

MODEL AMMI PERCOBAAN LOKASI GANDA PEMUPUKAN N, P, K

Mohammad Masjkur¹ dan Niken Dyah Septiastuti
Departemen Statistika FMIPA-IPB

E-mail : ¹masjkur@gmail.com

Abstrak

Upaya untuk memacu produktivitas padi salah satunya dengan cara pemupukan. Untuk mendapatkan pengaruh pupuk yang berinteraksi positif dengan lokasi tertentu dilakukan uji lokasi ganda. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis interaksi pemupukan dengan lokasi adalah analisis AMMI. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui penggunaan model AMMI dalam analisis interaksi pemupukan N, P, K dan lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk N berinteraksi positif pada Cilamaya-Karawang dan Bumiayu-Brebes, pupuk NP berinteraksi positif pada Sungapan-Pemalang, Perak-Jombang, dan Mayang-Jember, sedangkan pupuk NPK berinteraksi positif pada Rengasdengklok-Karawang, Dempet-Demak, Balen-Bojonegoro, Pungging-Mojokerto, dan Tanggul-Jember. Selain itu, meskipun respon berat kering padi tertinggi pada pemupukan NPK, namun tidak semua lokasi membutuhkan pupuk lengkap NPK.

Kata kunci : percobaan lokasi ganda, AMMI, analisis komponen utama, biplot

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap ketersediaan pangan dalam jumlah yang cukup terus meningkat. Oleh karena itu perlu diupayakan peningkatan produktivitas padi yang merupakan bahan makanan pokok sebagian besar masyarakat. Peningkatan produksi pangan erat kaitannya dengan penggunaan pupuk yang semakin meningkat baik jumlah maupun jenisnya.

Anjuran pemupukan yang berlaku pada masa lalu belum memperhatikan kemampuan tanah untuk menyediakan unsur-unsur hara tersebut. Pemupukan N, P, K yang terus-menerus menggunakan dosis tinggi pada lokasi tertentu serta cara penggunaan pupuk yang kurang tepat menyebabkan hara dari pupuk tersebut banyak yang hilang sehingga merupakan pemborosan dan menimbulkan polusi. Oleh karena itu perlu dikembangkan anjuran pemupukan spesifik lokasi.

Keanekaragaman status hara lokasi dapat menimbulkan interaksi antara pemupukan dengan lokasi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis interaksi pemupukan dengan lokasi adalah analisis AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Analisis AMMI merupakan gabungan analisis ragam bagi pengaruh utama perlakuan dengan analisis komponen utama bagi pengaruh interaksi (Vargas *et al.* 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

penggunaan analisis AMMI dalam percobaan lokasi ganda pemupukan N, P, K.

TINJAUAN PUSTAKA

Percobaan Lokasi Ganda

Percobaan lokasi ganda adalah percobaan yang dilakukan di beberapa lokasi yang berbeda, tetapi menggunakan rancangan dan perlakuan yang sama. Faktor-faktor yang digunakan yaitu perlakuan dan lokasi. Faktor lokasi mencakup tempat, tahun, perlakuan agronomi atau kombinasinya (Mattjik & Sumertajaya 2002).

Secara garis besar, keragaman total dari respon dibagi menjadi tiga sumber keragaman, yaitu pengaruh utama perlakuan, pengaruh utama lokasi, dan pengaruh interaksi perlakuan dengan lokasi. Sebagai contoh, percobaan lokasi ganda dengan rancangan faktorial acak kelompok dengan dua faktor. Secara umum, model linier rancangan faktorial acak kelompok lokasi ganda adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \kappa_k + \alpha_i + \beta_j + (\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

untuk $i = 1, 2, \dots, p$, $j = 1, 2, \dots, q$, $k = 1, 2, \dots, r$

dengan Y_{ijk} adalah nilai pengamatan perlakuan pupuk ke- i , lokasi ke- j dan kelompok ke- k , μ adalah rata-rata umum, κ_k adalah pengaruh kelompok ke- k , α_i adalah pengaruh perlakuan ke-

i, β_j adalah pengaruh lokasi ke- j , $(\gamma)_{ij}$ adalah pengaruh interaksi perlakuan ke- i dan lokasi ke- j , ϵ_{ijk} adalah galat acak perlakuan ke- i lokasi ke- j kelompok ke- k .

