

EXECUTIVE SUMMARY

PENELITIAN FUNDAMENTAL



**PENGEMBANGAN MODEL ZERO-INFLATED POISSON (ZIP) DAN
MODEL ZERO-INFLATED NEGATIVE BINOMIAL (ZINB) SEBAGAI
UPAYA PENGUATAN KUANTITATIF PADA PEMODELAN SERANGAN
HAMA/PENYAKIT TANAMAN**

Ketua Tim Peneliti

Dr. Alfian Futuhul Hadi, M.Si.

NIDN 0019077403

UNIVERSITAS JEMBER

2014

**PENGEMBANGAN MODEL ZERO-INFLATED POISSON (ZIP) DAN
MODEL ZERO-INFLATED NEGATIVE BINOMIAL (ZINB)
SEBAGAI UPAYA PENGUATAN KUANTITATIF PADA
PEMODELAN SERANGAN HAMA/PENYAKIT TANAMAN¹**

On Development of The Zero-Inftated Poisson (ZIP) Model and The Zero-Inflated
Negative Binomial (ZINB) Model for Strengthening Quanttitatively
the plant protection model.

Alfian Futuhul Hadi ² dan Halimatus Sa'diyah³

email: afhadi@unej.ac.id

ABSTRACT

This research wants to contribute to increase the productivity of food crops and plantations through strengthening the modeling of pests/diseases of plants, quantitatively in some crops and plantation commodities such as coffee, cocoa, and soybeans. Problems in modeling pest/disease in the study originated began with recording pest/disease conducted in several forms, namely (i) recording an attackace in percentage (ii) recording the total of counts pest population or the number of infected plants, and (iii) recording the severity of pest/disease in categorical. In order to improve the accuracy of the model and exploration of important information about the pest/disease, these forms of recording requires special handling in statistical modeling, several problems arise in each of the data recording. Modeling percentage of attacks through log-binomial models realy face non-convergeneity, while the count data face at least two major problems, namely overdispersion dan the zero valued obsevation. Mathematically, the development of the model of pest/disease is becoming absolutely necessary. The development here will be carried out in order to

¹ Fundamental Research Grant 2014, Ministry of Education The Republic of Indonesia, part of this result had present orally at *The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13)* in Bogor, Indonesia, December 18th 2014

² Statistical Laboratory, Department of Mathematics, The Universitas Jember, Indonesia

³ Biometrics Laboratory, Department of Agronomy, The Universitas Jember, Indonesia

provide a model become more general(ized), and more useful information gained by modeling the severity or degree of crop damage by pests / diseases. In this case we have confidence that this development can be done from what is obtained from the development of the two previous issues, namely the model log-binomial and Poisson models. The results that have been achieved can be reported here are: (1) Development of counting data models can be done through the expansion of the Poisson models towards models Zero inflated Poisson (ZIP). This is motivated by the Poisson limitations on the assumption of equality between Poisson mean and its variance. This became possible due to the expansion of the distribution obtained by accommodating ZIP into the binomial distribution Poisson distribution. (2) Expansion of the Poisson to ZIP been able to do on the model of additive and multiplicative models will be carried on. (3) With the advancement of computer technology and the internet, statistical computing have entered the era of the web-based programming online. Statistical computing can be done online and has been facilitated by IT Unit of UNEJ (called UPT-TI) for computer-intensive research at the University of Jember. One can do this by accessing <http://rstudio.unej.ac.id>, of course by getting user account and password firstly, due to security and privacy. (4) Dissemination of this scientific research conducted at the National Seminar on Mathematics 2014, November 19, 2014 to the results of the additive-multiplicative models on the Poisson distribution and overdispersi problem. While the results of the multiplicative Poisson and ZIP models presented at the 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13) in Bogor December 2014.

Keywords: Counting Data, Poisson, Negative Binomial, excess zero, ZIP, ZINB, overdispersi.

