penduduk dunia, terutama wanita miskin, wanita hamil dan anak-anak menderita defisiensi Fe (Virk dan Barry, 2010). Di Indonesia, defisiensi Fe dialami oleh sekitar 45% penduduk, terutama penduduk miskin di pedesaan (Depertemen Kesehatan RI, 2004).



Menurut Welch (2003), defisiensi nutrisi mikro berdampak pada kesehatan dan sosial. Defisiensi nutrisi mikro pada bayi dan anak-anak, akan menghambat perkembangan mental dan kemampuan kognitif, yang akan berdampak buruk setelah dewasa, yaitu memiliki kemampuan intelektual rendah dan fisik yang lemah, tidak produktif serta mudah sakit (Rink, 2007). Pada tingkat negara, kerugian secara ekonomis akibat defisiensi nutrisi mikro mencapai 5% dari pendapatan kotor nasional (Meenakshi *et al.*, 2007).

Defisiensi Fe pada ibu hamil akan mengakibatkan berbagai dampak yang merugikan bagi anaknya. Bayi yang lahir akan memiliki bobot yang rendah, IQ turun 5% dan meningkatkan resiko kematian bayi. Defisiensi Fe pada wanita hamil, wanita menyusui, bayi dan anak-anak berdampak sangat besar pada mental, fisik dan perkembangan sosial (Nestel *et al.*, 2006).

Defisiensi Fe selama masa kanak-kanak dan remaja berdampak pada pertumbuhan fisik, mental dan kapasitas belajar. Pada orang dewasa, defisiensi Fe akan menurunkan kemampuan kerja fisik. Defisiensi Fe juga merupakan penyebab utama kematian ibu hamil waktu melahirkan (Bouis, 2002; Gregorio, 2002.). Wanita usia subur paling banyak mengalami defisiensi Fe, dengan gejala anemia 44% di negara-negara berkembang (Bouis, 2003; Gregorio, 2005). Lebih dari 50% wanita hamil dan lebih dari 40% wanita tidak hamil dan anak-anak usia prasekolah menderita anemia (Bouis, 2004).

Di Indonesia, anemia gizi yang disebabkan karena defisiensi Fe masih merupakan masalah gizi utama, terutama dialami oleh masyarakat di pedesaan. Hasil Survey Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) menunjukkan bahwa anemia pada ibu hamil sebesar 50,9%, pada wanita usia subur (15-44 th) sebesar 39,5%, pada remaja putri (10 – 14 th) sebesar 57,10% dan pada pekerja wanita sebesar 30 – 40% (Depertemen Kesehatan RI, 2004). Anemia merupakan faktor yang melatar belakangi kematian ibu melahirkan karena perdarahan. Angka Kematian Ibu (AKI) di Indonesia yang masih cukup tinggi, yaitu 390 per 100.000 kelahiran hidup, 40% disebabkan oleh perdarahan (Latief, 2000).

Biofortifikasi Fe pada tanaman padi yang dapat menghasilkan beras berkadar Fe tinggi merupakan jawaban yang sangat tepat untuk mengatasi defisiensi Fe penyebab anemia yang banyak terjadi di masyarakat pedesaan, karena beras merupakan bahan makanan pokok, sehingga mudah diterapkan masyarakat, murah, sangat dekat dengan sasaran dan berkelanjutan (King, 2002; Graham dan Welch, 2004). Menurut Graham *et al.* (2006), di negara yang menggunakan beras sebagai bahan makanan pokok, upaya yang murah, mudah dan berkelanjutan untuk mengatasi defisiensi Fe adalah mengembangkan varietas padi yang dapat menghasilkan beras berkadar Fe tinggi. Varietas padi unggul baru hasil biofortifikasi Fe akan menghasilkan beras yang memiliki kandungan Fe tinggi (>20 ppm). Saat ini, beras yang dihasilkan dari varietas padi unggul yang secara luas banyak ditanam petani hampir seluruhnya miskin nutrisi mikro (Virk dan Barry, 2010).