Adapun asumsi-asumsi yang harus dipenuhi untuk melakukan analisis ragam adalah sebagai berikut (Steel & Torrie, 1991):

1. Galat percobaan menyebar normal.
2. Galat percobaan saling bebas.
3. Galat percobaan memiliki ragam yang homogen.

Interaksi Perlakuan dengan Lokasi

Interaksi perlakuan dengan lokasi didefinisikan sebagai keragaman yang disebabkan oleh efek gabungan dari perlakuan dan lokasi.

Interaksi antara perlakuan dan lokasi dibedakan menjadi dua, yaitu *crossover* dan *non-crossover*. Interaksi *crossover* terjadi jika terdapat perubahan peringkat perlakuan dari satu lokasi ke lokasi yang lain atau dengan kata lain kurva respon antar perlakuan saling berpotongan, sedangkan interaksi *non-crossover* terjadi jika peringkat dari perlakuan tidak berubah dari satu lokasi ke lokasi yang lain.

Analisis AMMI

Analisis AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*) merupakan gabungan analisis ragam bagi pengaruh utama perlakuan dengan analisis komponen utama bagi pengaruh interaksi (Mattjik & Sumertajaya, 2002).

Ada tiga manfaat utama penggunaan analisis AMMI, yaitu :

1. Sebagai analisis pendahuluan untuk mencari model yang lebih tepat.
2. Untuk menjelaskan interaksi perlakuan dan lokasi dengan biplot AMMI.
3. Untuk meningkatkan keakuratan dugaan respon interaksi perlakuan dan lokasi.

Pemodelan AMMI

Langkah awal untuk melakukan analisis AMMI adalah melihat pengaruh aditif perlakuan dan lokasi menggunakan analisis ragam dan kemudian dibuat bentuk multiplikatif interaksi perlakuan dan lokasi menggunakan analisis komponen utama.

Bentuk multiplikatif diperoleh dari penguraian interaksi perlakuan dan lokasi menjadi komponen utama interaksi (KUI). Penguraian pengaruh interaksi perlakuan dan lokasi mengikuti persamaan berikut ini :

$$(\gamma)_{ij} = \sum_n \sqrt{\lambda_n} \phi_{in} \rho_{jn} + \delta_{ij}$$

dengan m adalah banyaknya KUI yang nyata pada taraf 5%, sehingga model AMMI secara lengkap dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_n \sqrt{\lambda_n} \phi_{in} \rho_{jn} + \delta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

dengan $\sqrt{\lambda_n}$ adalah nilai singular ke- n $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq$

$\sqrt{\lambda_m}, \phi_{in}$ adalah pengaruh ganda perlakuan ke- i melalui komponen ke- n , ρ_{jn} adalah pengaruh ganda lokasi ke- j melalui komponen ke- n , δ_{ij} adalah sisaan

Perhitungan Jumlah Kuadrat

Pada pemodelan AMMI, pengaruh aditif perlakuan dan lokasi serta jumlah kuadrat dan kuadrat tengahnya dihitung sebagaimana umumnya pada analisis ragam, tetapi berdasarkan rata-rata tiap perlakuan x lokasi.

Pengaruh ganda perlakuan dan lokasi pada interaksi diduga dengan :

$$z_{pe} = y_{pe} - y_{p..} - y_{e..} + y_{...}$$

sehingga jumlah kuadrat interaksi dapat diturunkan sebagai berikut :

$$JK(PE) = \sum z_{pe}^2 = (y_{pe} - y_{p..} - y_{e..} + y_{...})^2$$

Jika analisis ragam dilakukan terhadap data rata-rata tiap perlakuan x lokasi, maka jumlah kuadrat untuk pengaruh interaksi komponen ke- n adalah akar ciri ke- n pada pemodelan bilinear. Tetapi, jika analisis ragam dilakukan terhadap data sebenarnya, maka jumlah kuadratnya adalah banyak ulangan dikalikan akar ciri ke- n ($r\lambda_n$). Pengujian masing-masing komponen dilakukan dengan membandingkannya terhadap kuadrat tengah galat gabungan.