**PENGEMBANGAN MODEL ZERO-INFLATED POISSON (ZIP) DAN
MODEL ZERO-INFLATED NEGATIVE BINOMIAL (ZINB)
SEBAGAI UPAYA PENGUATAN KUANTITATIF PADA
PEMODELAN SERANGAN HAMA/PENYAKIT TANAMAN¹**

On Development of The Zero-Inftated Poisson (ZIP) Model and The Zero-Inflated
Negative Binomial (ZINB) Model for Strengthening Quanttitatively
the plant protection model.

Alfian Futuhul Hadi ² dan Halimatus Sa'diyah³

email: afhadi@unej.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini ingin berkontribusi pada peningkatan produktifitas tanaman pangan dan perkebunan melalui penguatan kuantitatif pada pemodelan serangan hama/penyakit tanaman pada beberapa komoditas tanaman pangan maupun perkebunan seperti kopi, kakao, dan kedelai. Permasalahan pada pemodelan serangan hama/penyakit dalam penelitian berawal dari pencatatan data serangan hama/penyakit yang dilakukan dalam beberapa bentuk yaitu (i) pencatatan persentase serangan (ii) pencatatan dalam bentuk cacahan/*counting* populasi hama atau banyaknya tanaman terserang, dan (iii) pencatatan tingkat keparahan (*severity*) serangan hama/penyakit dalam bentuk kategorik. Ketiga bentuk pencatatan tersebut memerlukan penanganan pemodelan secara khusus, guna meningkatkan keakuratan model dan eksplorasi informasi penting tentang serangan hama/penyakit. Beberapa permasalahan muncul pada masing-masing bentuk pencatatan data tersebut. Pemodelan persentase serangan melalui model Log-binomial menghadapi masalah ketakkonvergenan yang nyata, sedangkan pada pencatatan cacahan menghadapi

¹ Penelitian Fundamental tahun anggaran 2014, DP2M DIKTI, sebagian hasil penelitian ini telah dideseminasi pada *The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13)* di Bogor pada 18 Desember 2014

² Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember

³ Jurusan Agronomi FAPERTA Universitas Jember

setidaknya dua masalah utama yaitu pengamatan nilai nol dan *overdispersi*. Sehingga secara matematis, pengembangan pada model serangan hama/penyakit ini menjadi mutlak diperlukan. Sedangkan pada pencatatan tingkat keparahan, pengembangan dilakukan sebagai upaya perluasan untuk memberikan model yang mampu memberikan informasi yang lebih bermanfaat tentang tingkat keparahan atau tingkat kerusakan pertanaman akibat serangan hama/penyakit. Dalam hal ini peneliti memiliki keyakinan sementara bahwa pengembangan ini dapat dilakukan dari apa yang diperoleh dari hasil pengembangan dua permasalahan sebelumnya, yaitu model Log-Binomial dan model Poisson.

Hasil yang telah dicapai yaitu (1) Pengembangan model cacahan dapat dilakukan melalui perluasan model Poisson menuju model Zero Inflated Poisson (ZIP). Hal ini dimotivasi oleh keterbatasan Poisson pada asumsi kesamaan ragam dan rata-rata. Perluasan ini menjadi memungkinkan karena distribusi ZIP diperoleh dengan mengakomodir distribusi binomial kedalam distribusi Poisson. (2) Perluasan dari Poisson ke ZIP telah dapat dilakukan pada model aditif dan akan dilakukan pada model multiplikatif. (3) Dengan kemajuan teknologi computer dan jaringan internet, komputasi statistika telah memasuki era online programming dengan berbasis web. Komputasi statistika dapat dilakukan secara online dan telah difasilitasi oleh UPT TI UNEJ untuk kepentingan riset yang lebih luas di Universitas Jember. Hal ini dapat dilakukan dengan mengakses <http://rstudio.unej.ac.id> tentunya dengan mendapatkan user account dan password lebih dulu, untuk tujuan keamanan dan privacy. (4) Deseminasi hasil penelitian ilmiah dilakukan pada Seminar Nasional Matematika 2014, 19 November 2014 untuk hasil tentang model aditif-multiplikatif pada distribusi Poisson dan masalah *overdispersi*. Sedangkan hasil tentang model multiplikatif Poisson dan ZIP dipresentasikan pada *The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13)* di Bogor Desember 2014. (5) Publikasi akan dilakukan pada jurnal nasional ber-ISBN yaitu Jurnal Ilmu Dasar.