Permasalahannya adalah saat ini di Indonesia belum ada varietas padi yang dapat menghasilkan beras berkadar Fe tinggi (>20 ppm). Beras yang ada saat ini baru memiliki kandungan Fe rendah (<10 ppm). Pemanfaatan sumber daya lokal yang tersedia di pedesaan (lahan, pupuk organik, sumberdaya manusia) untuk mengembangkan varietas padi hasil Biofortifikasi yang memiliki Fe beras tinggi diharapkan akan mampu mengatasi defisiensi Fe penyebab anemia yang banyak dialami masyarakat di pedesaan.

Tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan data karakter agronomik dan karakter produksi 7 galur murni Fe beras tinggi
2. Mendapatkan galur murni unggul yang memiliki produksi lebih tinggi dibanding varietas pembanding, stabil dan memiliki kualitas fisik beras tinggi

METODE ANALISIS

Penelitian ini merupakan bagian dari payung penelitian tentang topik "Perakitan Teknologi Biofortifikasi Fe Untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Gizi Beras". Road map penelitian " Perakitan Teknologi Biofortifikasi Fe Untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Gizi Beras". Bahan penelitian meliputi 7 galur padi fungsional Fe tinggi (Fe beras > 20 ppm)



hasil biofortifikasi Fe, hasil pengembangan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Unsoed.

Penelitian lapang dilaksanakan bulan Maret – Juli 2012 di lahan sawah milik petani, sedangkan penelitian laboratorium dilaksanakan bulan Agustus 2012 di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Unsoed dan di Laboratorium Pangan dan Gizi, PAU UGM.

Faktor yang dicoba adalah galur murni dan kondisi lingkungan. Galur murni yang dicoba ada tujuh, yaitu Unsoed G2 (G1), Unsoed G7 (G2), Unsoed G27 (G3), Unsoed G30 (G4), Unsoed G31 (G5), Unsoed G37 (G6), dan Unsoed G38 (G7). Kondisi lingkungan ada delapan, yaitu Lokasi 1 dengan 4 dosis pupuk P0 (E1), P1 (E2), P2 (E3) dan P3 (E4) dan Lokasi 2 dengan 4 dosis pupuk P0 (E5), P1 (E6), P2 (E7) dan P3 (E8). Rancangan lapangan menggunakan rancangan acak kelompok, tiga kali ulangan. Karakter yang diamati meliputi sifat-sifat agronomik, produksi dan kandungan Fe dalam beras.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan Penelitian

Secara umum penelitian berjalan lancar. Kendala yang dihadapi antara lain serangan hama tikus di lokasi Kutasari pada fase pertumbuhan vegetatif umur 30 – 45 hari setelah tanam. Kendala serangan hama tikus dapat diatasi dengan pembuatan pagar plastik setinggi 60 cm, sehingga tidak mengganggu penelitian. Kondisi lokasi sebagian tempat penelitian bervariasi (Tabel 1).

2. Karakter Agronomik Galur-Galur Murni Fe beras Tinggi

Tujuh galur murni Fe beras tinggi yang diuji memiliki karakter agronomik yang berbeda. Hasil pengamatan karakter agronomik dan karakter produksi tujuh galur murni Fe tinggi, yaitu Unsoed G2 (G1), Unsoed G7 (G2), Unsoed G27 (G3), Unsoed G30 (G4), Unsoed G31 (G5), Unsoed G37 (G6), dan Unsoed G38 (G7) dibanding dua varietas pembanding (INPARI-13 dan Cigelis) tercantum pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 1. Jenis tanah, tinggi tempat, irigasi serta rerata suhu tanah dan penyinaran pada empat lokasi penelitian

	Jatilawang	Kutasari
Jenis Tanah	Inceptisol	Inceptisol
Tinggi tempat	60 m dpl	150 dpl
Suhu tanah	24,8	22,6
Irigasi	Teknis	setengah teknis, lancar
Drainase	Lancar	Lancar
Penyinaran	06.00 – 17.00 wib	07.00 – 17.00 wib

Tabel 2. Karakter Agronomik Genotip Tujuh Galur Murni Fe Tinggi (Lokasi Kutasari)

Genotipe	Jumlah gabah total / malai	Gabah isi / malai (%)	Jumlah anakan produktif	Potensi Produksi (t/ha)
G 2 (G1)	280	82,90	11	14,784 *
G 7 (G2)	229	82,26	7	10,992
G 27 (G3)	260	82,68	8	11,232 *
G 30 (G4)	223	88,38	10	10,704
G 31 (G5)	216	90,75	11	11,405 *
G 37 (G6)	208	77,16	14	13,978 *
G 38 (G7)	263	83,93	9	11,362 *
INPARI-13	258	90,55	11	10,050
Cigelis	238	89,35	10	9,240

