

DEPARTEMEN STATISTIKA, INSTITUT PERTANIAN BOGOR

PEMODELAN
Additive Main-effect
& Multiplicative
Interaction (AMMI):
KINI DAN YANG
AKAN DATANG

Buku Riset

2011

KAMPUS IPB DARMAGA, JL. MERANTI W22 LV 3

PEMODELAN AMMI: KINI DAN YANG AKAN DATANG
BUKU RISET 2011

Editor :

Ahmad Ansori Mattjik

I Made Sumertajaya

Alfian Futuhul Hadi

Gusti Ngurah Adhi Wibawa

Kontributor:

A A Mattjik, I Made Sumertajaya, Aunuddin,
Totong Martono, Khairil Anwar Notodiputro, Agus M. Sholeh
Rusida Yulianti, I Nyoman Mindra Jaya, Pika Sivianti,
Pepi Novianti, I Gusti Ngurah Adhi Wibawa,
Halimatus Sa'diyah, Sri Zulhayana,
Alfian Futuhul Hadi

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku teks ini tanpa ijin tertulis dari Penerbit

Diterbitkan oleh IPB PRESS

Edisi ke-pertama: September 2011

ISBN 978-602-96772-6-3

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji sukur pada Allah SWT, dengan rahmatNya telah tersusun buku hasil penelitian tentang interaksi genetik dan lingkungan (IGL) dengan menggunakan pendekatan model aditif untuk pengaruh utama genetik dan lingkungan serta interaksinya multifikatif.

Perhatian terhadap IGL dipicu oleh banyaknya penelitian yang melibatkan banyak lokasi pada berbagai musim tanam, apabila dianalisis dengan model aditif saja menghasilkan keragaman percobaan yang cukup besar. Kenyataan ini sering menyulitkan untuk memberikan interpretasi dan memberikan rekomendasi atas genotipa yang dicobakan.

Dimulai dengan menyertakan struktur peragam spasial (*spatial covariance*) kedalam model, kemudian dikembangkan menjadi model genetik sebagai pengaruh random analog dari model efek utama aditif dan interaksi multiplikasi atau yang kemudian dikenal dengan model *Additive Main-effects and Multiplicative Interaction* (AMMI). Keunikan model multiplikatif AMMI terletak pada visualisasi interaksi melalui biplot hasil dari penguraian singular dekomposisi. Model AMMI dibangun berlandaskan pada distribusi data Normal (gaussian), juga teknik komputasi yang sederhana sehingga dengan cepat dapat digunakan secara luas. Dengan alasan itu pilihan untuk mengembangkan model AMMI lebih rinci menjadi dapat dipertanggungjawabkan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan sedikit kontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya pada ilmu Statistika dan Pemuliaan Tanaman atau pada bidang lain yang lebih luas nantinya.

Utamanya penelitian ini melibatkan empat staf Departemen Statistika, satu orang staf Balai Penelitian, dua mahasiswa program Doktor, tujuh mahasiswa program Master, dengan ikutan tiga orang mahasiswa Sarjana. Sampai akhir pelaporan, bulan November 2010, hampir semua mahasiswa telah selesai, satu orang mahasiswa S2 selesai Desemberr 2010, kecuali kedua mahasiswa program Doktor yang baru akan selesai pada bulan Desember 2011. Sudah dihasilkan 12 artikel ilmiah, 5 diantaranya pada forum seminar internasional, dan 7 artikel diterbitkan pada jurnal nasional, disamping laporan penelitian dan disertasi.

Tidak terelakkan lagi penelitian ini berjalan karena dukungan dan kerjasama berbagai pihak. Karenanya kami sampaikan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

- Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia melalui Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah mendukung penelitian ini dengan menyediakan dana seperti pada kontrak Hibah Pasca Sarjana Nomor 266/13.11/PL/2008, 41/13.24.4/SPK/BG-PD/2009, dan 1/13.24.4/PD/2010.

Model AMMI Kini dan Yang Akan Datang

- Rektor melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat dan Sekolah Pasca Sarjana IPB yang mendukung penyelesaian dan mengevaluasi penelitian hibah ini.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia melalui Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi dan Balai Besar Penelitian Tanaman Pangan Cimanggu yang telah membantu menyediakan data percobaan multi lokasi.
- Serta semua pihak, dengan permohonan maaf tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

Dari hasil penelitian diharapkan muncul ide baru dalam mengembangkan model seleksi daya adaptasi tanaman yang efektif dan efisien yang perlu di lakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat membantu para pemulia tanaman dalam mencari genotipe unggulan.