Keywords: *Counting Data, Poisson, Negative Binomial, excess zero, ZIP, ZINB, overdispersi.*

**PENGEMBANGAN MODEL ZERO-INFLATED POISSON (ZIP)
DAN MODEL ZERO-INFLATED NEGATIVE BINOMIAL (ZINB)
SEBAGAI UPAYA PENGUATAN KUANTITATIF PADA
PEMODELAN SERANGAN HAMA/PENYAKIT TANAMAN¹**

On Development of The Zero-Inftated Poisson (ZIP) Model and The
Zero-Inflated Negative Binomial (ZINB) Model for Strengthening
Quanttitatively the plant protection model.

Alfian Futuhul Hadi ² dan Halimatus Sa'diyah³

email: afhadi@unej.ac.id

EXECUTIVE SUMMARY

LATAR BELAKANG DAN TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini ingin berkontribusi pada peningkatan produktifitas tanaman pangan dan perkebunan melalui penguatan kuantitatif pada pemodelan serangan hama/penyakit tanaman pada beberapa komoditas tanaman pangan maupun perkebunan seperti kopi, kakao, dan kedelai. Permasalahan pada pemodelan serangan hama/penyakit dalam penelitian berawal dari pencatatan data serangan hama/penyakit yang dilakukan dalam beberapa bentuk yaitu (i) pencatatan persentase

¹ Penelitian Fundamental tahun anggaran 2014

² Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember

³ Jurusan Agronomi FAPERTA Universitas Jember

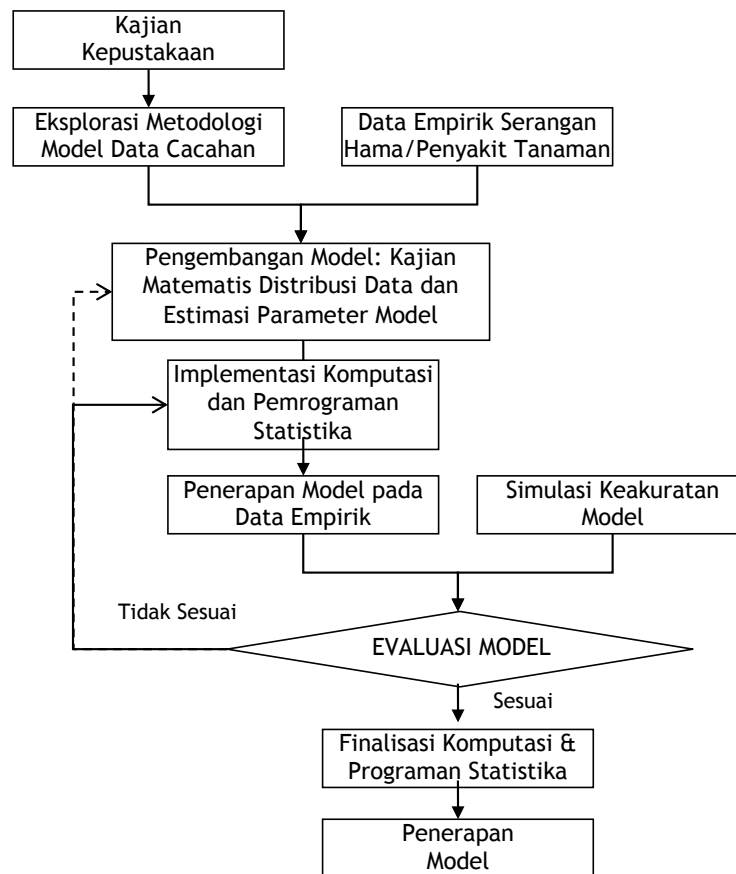
serangan (ii) pencatatan dalam bentuk cacahan/*counting* populasi hama atau banyaknya tanaman terserang, dan (iii) pencatatan tingkat keparahan (*severity*) serangan hama/penyakit dalam bentuk kategorik. Ketiga bentuk pencatatan tersebut memerlukan penanganan pemodelan secara khusus, guna meningkatkan keakuratan model dan eksplorasi informasi penting tentang serangan hama/penyakit. Beberapa permasalahan muncul pada masing-masing bentuk pencatatan data tersebut. Pemodelan persentase serangan melalui model Log-binomial menghadapi masalah ketakkonvergenan yang nyata, sedangkan pada pencatatan cacahan menghadapi setidaknya dua masalah utama yaitu pengamatan nilai nol dan *overdispersi*. Sehingga secara matematis, pengembangan pada model serangan hama/penyakit ini menjadi mutlak diperlukan. Sedangkan pada pencatatan tingkat keparahan, pengembangan dilakukan sebagai upaya perluasan untuk memberikan model yang mampu memberikan informasi yang lebih bermanfaat tentang tingkat keparahan atau tingkat kerusakan pertanaman akibat serangan hama/penyakit. Dalam hal ini peneliti memiliki keyakinan sementara bahwa pengembangan ini dapat dilakukan dari apa yang diperoleh dari hasil pengembangan dua permasalahan sebelumnya, yaitu model Log-Binomial dan model Poisson.