Penentuan Banyaknya Komponen AMMI

Menurut Gauch (1988) dan Crossa (1990) dalam Mattjik & Sumertajaya (2002), ada dua metode yang digunakan untuk menentukan banyaknya komponen utama interaksi (KUI) yang dipilih, yaitu :

1. Metode keberhasilan ramalan (*Predictive Success*). Metode ini memperhatikan kesesuaian model yang dibangun dari sebagian data dan divalidasi dengan data lain yang tidak diikutsertakan dalam model. Banyaknya komponen utama terbaik adalah jika rata-rata akar kuadrat tengah sisaan (dari data validasi paling kecil).
2. Metode keberhasilan total (*Postdictive Success*). Metode ini memperhatikan kesesuaian model yang dibangun dengan keseluruhan data. Cara menentukan banyaknya komponen berdasarkan *Postdictive success* adalah berdasarkan banyaknya sumbu KUI yang nyata pada uji F.

Interpretasi Model AMMI

Alat yang digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari metode AMMI adalah biplot. Biplot pada analisis AMMI biasanya berupa biplot antara nilai komponen utama pertama dengan rata-rata respon (biplot AMMI1) dan biplot antara nilai komponen utama kedua dengan nilai komponen utama pertama (biplot AMMI2).

Perbedaan dari pengaruh utama dapat di-lihat dari jarak antar titik amatan pada sumbu mendatar pada biplot AMMI1, sedangkan jarak antar titik amatan pada sumbu tegak menggambarkan adanya perbedaan pengaruh interaksi (Mattjik dan Sumertajaya 2002). Pada Biplot AMMI1 menggambarkan respon perlakuan terhadap lokasi tertentu. Perlakuan dan lokasi yang memiliki tanda KUI1 yang sama berarti berinteraksi positif, dan sebaliknya jika tandanya berbeda maka berinteraksi negatif.

Klasifikasi interaksi perlakuan x lokasi didasarkan pada biplot AMMI2. Pada biplot AMMI2 menggambarkan pengaruh interaksi positif antara perlakuan dan lokasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data hasil penelitian tanaman padi yang dilakukan Balai Penelitian Tanah Bogor. Percobaan dilakukan di rumah kaca dengan rancangan percobaan adalah faktorial acak lengkap dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah lokasi, faktor kedua adalah pemupukan dengan tiga perlakuan N, NP, dan NPK dengan dosis berturut-turut 135 kg N/ha, 20 kg P/ha, dan 60 kg K/ha yang ketiganya diberikan dalam bentuk Urea, TSP, dan KCl (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat 1992a, 1992b). Banyaknya lokasi yang digunakan dalam penelitian dengan status hara K tinggi adalah sepuluh lokasi yang merupakan sentra produksi padi (Tabel 1).

Tabel 1. Lokasi penelitian

No	Lokasi
1	Cilamaya-Karawang (LT1)
2	Rengasdengklok-Karawang (LT2)
3	Bumiayu-Brebes (LT3)
4	Sungapan-Pemalang (LT4)
5	Dempet-Demak (LT5)
6	Balen-Bojonegoro (LT6)
7	Punggling-Mojokerto (LT7)
8	Perak-Jombang (LT8)
9	Mayang-Jember (LT9)
10	Tanggul-Jember (LT10)

Metode

Tahapan dalam penelitian adalah :

1. Pemeriksaan asumsi-asumsi yang mendasari analisis ragam.
2. Analisis ragam terhadap respon berat kering padi
3. Analisis AMMI terhadap respon berat kering padi
4. Interpretasi biplot AMMI serta melihat pupuk yang berinteraksi positif dengan lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Asumsi dan Analisis Ragam