Bogor, Agustus 2011

A. A. Matjjik

DAFTAR ISI

PENGANTAR	3
DAFTAR ISI	5
BAB I. PENDAHULUAN	8
1.1 Motivasi	8
1.2 Analisis Statistik Interaksi Genotipe Lingkungan: Peningkatan Akurasi	9
1.3 AMMI dan Analisis IGL.....	10
BAB II. PENGEMBANGAN MODEL AMMI: MASALAH DAN PENYELESAIANNYA	14
2.1 Pengembangan Model AMMI.....	14
2.2 Roadmap Riset 2008-2010.....	16
BAB III. ANALISIS STABILITAS AMMI: DARI INDEKS STABILITAS AMMI SAMPAI RESAMPLING BOOTSTAP	20
3.1 Indeks Stabilitas AMMI	20
3.2 Uji Lanjut Pengaruh Interaksi pada Model AMMI	21
3.3 Pendugaan Kestabilan Genotipe pada Model AMMI menggunakan Resampling Bootstrap.....	22
3.4 Indeks Stabilitas AMMI untuk Penentuan Stabilitas Genotipe pada Percobaan Multilokasi (Halimatus Sa'diyah dan Ahmad Ansori Mattjik)	26
3.5 PENGUJIAN SUBHIPOTESIS PENGARUH INTERAKSI GENOTIPE × LINGKUNGAN PADA MODEL AMMI (A A Mattjik, Rusida Yuliyanti dan Totong Martono)	38
3.6 Pendugaan Daerah Kepercayaan dan Kestabilan Genotipe Pada Model AMMI Menggunakan Metode Resampling Bootstrap (Pepi Novianti, A A Mattjik & I M Sumertajaya)	48
BAB IV. Penanganan Data Hilang pada Model AMMI	62
4.1 EM-AMMI	63
4.2 Metode g-Connected.....	63

4.3	PENDUGAAN DATA TIDAK LENGKAP DALAM AMMI (I Made Sumertajaya, G N A Wibawa, Journal BIAStatistics (2008) Vol. 2, No. 2, hal. 58-71)	66
BAB V.	Model AMMI untuk Respon Ganda	82
5.1	Evaluasi Tingkat Validitas Metode Penggabungan Respon: Indeks Penampilan Tanaman (I Made Sumertajaya, G N A Wibawa, Seminar Nasional Matematika, UNY Yogyakarta, 22 Nopember 2008)	84
BAB VI.	AMMI untuk Model Campuran	101
6.1	PENANGANAN MODEL CAMPURAN PADA PERCOBAAN MULTILOKASI MENGGUNAKAN BLUP (Halimatus Sa'diyah, A A Mattjik, dan I M Sumertajaya)	103
BAB VII.	Penggunaan Model Persamaan Sruktural pada Model AMMI Igl	116
7.1	ANALISIS INTERAKSI GENOTIPE X LINGKUNGAN MENGGUNAKAN STRUCTURAL EQUATION MODELING (I M Sumertajaya, A A Mattjik, I G N M Jaya, Journal Pythagoras Vol. 4, No. 1, hal. 15-32)	120
7.2	ANALISIS INTERAKSI GENOTIPE-LINGKUNGAN MENGGUNAKAN PARTIAL LEAST SQUARE PATH MODELING (I Made Sumertajaya, Jurnal, BIAStatistika Vol. 4, No. 1, hal. 9-18)	138
BAB VIII.	Pengamatan Pencilan pada Analisis Interksi Genotipe Lingkungan ...	154
8.1	Stabilitas Non Parametrik	155
8.2	Robust-AMMI dengan Model Faktor Analitik	156
8.3	Analisis Stabilitas Genotipe Padi dengan Indeks Stabilitas Nonparametrik Thennarasu (S. Zulhayana, I M Sumertajaya, A A Mattjik)	160
8.4	Handling Outlier Observation in Two-Ways Table by Robust Alternating Regression of Fanova Models: Towards Robust AMMI Models (Alfian F. Hadi & A. A. Mattjik, Jurnal ILMU DASAR V. 12 No. 2, 2011, in press)	168
BAB IX.	Ketaknormalan Data pada Model AMMI	182
9.1	Pendekatan Transformasi Kenormalan	183
9.2	Model AMMI Terampat	186