METODOLOGI

Strategi Pengembangan Model

Strategi umum penelitian ini adalah “Pengembangan model statistika untuk hama dan penyakit pada komoditas perkebunan (yang menjadi komoditas unggulan riset Universitas Jember) dalam penelitian ini dilakukan melalui model yang telah berkembang pada tanaman pangan (padi/jagung)”. Secara khusus, strategi pengembangan model dilakukan dengan mengembangkan apa yang sudah dilakukan peneliti sebelumnya, dan secara ringkas digambarkan oleh diagram tulang ikan pada Gambar 2.

Tiga topik utama akan dikembangkan untuk mendapatkan model serangan hama yang komprehensif. Masalah pertama yaitu penanganan data persentase serangan akan dikembangkan menjadi model serangan hama/penyakit dengan model Log-Binomial.



Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian untuk Masing-masing Topik Pemodelan

HASIL-HASIL PENELITIAN

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, tiga pekerjaan utama penelitian ini adalah (1) pengembangan model melalui penurunan matematis melalui eksplorasi metodologi dari kajian kepustakaan (2) implementasi komputasi melalui pemrograman dengan software statistika, dan (3) penerapan/uji coba dan perbaikan model. Pada tahun ini ketiganya akan dilakukan pada pengembangan model aditif dan multiplikatif untuk distribusi data Poisson, dan Zero Inflated Poisson (ZIP).

Pengembangan Model Aditif-Multiplikatif pada data cacahan sebaran Poisson dan Zero Inflated Poisson

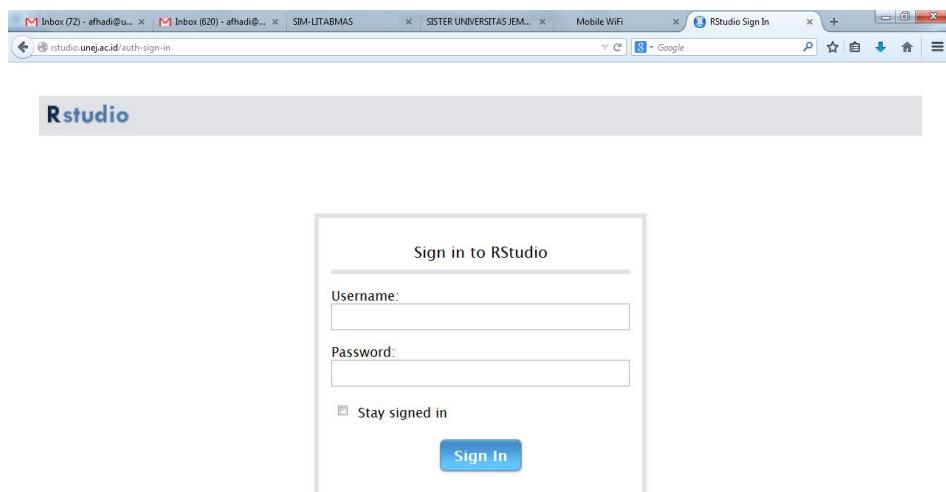
Naskah akademik hasil penelitian ini, sebagaimana ditargetkan akan ditulis dalam publikasi dan deseminasi pada seminar nasional/internasional. Deseminasi ilmiah (1)

tentang model aditif-multiplikatif telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Matematika 2014, 19 November 2014 di Universitas Jember, hasil ini akan dipublikasi pada jurnal nasional ber-ISBN, rencananya pada Jurnal Ilmu Dasar (JID).