Sebelum dilakukan analisis ragam, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan asumsi-asumsi yang mendasari analisis tersebut.. Dari pengujian kenormalan galat, diketahui peluang nyata (p) lebih besar dari nilai taraf nyata ($\alpha=5\%$) yaitu nilai- $p>0.15$, yang menunjukkan asumsi kenormalan galat terpenuhi. Sedangkan untuk asumsi kebebasan dan kehomogenan ragam galat, plot antara galat terhadap rataan perlakuan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi kebebasan dan kehomogenan ragam galat terpenuhi.

Analisis ragam pengaruh pupuk dan lokasi pada status hara K tanah tinggi dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis ragam diatas menunjukkan nilai-p untuk faktor lokasi, pemupukan, serta interaksi lokasi dan pemupukan adalah 0.00. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor lokasi, pemupukan, dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap respon berat kering padi.

Tabel 2. Analisis ragam pemupukan dan lokasi

SK	db	JK	KT	F-hit	Nilai- p
L	9	771.31	85.70	11.73	0.00*
P	2	3757.85	1878.92	257.20	0.00*
L*P	18	830.59	46.14	6.32	0.00*
Galat	60	438.32	7.31		
Total	89	5798.07			

*nyata pada taraf nyata 5%

Analisis AMMI

Analisis ragam AMMI pada status hara K tanah tinggi dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 3, terlihat bahwa semua pengaruh utama (lokasi dan pupuk) dan pengaruh interaksi berpengaruh nyata pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa berat kering padi dipengaruhi oleh faktor pupuk dan lokasi.

Selain itu, pemberian pupuk tertentu akan memberikan respon yang positif pada lokasi tertentu, tetapi tidak demikian halnya jika digunakan pada lokasi yang lain. Karena itulah, perlu dilakukan analisis AMMI untuk mengidentifikasi pupuk yang berinteraksi positif pada lokasi tertentu.

Tabel 3. Kontribusi keragaman KUI pada status hara K tanah tinggi

KUI ke-	Nilai Singular	Akar Ciri	Proporsi (%)	Kumulatif (%)
1	16.00	256.00	92.46	92.46
2	4.57	20.87	7.54	100.00
3	5.29E-15	2.80E-29	-	100.00

Penguraian nilai singular terhadap matriks dugaan pengaruh interaksi menghasilkan tiga nilai singular tidak nol yaitu 16,00, 4,57, dan 5,29E-15.

Hasil Skor KUI (komponen utama interaksi) pemupukan dan lokasi pada status hara K tanah tinggi secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari tiga nilai singular tersebut maka jumlah komponen utama interaksi yang perlu dipertimbangkan untuk membangun model AMMI adalah tiga komponen yaitu KUI1, KUI2, dan KUI3. Kontribusi keragaman pengaruh interaksi yang dapat diterangkan oleh KUI1 dan KUI2 adalah 92.46% dan 7.54% (Tabel 3). Kontribusi kedua KUI tersebut pada taraf nyata 5% terhadap JK interaksi adalah 100%.

Tabel 4. Skor KUI pemupukan dan lokasi pada status hara K tanah tinggi

	Rataan	KUI1	KUI2	KUI3
N	10.16	-1.38	1.58	4.20 E-08
NP	9.42	-1.88	-1.43	4.20 E-08
NPK	23.48	3.25	-0.15	4.20 E-08
LT1	15.80	-0.14	0.87	-1.10 E-08
LT2	16.63	0.65	-0.38	2.00 E-09
LT3	10.00	-1.53	0.73	1.00 E-09
LT4	12.57	-2.39	-0.99	-4.20 E-08
LT5	14.11	1.53	-0.36	6.00 E-09
LT6	17.99	0.67	1.24	-4.00 E-08
LT7	11.84	1.14	-0.44	-2.90 E-08
LT8	18.33	-1.09	-0.13	2.40 E-08
LT9	16.12	-0.29	0.00	3.00 E-09
LT10	10.14	1.46	-0.53	-1.80 E-08