Keterangan : Angka yang diikuti oleh tanda bintang (*) menunjukkan lebih tinggi dibanding varietas pembanding (Inpari 13 dan Cigelis)



Pada Tabel 2, 3 dan 4 menunjukkan bahwa galur G2, G27, G31, G37 dan G38 menunjukkan produksi yang lebih tinggi dibanding varietas pembanding yaitu INPARI 13 dan Cigelis. Pada karakter agronomik yang lain, Galur G2, G30, G31 dan G37 memiliki jumlah anakan produktif yang sama dengan varietas pembanding, sedangkan galur G7, G27 dan G38 memiliki jumlah anakan produktif yang lebih sedikit dibanding varietas pembanding. Hal yang sama juga terjadi pada karakter jumlah gabah per malai dan jumlah gabah hampa.

Tabel 3. Karakter Agronomik Genotip Tujuh Galur Murni Fe Tinggi (Lokasi Jatilawang)

Genotipe	Jumlah gabah total / malai	Gabah isi / malai (%)	Jumlah anakan produktif	Potensi Produksi (t/ ha)
G 2 (G1)	300	80.30	12	13,230 *
G 7 (G2)	236	86.34	9	9,560
G 27 (G3)	282	83.35	10	10,240 *
G 30 (G4)	225	90.20	12	10,020
G 31 (G5)	210	93.40	13	11,106 *
G 37 (G6)	212	79.20	16	12,950 *
G 38 (G7)	286	88.43	11	11,362 *
INPARI-13	258	90,55	11	9,240
Cigelis	238	89,35	10	9,050

Keterangan : Angka yang diikuti oleh tanda bintang (*) menunjukkan lebih tinggi dibanding varietas pembanding (Inpari 13 dan Cigelis)

Pada lokasi penelitian di Jatilawang (Tabel 3 dan 4) menunjukkan produksi dan karakter agronomik galur-galur yang diuji memiliki pola yang hampir sama dengan lokasi penelitian di Kutasari (Tabel 2). Produksi galur G2, G27, G31, G37 dan G38 menunjukkan produksi yang lebih tinggi dibanding varietas pembanding yaitu INPARI 13 dan Cigelis. Pada karakter agronomik yang lain, Galur G2, G30, G31 dan G37 memiliki jumlah anakan produktif yang sama dengan varietas pembanding, sedangkan galur G7, G27 dan G38 memiliki jumlah anakan produktif yang lebih sedikit dibanding varietas pembanding. Hal yang sama juga terjadi pada karakter jumlah gabah per malai dan jumlah gabah hampa.

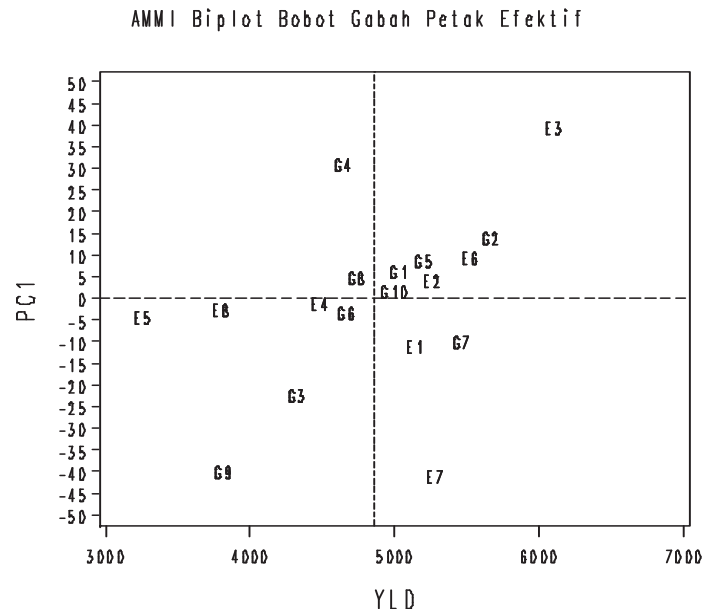
Tabel 4. Umur panen, produksi (gabah kering panen) dan kadar Fe beras putih tujuh galur Fe beras tinggi