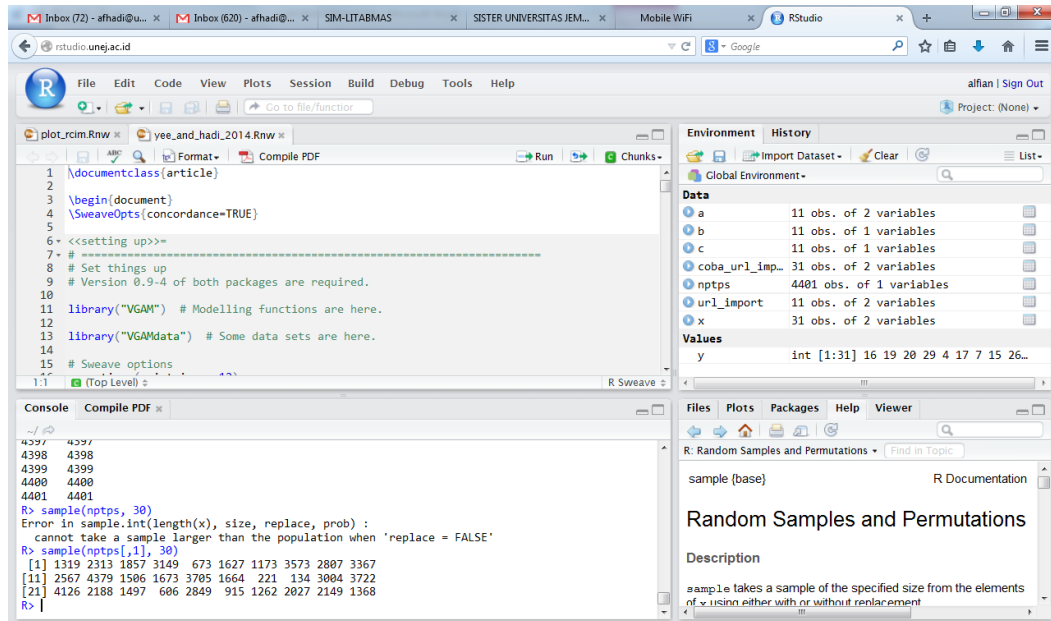
Artikel (2) tentang model multiplikatif distribusi ZIP dipersiapkan untuk seminar internasional setidaknya awal tahun depan. Full paper (lampiran 4) dipresentasikan pada seminar The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13). Penulisan artikel ini merupakan pemodelan multiplikatif dengan mengintroduksi konsep GLM pada model aditif ke dalam model multiplikatif. Model multiplikatif distribusi Normal diperluas untuk distribusi Poisson dan ZIP.

Implementasi Komputasi Pemrograman Statistika

Implementasi komputasi model Multiplikatif Poisson dan Zero Inflated Poisson pada <http://rstudio.unej.ac.id> yang merupakan sub domain khusus diperuntukkan bagi riset dan pengembangan komputasi statistika. Komputasi statistika dilakukan dengan pemrograman berbasis web berbasis web yang merupakan kerjasama laboratorium Statistika FMIPA Universitas Jember (UNEJ) dan difasilitasi oleh Unit Pelaksana Teknis Teknologi Informasi (UPT-TI) UNEJ dengan penyediaan server-node khusus untuk keperluan riset dan komputasi statistika. Teknologi yang digunakan sangat mutakhir dimana memungkinkan dilakukannya komputasi secara remote ke server UNEJ. Tidak lagi memerlukan instalasi lokal, bahkan tidak memerlukan sumberdaya komputer yang canggih, cukup dengan laptop atau netbook dengan akses internet yang cepat.