Dengan metode keberhasilan total (*postdictive success*), diperoleh satu komponen utama interaksi yang nyata pada taraf nyata 5%, yaitu KUI1 dengan F-hitung dan nilai-p masing-masing 10.51 dan 0.00. Hasil analisis ragam AMMI tersebut secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis ragam AMMI pada status hara K tanah tinggi

SK	db	JK	KT	F-hit	Nilai- p
L	9	771.31	85.70	11.73	0.00*
P	2	3757.85	1878.92	257.20	0.00*
L*P	18	830.59	46.14	6.32	0.00*
KUI1	10	767.99	76.80	10.51	0.00*
KUI2	8	62.60	7.83	1.07	>0.05
Galat	60	438.32	7.31		
Total	89	5798.07			

* nyata pada taraf nyata 5%

Model AMMI yang terbentuk untuk respon berat kering padi pada status hara K tanah tinggi adalah model AMMI1. Hal ini karena terdapat satu KUI yang nyata. Model AMMI1 dituliskan sebagai berikut :

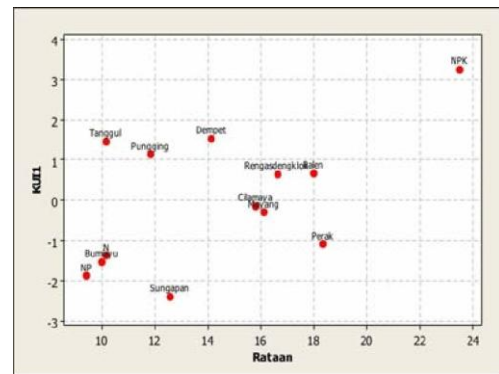
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sqrt{\lambda_1} \phi_{1i} \rho_{j1} + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Interpretasi AMMI

Hasil plot antara skor KUI1 dengan rata-rata berat kering padi dapat dilihat dari biplot AMMI1 (Gambar 1). Sumbu horizontal menjelaskan pengaruh utama (rataaan), sedangkan sumbu vertikal

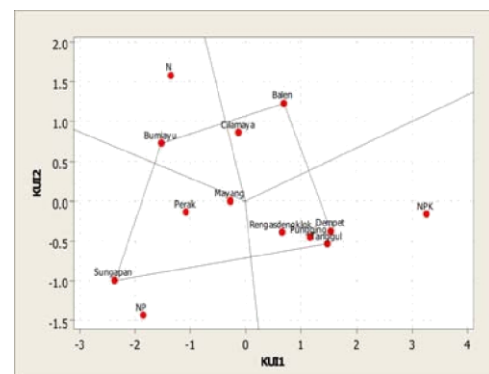
menjelaskan pengaruh interaksi. Gambar 1 diatas menunjukkan rata-rata berat kering padi paling rendah adalah pada pemupukan NP, sedangkan pada pemupukan NPK mempunyai rata-rata berat kering padi tertinggi.

Pupuk dan lokasi yang memiliki tanda KUI yang sama (positif/negatif) berarti berinteraksi positif, sedangkan jika tandanya berbeda maka berinteraksi negatif. Dari gambar diatas, pupuk NPK berinteraksi positif dengan Rengasdengklok (LT2), Dempet (LT5), Balen (LT6), Pungging (LT7), dan Tanggul (LT10), serta berinteraksi negatif dengan Cilamaya (LT1), Bumiayu (LT3), Sungapan (LT4), Perak (LT8), dan Mayang (LT9). Pupuk N dan NP berinteraksi positif dengan Cilamaya (LT1), Bumiayu (LT3), Sungapan (LT4), Perak (LT8), dan Mayang (LT9), serta berinteraksi negatif dengan Rengasdengklok (LT2), Dempet (LT5), Balen (LT6), Pungging (LT7), dan Tanggul (LT10).