9.3	GENERALIZED AMMI MODELS FOR ASSESSING THE ENDURANCE OF SOYBEAN TO LEAF PEST (Alfian F. Hadi , A. A. Mattjik & I M Sumertajaya, Jurnal Ilmu Dasar Terakreditasi. Vol 11. NO. 2. Juli 2010. P 151-159).....	188
9.4	Ketaknormalan Data dan Pengamatan Pencilan Pada Model AMMI (A F Hadi dan A A Mattjik, Simposium dan Kongres PERIPI November 2009).....	202
BAB X.	Komputasi Bayessian pada Model AMMI	219
10.1	Bayessian	219
10.2	Pendekatan Bayesian pada Pendugaan Matriks Interaksi.....	222
10.3	Model AMMI dengan Komputasi Bayessian (G N A Wibawa, Aunuddin, A A Mattjik)	227
10.4	Pendekatan Metode Bayes Untuk Pendugaan Pengaruh Interaksi Pada Model AMMI (Pika Silvianti , Khairil A. Notodiputro, dan I Made Sumertajaya)	235
BAB XI.	PENUTUP.....	244
11.1	Ringkasan.....	245
11.2	Pengembangan Lebih Lanjut (<i>futher works</i>).....	247
DAFTAR PUSTAKA.....		248

PENDAHULUAN

1

PENDAHULUAN

1.1 Motivasi

Sumberdaya manusia merupakan salah satu pilar pembangunan nasional. Keberhasilan pembangunan nasional akan ditentukan oleh kualitas sumberdaya manusia yang dimilikinya. Dengan demikian untuk mencapai tujuan pembangunan nasional, pengembangan kualitas sumber daya manusia sangat perlu dilakukan. Beberapa faktor yang dapat meningkatkan kualitas sumberdaya manusia antara lain pangan, nutrisi dan kesehatan. Oleh karena itu, penyediaan pangan yang memadai merupakan salah satu kunci dalam peningkatan kualitas sumber daya manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, Jim. 2007. Bayesian Computation with R. [http://www.springerlink.com / content/t43r812716455567/](http://www.springerlink.com/content/t43r812716455567/).
- Alberts, Martin J. A. 2004. A Comparison Of Statistical Methods to Describe Genotype X Environment Interaction and Yield Stability in Multi-Location Maize Trials. Bloemfontein: University Of The Free State. <http://etd.uovs.ac.za/ETD-db//theses/available/etd-09072005-084932/unrestricted/ALBERTSMJA.pdf> .
- Berger, J.O. 1985. Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis, 2nd edision. Springer Verlag. NY.
- Casella, G., and E. I. George. 1992. Explaining the Gibbs sampler. American Statistician. 46, 167-174. <http://www.jstor.org/stable/2685208?origin=JSTOR-pdf> [29 Mei 2009].
- Chernick MR. 2008. Bootstrap Methods: a Guide for Practitioners and Researches, 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Son, Inc.
- Cornelius PL, Crossa J, Seyedsadr MS. 1996, Statistical Test and Estimators of Multiplicative Models for GEI. In Genotype by Environment Interaction, Manjit S. Kang, & HG. Gauch (eds), CRC Press. (pp. 200)
- Cotes, Jose M., J. Crossa, A. Sanches, and P.L. Cornelius. 2006. A Bayesian Approach for Assessing the Stability of Genotypes. <http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/46/6/2654> [2 Juni 2008]
- Crossa J. 1990. Statistical Analysis of Multilocation Trials. Advances in Agronomy, 44 : 55-85.
- Croux C. & P. Filzmoser. 1998. Robust Factorization of a Data Matrix. Working paper. Online resources : <http://www.statistik.tuwien.ac.at/public/filz/papers/cstat98.ps>.
- Croux C., P. Filzmoser, G. Pison and P.J. Rousseeuw, 2003. Fitting Multiplicative Models by Robust Alternating Regressions. Statistics & Computing. Vol.13 No.1 p.23-36.
- de Falguerolles A. and Francis B. 1992. Algorithmic approaches for fitting bilinear models. COMPSTAT 1992, Proceedings in Computational Statistics, Vol. 1 (eds. Y. Dodge and J. Whittaker), Heidelberg, Physica-Verlag, pp. 77-82.