Galur	L1 (Kutasari)			L2 (Jatilawang)		
	Umr Pnn	Prod(t/ha)	Fe (ppm)	Umr Pnn	Prod(t/ha)	Fe (ppm)
G 2 (G1)	110	14,784	20,77	111	13,230	12,20
G 7 (G2)	114	10,992	22,05	116	9,560	10,30
G 27 (G3)	110	11,232	22,98	114	10,240	11,50
G 30 (G4)	106	10,704	20,57	110	10,020	10,05
G 31 (G5)	106	11,405	20,76	110	11,106	9,25
G 37 (G6)	110	13,978	25,51	114	12,950	12,35
G 38 (G7)	105	11,362	19,97	110	11,362	11,60
INPARI-13	112	10,050	10,12	116	9,240	6,50
Cigelis	120	9,240	14,5	122	9,050	5,80



1. Stabilitas Produksi Galur-Galur Murni Fe Tinggi

Hasil analisis stabilitas produksi menggunakan metode AMMI menggambarkan stabilitas yang mengikuti perubahan kondisi lingkungan. Stabilitas dalam analisis metode AMMI sama dengan pengertian stabilitas Eberhart dan Russell ($b_i = 1$). Pada analisis metode AMMI, genotipe yang stabil apabila memiliki nilai $PC1 = 0$. Perbedaan antar genotipe berdasarkan arah dan nilai nya pada sumbu x (hasil) dan sumbu y ($PC1 =$ stabilitas) dapat teridentifikasi. Genotipe terbaik adalah genotipe yang memiliki produksi gabah tinggi dan stabil mengikuti perubahan kondisi lingkungan (Suwarta *et al.*, 2010; Suwarta and Nasrullah, 2011). Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa galur G2 dan G7 memiliki produksi gabah lebih tinggi dibanding galur yang lain. Galur G 2 paling stabil disbanding genotipe yang lain.



Gambar 1. Grafik AMMI1-biplot efek utama dan PC1 genotipe dan lingkungan produksi gabah

Pada berbagai kombinasi genotipe – lingkungan, bagian aditif (efek utama) pada model AMMI sama dengan rerata genotipe (G) ditambah rerata lingkungan (E) dikurangi rerata umum. Bagian multiplikatif (efek interaksi) adalah hasil perkalian nilai $PC1$ genotipe \times lingkungan (Zobel *et al.*, 1988). Data tersebut menunjukkan bahwa pendugaan hasil menggunakan model AMMI lebih akurat, karena lebih mendekati nilai riil pengamatan dibanding pendugaan menggunakan model ANOVA. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Samonte *et al.* (2005).

Analisis model AMMI menyajikan pendugaan dan nilai signifikansi efek interaksi GE dan interaksi PC relative terhadap efek G dan E. Penyajian hasil analisis AMMI dalam grafik AMMI-biplot dengan jelas menggambarkan pola interaksi suatu genotipe dengan lingkungan, kesesuaian suatu genotipe dengan suatu lingkungan, nilai nominal hasil suatu genotipe pada suatu lingkungan, stabilitas suatu genotipe, adaptabilitas genotipe, dan pola hubungan lingkungan dengan genotipe. Mengingat data hasil uji multilokasi sangat kompleks, maka metode analisis AMMI ini mudah dipahami dan memiliki akurasi yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Terdapat tiga galur murni padi berkadar Fe beras tinggi yang memiliki produksi selalu lebih tinggi dibanding galur yang lain dan varietas pembanding. Ketiga galur tersebut adalah G2, G7 dan G27.