Gambar 1. Biplot AMMI1 pada status hara K tanah tinggi

Struktur interaksi antara pupuk dan lokasi dengan respon berat kering padi dapat dilihat dari biplot AMMI2, yaitu plot antara skor KUI1 dengan skor KUI2 (Gambar 2).



Gambar 2. Biplot AMMI2 pada status hara K tanah tinggi

Pupuk dikatakan berinteraksi positif pada lokasi tertentu (spesifik lokasi) jika menghasilkan respon maksimal pada lokasi tersebut. Dari Gambar 2,

berdasarkan arah vektor dan letaknya, tampak pupuk N berinteraksi positif pada Cilamaya-Karawang (LT1) dan Bumiayu-Brebes (LT3), pupuk NP berinteraksi positif pada Sungapan-Pemalang (LT4), Perak-Jombang (LT8), dan Mayang-Jember (LT9), sedangkan pupuk NPK berinteraksi positif pada Rengasdengklok-Karawang (LT2), Dempet-Demak (LT5), Balen-Bojonegoro (LT6), Pungging-Mojokerto (LT7), dan Tanggul-Jember (LT10).

Berdasarkan biplot AMMI2, pada lokasi Cilamaya (LT1) dan Bumiayu (LT3) pemupukan yang diperlukan adalah pemupukan N, pada lokasi Sungapan (LT4), Perak (LT8), dan Mayang (LT9), pemupukan yang diperlukan adalah pemupukan NP untuk menghasilkan berat kering padi sesuai dengan yang diharapkan. Sedangkan untuk lokasi Rengasdengklok (LT2), Dempet (LT5), Balen (LT6), Pungging (LT7), dan Tanggul (LT10), selain unsur N dan P dibutuhkan juga unsur K, sehingga pemupukan yang diperlukan adalah pemupukan NPK. Selain itu, berdasarkan biplot AMMI2 dapat disimpulkan meskipun respon berat kering padi tertinggi pada pemupukan NPK, namun tidak semua lokasi membutuhkan pupuk lengkap NPK.

KESIMPULAN

Pupuk N berinteraksi positif pada Cilamaya-Karawang dan Bumiayu-Brebes, pupuk NP berinteraksi positif pada Sungapan-Pemalang, Perak-Jombang, dan Mayang-Jember, sedangkan pupuk NPK berinteraksi positif pada Rengasdengklok-Karawang, Dempet-Demak, Balen-Bojonegoro, Pungging-Mojokerto, dan Tanggul-Jember. Respon berat kering padi tertinggi pada pemupukan NPK, namun tidak semua lokasi membutuhkan pupuk lengkap NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Aunuddin. 2005. *Statistika : Rancangan dan Analisis*. Bogor : IPB Press.
- Crossa J. 1990. Statistical Analysis of Multilocation Trials. *Advances In Agronomy* 44 : 55-85.
- Gauch Jr HG. 1988. Model Selection and Validation for Yield Trials with Interaction. *Biometrics* 44 : 705-715.
- Hartatik W, Widowati LR, Soepartini M. 1995. *Pengaruh Takaran Pupuk N dan Pencampuran Bahan Organik Terhadap Tanaman Padi Sawah*. Laporan Penelitian : Penelitian Status dan Pengelolaan Hara Terpadu Pada Lahan Sawah untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah yang Berkelanjutan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Mattjik AA & Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1992. *Status Kalium dan Peningkatan Efisiensi Pada Tanah Sawah di Jawa Barat dan Jawa Tengah*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1992. *Status Kalium dan Peningkatan Efisiensi Pada Tanah Sawah di Jawa Timur*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Steel RGD & Torrie JH. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik*. Sumantri B ; penerjemah. Jakarta : PT.Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari : *Principle and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*.
- Vargas M & Crossa J, Eeuwijk FV, Sayre KD, Reynolds MP. 2001. *Interpreting Treatment x Environment Interaction in Agronomy Trials*. *Agronomy Journal* 93 : 949-960.