- de Falguerolles, A, 1996. Generalized Linear-Bilinear Models. An Abstract. Society of Computational Economics. 2nd International Conference on Computing and Finance. Genewa, Switzerland, 26–28 June 1996. <http://www.unige.ch/ce/ce96/defalgue/>
- Dhillon, I.S., and S. Sra. 2003. Modeling Data using Directional Distributions. Technical report. UTCS technical report.
- Edwards, Jode W. and Jean-Luc Jannink. 2006. Bayesian Modeling of Heterogeneous Error and Genotype Environment Interaction Variances. <http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/46/2/820>. [11 Februari 2009]
- Efron B, Tibsirani R. 1993. An Introduction to the Bootstrap. New York: Chapman & Hall.
- Fisher, N.I., T.Lewis, and B.J.J. Embleton. 1987. Statistical Analysis of Spherical Data. Cambridge University Press. Cambridge.
- Gabriel K.R. 1978. Least squares approximation of matrices by additive and multiplicative models. Journal of the Royal Statistical Society B Vol. 40 No.2 p.186-196.
- Gabriel, K. R., 1998, Generalised Bilinear Regression. Biometrika. 85 (3):689-700.
- Gauch H.G. 1988. Model selection and validation for yield trial with interaction, Biometrics, 44:705-716.
- Gauch, H.G., Jr (1992) Statistical Analysis of Reginal Yield Traials: AMMI Analysis of Factorial Designs. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Gilks, W.R., S. Richardson and D.J. Spiegelhalter. 1996. Marcov Chain Monte Carlo in Practice. Chapman & Hall. London.
- Gollob H.F. 1968. A Statistical Model which Combines Features of Factor Analytic and Analysis of Variance Techniques, Psychometrika, 33:73-116.
- Gower J. and Hand D. 1996. Biplots, Chapman & Hall, New York.
- Greenacre, M. J. 1984. Theory and Aplications of Correspondence Analysis. Academic Press. London.
- Groenen, P.J.F and Alex J. Koning. 2004a. A New Model for Visualizing Interactions in Analysis of Variance. Econometric Institute Report EI 2004-06.
- Groenen, P.J.F and Alex J. Koning. 2004b. Generalized Bi-additive Modelling for Categorical Data. Econometric Institute Report EI 2004-05.

- Hadi A. F., A. A. Mattjik, I. M. Sumertajaya, & H. Sa'diyah. 2008a. AMMI Model on Count Data: Model Log-Bilinear. The 3rd International Conference on Mathematics and Statistics (ICoMS-3). Moslem Statistician and Mathematician in South East Asia (MSMSEA). Bogor, Indonesia, 5-6 August 2008
- Hadi, A. F. & A. A. Mattjik, 2009a. Generalized AMMI Models For Assessing The Endurance of Soybean To Leaf Pest. The First International Seminar on Science and Technology (ISSTEC 2009). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 24 – 25 January 2009.
- Hadi, A.F, & A.A. Mattjik 2009b. Developing Robustness Of The AMMI Models By Robust Alternating Regression. Proceeding at The 4rd International Conference on Mathematics and Statistics. Bandar Lampung, August 2009.
- Hadi, A. F. & H. Sa'diyah, 2004. AMMI Model untuk Analisis Interaksi Genotip \times Lokasi. Jurnal Ilmu Dasar 1:33-41
- Hadi, A. F., H. Sa'diyah, & I. M. Sumertajaya. 2007. Penanganan Ketaknormalan Data pada Model AMMI menggunakan Transformasi BoxCox. Jurnal Ilmu Dasar, Vol 8. No 2. pp. 165-174.
- Hadi A. F, I. M. Sumertajaya, & I.M. Tirta, 2008b. Model AMMI pada Data Binomial: Model Logit-Bilinear. Seminar Nasional Sain dan Teknologi. Universitas Lampung, Bandar Lampung 17-18 Nopember 2008.
- Hoff, P. D. 2006. Model averaging and dimension selection for the singular value decomposition. <http://www.stat.washington.edu/research/reports/2006/tr494.pdf>. [16 Maret 2011].
- Jammalamadaka SR, SenGupta A. 1963. Topics in Circular Statistics (Series on multivariate analysis ; vol. 5). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Jaya IGMN. 2008. Analisis interaksi genotipe x lingkungan menggunakan model persamaan struktural [Tesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Johnson, RA & D.W. Wichern 1998. Applied Multivariate Statistical Analysis. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Jolliffe, I T. 1986. Principal Component Analysis. Springer-Verlag. New York
- Kang MS. 2002. Genotype-Environment Interaction: Progress and Prospects. Di dalam : Kang MS, Editor. Quantitative Genetics, Genomic and Plant Breeding. Florida: CRC Pr. Hlm .221-243.