Gambar 4. Username dan Password untuk RStudio



Gambar 5. Komputasi Statistika online di <http://rstudio.unej.ac.id>

Gambar 4 menunjukkan akses <http://rstudio.unej.ac.id> dengan *username* dan *password*, sedangkan gambar 5 menunjukkan screen shoot jalanya komputasi online di rstudio UNEJ.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Pengembangan model cacahan dapat dilakukan melalui perluasan model Poisson menuju model Zero Inflated Poisson (ZIP). Hal ini dimotivasi oleh keterbatasan Poisson pada asumsi kesamaan ragam dan rataan. Perluasan ini menjadi memungkinkan karena distribusi ZIP diperoleh dengan mengakomodir distribusi binomial kedalam distribusi Poisson.
3. Dengan kemajuan teknologi computer dan jaringan internet, komputasi statistika telah memasuki era *online* programming dengan berbasis web. Komputasi statistika dapat dilakukan secara online dan telah difasilitasi oleh UPT TI UNEJ untuk kepentingan riset yang lebih luas di Universitas Jember. Hal ini dapat dilakukan dengan mengakses <http://rstudio.unej.ac.id> tentunya dengan

mendapatkan user acont dan password lebih dulu, untuk tujuan keamanan dan privacy.

4. Deseminasi hasil penelitian ini dilakukan pada forum Seminar Nasional dan Internasional. Yang pertama, hasil tentang model aditif-multiplikatif dipresentasikan pada Seminar Nasional Matematika 2014, 19 November 2014 di Universitas Jember. Sedangkan hasil tentang model multiplikatif Poisson dan ZIP akan dipresentasikan pada *The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences* (ICCS-13) di Bogor Desember 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, A. F. & H. Sa'diyah. 2015. Row-Column Interaction Models for Zero-Inflated Poisson Count Data in Agricultural Trial. Proceedings The 13th Islamic Countries Conference on Statistical Sciences (ICCS-13). Islamic Countries Society of Statistical Sciences (ISOSS), Lahore, Pakistan.
- Hadi A F, Mattjik A A, & Sumertajaya I M. 2010. Generalized AMMI Models For Assessing the Endurance of Soybean to Leaf Pest. *Jurnal Ilmu Dasar*. 11(2): 151-159. s
- Hadi AF, IM Sumertajaya, IM Tirta. 2008. Model AMMI pada Data Binomial: Model Logit-Bilinear. *Seminar Nasional Sains & Teknologi, Universitas Lampung*.
- Hadi, AF, Sa'diyah H, & Sumertajaya I M. 2007. Penanganan Ketaknormalan Data pada Model AMMI menggunakan Transformasi Box-Cox. *Jurnal Ilmu Dasar* 8(2): 165-174.
- Herawati N, AF Hadi, Nusyirwan, K Nisa. 2008. Regresi Rasio Prevalensi dengan Model Log-Binomial: Isu Ketaknormalan. *Seminar Nasional Matematika & Pendidikan Matematika, UNY Yogyakarta*.
- Turner, H. & Firth, D. (2009). Generalized nonlinear models in R: An overview of the gnm package. URL <http://CRAN.R-project.org/package=gnm>. R package version 0.10-0. UK: University of Warwick.
- van Eeuwijk, FA. 1995. Multiplicative Interaction in Generalized Linear Models. *Biometrics*, 51:1017-1032.
- Yee, T W. & Hadi. A. F. (2014). Row Column Interaction Models, with an R implementation. *Computational Statistics*, 29:1427-1445.

- Yee TW & Hadi AF. 2011. Row Column Association Models. *26th International Workshop on Statistical Modelling (IWSM2011)* Universitat de València July 11-15th, 2011 .
- Yee, T.W. (2010). The VGAM package for categorical data analysis. *Journal of Statistical Software*, 32, 1--34.
- Yee, T.W., and Hastie, T.J. (2003). Reduced-rank vector generalized linear models. *Statistical Modelling*, 3, 15--41.