2. Terdapat tiga galur yang memiliki kadar Fe beras selalu lebih tinggi dibanding galur yang lain dan varietas pembanding. Ketiga galur tersebut adalah G2, G7 dan G27.
3. Umur panen tujuh galur yang diuji, lebih genjah dibanding varietas pembanding
4. Genotipe Unsoed G-2 merupakan genotipe ideal karena memiliki produksi gabah tertinggi dan memiliki stabilitas tertinggi serta adaptabilitasnya luas
5. Analisis model AMMI menggambarkan pola interaksi suatu genotipe dengan lingkungan, menggambarkan kesesuaian suatu genotipe dengan suatu lingkungan, nilai nominal hasil suatu genotipe pada suatu lingkungan, stabilitas suatu genotipe, adaptabilitas genotipe, dan pola hubungan lingkungan dengan genotipe.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselenggaranya kegiatan Penelitian ini diucapkan terima kasih kepada Pimpinan Universitas dan Ketua LPPM Unsoed yang telah memberi dana kegiatan

DAFTAR PUSTAKA

- Bouis, H.E. 2002. Plant Breeding : A New tool for fighting micronutrient malnutrition. *J. Nutr.* 132 : 491S – 494S
- Bouis, H.E. 2003. Micronutrient fortification of plant through plant breeding : can it improve nutrition in man at low cost. *Proceeding of Nutrition Society*. Vol 062 (002).
- Bouis, H.E. 2004. The potential of biofortified of rice reducing micronutrient. In : *Proceeding of the 1st International conference on rice for the future*, 31 Agust – 3 September 2004. Kasetsart University, Bangkok. Thaolanf . P 43 – 63.
- Brooks, S. 2010. *Rice Biofortification : Lesson for global science and development*. Earthscan. 208 p.
- Departemen Kesehatan RI. 2004. *Pedoman penanggulangan gizi untuk remaja putri dan wanita usia subur*. Dirjen Pembinaan Kesehatan Masyarakat. Jakarta. 23 hal.
- Graham, R.D., Welch, R.M. and Bouis, H.E. 2001. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods : principle, perspectives and knowledge gaps. *Adv. Agron.* 70 : 77-142.
- Graham R.D., and Welch R.M. 2004. Breeding for staple-food crops with high micronutrient density. *Agricultural Strategies for Micronutrients Working Paper No. 3*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 1–72.
- Gregorio G.B. 2002. Progress in Breeding for Trace Element in Stapel Crops. *J. Nutr.* 132 : 500S – 502S.
- Gregorio G.B. 2005. Breeding for trace mineral density in rice. *Food and Nutrition Bulletin* 21, 382–386.
- King, J.C. 2002. Evaluating the impact of plant biofortification on human nutrition. *Symposium Plant Breeding, A new tool for fighting micronutrient malnutrition*. *J. Nutr.* 132 : 511S – 513S.
- Latief, D. 2000. Sambutan Kepala Direktorat Bina Gizi Masyarakat *dalam* Pedoman penanggulangan gizi untuk remaja putri dan wanita usia subur. Dirjen Pembinaan Kesehatan Masyarakat. Jakarta. 23 hal.
- Meenakshi, J.V., N. Johnson, V.M. Manyong and E. Meng. 2007. How cost-effective is biofortification in combanting micronutrient malnutrition ?. *An ex-ante assessment*. HarvestPlus Working Peper. No. 2. : 1-34.
- Nestel, P., H.E. Bouis, J.V. Meenakshi and W. Pfeiffer. 2006. Biofortification of staple food crops. *J. Nutr.* Vol 136 (4) : 1064 – 1067.



- Oikeh, S.O; A. Menkir; B Maziya-Dixon; R.M. Welch; R.P. Glahn dan G. Gauch Jr. 2004. Environmental stability of Iron and Zinc concentration in grain of elite early-maturing tropical maize genotypes grown under field condition. *Crop and Soils*. Vol 15 (2) : 245 - 256
- Rink, L. 2007. Zinc and the immune system. *Proceeding of the nutrition society*, Vol 59. : 541 - 552.
- Suwarto, Nasrullah, Taryono dan E. Sulistyaningsih. 2010. Pengaruh interaksi terhadap kandungan Fe biji padi. *BIOTA*, Vol 15 (2) : 281-289.
- Suwarto dan Nasrullah. 2011. Genotype x environment interaction for Iron concentration of rice in Central Java of Indonesia. *RICE SCIENCE*, vol 18 No. 1 : 21 - 28. ScienceDirect.
- Virk, P. and G. Barry. 2010. Biofortified rice, toward combating human micronutrient deficiencies. International Rice Research Institute. – Dapo. Philippines.
- Welch, R. M. 2003. Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. Rengel, Z. eds. *Mineral Nutrition of Crops: Fundamental Mechanisms and Implications 2003* : 205-226 Food Products Press New York, NY.