- Lavoranti OJ, et.al. 2007. Phenotypic stability via ammi model with bootstrap re-sampling. *Boletim de Pesquisa Florestal*. 2:45-52. http://www.lce.esalq.usp.br/tadeu/Osmir_Tadeu_Wojtek.pdf, [5 februari 2010].
- Liu, Genzhou. 2001. *Bayesian Computation for Linear-Bilinear Model*. University of Kentucky. Disertasi.
- Lynch, S.M. 2007. *Introduction to Applied Bayesian Statistics and Estimation for Social Scientists*. Springer. NY.
- Mardia, K.V. & P.E. Jupp. 2000. *Directional Statistics*. Jonh Wiley & Sons Ltd. England.
- Mardia, K. V. & S. A. M. El-Atoum. 1976. Bayesian Inference for the Von Mises-Fisher Distribution. *Biometrika*, Vol. 63, no. 1. Hal. 203-206.
- Mathews P. 2000. The circular normal distribution. Ohio: Mathew Malnar and Bailey, Inc. <http://www.mmbstatistical.com/ToT/distofr.pdf>. [18 Mei 2010].
- Mattjik A. A. & Sumertajaya I. M. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB*. 2nd Ed. IPB Press. Bogor.
- Mattjik A. A., 2005. *Interaksi Genotipe dan Lingkungan dalam Penyediaan Sumberdaya Unggul*. Naskah Orasi Ilmiah Guru Besar Biometrika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd ed. Chapman and Hall, London.
- Mengersen, K.L., C.P. Robert, C. G. Jouyau. 1998. MCMC Convergence Diagnostics: A Review. <http://www.cvmcmc.eu/CntrlVrtsPapers/mengersen-robert.pdf> [08 Maret 2011].
- Morisson DF. 1978. *Multivariate Statistical Methods*, 2nd ed. Kogakusha: McGraw-Hill.
- Ntzoufras, I. 2009. *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Rencher AC. 2002. *Methods of multivariate analysis* 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Resende, M. D. P & R. Thompson, 2004. Factor Analytic Multiplicative Mixed Model in The Analysis of Multiple Experiments. *Rev. Mat. Estat.*, vol. 22. No. 2. Sao Paulo.

- Robert, C.P and G. Casella. 2010. *Introducing Monte Carlo Methods with R*. Springer Verlag. NY.
- Smith. A., B. Cullis, D. Lockett, G. Hollamby and R. Thompson. 2002. Exploring genotype-environment data using random effects AMMI models with adjustments for spatial field trend: Part 1-2: Theory-Applications. In: Kang, M.S. (Ed). *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding*. CAB International, UK
- Sues, E.A and B.E. Tumbro. 2010. *Introduction to Probability Simulation and Gibbs Sampling with R*. Springer. NY.
- Sumertajaya, IM. 2005. *Kajian Pengaruh Inter Blok dan Interaksi Pada Uji Lokasi Ganda dan Respon Ganda [Disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Sumertajaya, I M. 1998. *Perbandingan Model AMMI dan Regresi Linier untuk Menerangkan Pengaruh Interaksi Percobaan Lokasi Ganda*. Tesis. Program Studi Statistika Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor
- Terbeck W. and Davies P. 1998. Interactions and Outliers in The Two-way Analysis of Variance, *The Annals of Statistics*, 26:1279-1305.
- Turner, H. & D. Firth, 2009. *Generalized Nonlinear Models in R: An overview of the gnm package*. University of Warwick, UK.
- Van Eeuwijk, F A, 1995. Multiplicative Interaction in Generalized Linear Models. *Biometrics*, 51, p. 1017–1032.
- Viele, Kert. And C. Srinivasan. 1999. Parsimonious estimation of Multiplicative Interaction in Analysis of Variance using Kullback-Leiber Information. <http://sclab.yonsei.ac.kr/publications/Papers/DJ/E01002220577%5B1%5D.pdf> [16 Mei 2009].
- Yee, T.W. & T.J. 2003. Hastie, *Reduced-rank Vector Generalized Linear Models*. *Statistical Modelling*; 3: 15–41.
- Yuliyanti R. 2009. *Identifikasi genotipe yang memberikan kontribusi terhadap interaksi genotipe x lingkungan pada model ammi [Tesis]*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.