

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA PENDERITA GIZI BURUK PADA BALITA DI PAPUA TAHUN 2015 DENGAN METODE REGRESI *ZERO INFLATED POISSON* (ZIP)

Nurmaleni dan Nurahmah Fadilah Rahayu

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

Email: Nurmaleni@uinjkt.ac.id

Abstract: One of the health problems in Indonesia is the increase of the mortality of children under five-year-old caused by malnutrition. Malnutrition and affecting factors can be modeled with Poisson Regression Analysis. Poisson Regression is one of the regression model that is can be used to model the relationship between the variable response is discrete data and variable predictor is discrete data, continuous data, or mixed. In Poisson Regression assume equidispersion where mean of the variable response equals to variance. But, variance of the variable response is greater than mean value often found in many situation. That condition is overdispersion. Overdispersion in poisson regression can make standard error smaller than the real value (underestimate). Too many zero value in observation is one cause of overdispersion in data. The method that can solve overdispersion problems is Zero Inflated Poisson (ZIP) regression. In this research, Zero Inflated Poisson (ZIP) suitable to be used for modeling the mortality of children under five year-old caused by malnutrition and the affecting factors at Papua in year 2015, since zero value common to find. The result shows, the most affecting variable the mortality of children under five-year-old are caused poor family percentage and uneducated parents about nutrition.

Keywords: *Malnutrition, Poisson Regression, Overdispersion, Zero Inflated Poisson Regression.*

Abstrak: Salah satu permasalahan kesehatan di Indonesia adalah meningkatnya angka kematian balita yang disebabkan oleh Gizi Buruk. Kejadian gizi buruk pada balita dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dapat dimodelkan menggunakan analisis regresi Poisson. Regresi poisson adalah suatu metode regresi yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara peubah respon berupa data diskrit dengan peubah predictor berupa data kontinu, ataupun campuran. Regresi poisson mengasumsikan equidispersi yaitu keadaan dimana nilai mean dan ragam peubah respon sama. Namun, kenyataannya sering kali ditemukan kondisi dimana ragam peubah respon lebih besar dari nilai mean nya (overdispersi). Overdispersi pada regresi poisson menghasilkan standar error jauh lebih kecil dari nilai sebenarnya (underestimate). Banyaknya observasi bernilai nol adalah salah satu penyebab terjadinya overdispersi pada data. Metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan overdispersi pada regresi poisson adalah regresi Zero Inflated Poisson (ZIP). Sehingga pada penelitian ini, metode regresi Zero Inflated Poisson (ZIP) lebih tepat digunakan untuk pemodelan kejadian gizi buruk pada balita dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Provinsi Papua tahun 2015, karena data kejadian gizi buruk memiliki nilai nol yang cukup banyak. Hasil analisis menunjukkan bahwa peubah yang berpengaruh signifikan terhadap penderita gizi

buruk pada balita adalah presentase keluarga miskin dan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi balita.

Kata kunci: *Gizi Buruk, Regresi Poisson, overdispersi, regresi Zero Inflated Poisson.*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu Negara berkembang dengan berbagai macam permasalahan kesehatan khususnya adalah angka kematian balita yang terus meningkat. Kebutuhan gizi yang tidak terpenuhi adalah salah satu faktor yang menyebabkan meningkatnya angka kematian balita. Tercatat satu dari tiga anak di dunia meninggal setiap tahun akibat buruknya kualitas gizi. Data Departemen Kesehatan Indonesia menunjukkan setidaknya 3,5 juta anak meninggal tiap tahun karena masalah kekurangan gizi dan buruknya kualitas makanan [5].

Penelitian tentang gizi buruk telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Paramita [4] melakukan klasifikasi terhadap status gizi buruk di Kabupaten Nganjuk. Metode yang digunakan adalah *bagging* regresi logistik ordinal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa status gizi buruk di Kabupaten Nganjuk mengalami kenaikan penderita gizi buruk pada balita sebesar 2,04%. Hayati [3] melakukan pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur berdasarkan status gizi buruk balita menggunakan metode regresi spline. Hasil penelitian Hayati [3] menunjukkan bahwa status gizi buruk yang mengalami kenaikan yang signifikan adalah Kabupaten Nganjuk. Kemudian, Riskayanti [7] telah meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah regresi multivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi derajat kesehatan di Provinsi Jawa Timur adalah faktor kemiskinan. Sejauh ini, belum ada yang melakukan penelitian tentang pemodelan angka penderita gizi buruk di Papua.

Balitbangkes kementerian kesehatan 2014 menyatakan Papua adalah satu dari tiga provinsi yang mengalami kekurangan kalori dan protein terparah. Berdasarkan data dinas merauke, persentase gizi buruk berkisar 20% dari jumlah balita yaitu 14% kasus gizi buruk dan 6% gizi kurang [13]. Beberapa faktor penyebab gizi buruk diantaranya adalah faktor ekonomi, pendidikan, produktivitas pertanian dan pelayanan kesehatan. Menurut BPS penyebab gizi buruk dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kurangnya persediaan pangan di suatu daerah, kurangnya pengetahuan tentang kriteria perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), sarana transportasi yang belum memadai, dan kekurangan Jumlah Tenaga medis [6].

Metode yang dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk pada balita salah satunya adalah analisis regresi. Analisis regresi adalah analisis statistika yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara peubah tak bebas (Y) dan peubah bebas (X). Model regresi yang digunakan jika peubah tak bebas (Y) berupa data diskrit dan peubah bebas (X) berupa data diskrit, kontinu maupun campuran adalah model regresi poisson. Regresi poisson mengasumsikan equidispersi yaitu keadaan dimana nilai mean dan ragam peubah tak bebas sama. Namun, kenyataannya sering kali ditemukan kondisi dimana ragam peubah tak bebas lebih besar dari nilai mean nya (*overdispersi*). Salah satu penyebab terjadinya *overdispersi* adalah banyaknya nilai nol pada peubah tak bebas (Y). Metode yang digunakan untuk mengatasi masalah *overdispersi* karena peubah tak bebas (Y) mengandung nilai nol yang terlalu banyak adalah metode regresi *Zero Inflated Poisson (ZIP)*.

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data penderita gizi buruk di Provinsi Papua tahun 2015 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Papua. Lili PS (2014) menyatakan bahwa Regresi ZIP lebih baik dari pada regresi poisson pada kajian overdispersi terhadap data terapan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dengan studi kasus faktor yang mempengaruhi mahasiswa pasca sarjana IPB berhenti studi pada masing-masing program studi [14]. Metode ZIP digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi angka penderita gizi buruk pada balita di Provinsi Papua tahun 2015 karena pada data penderita gizi buruk terdapat nilai nol yang cukup banyak.

Regresi Poisson

Regresi Poisson adalah model regresi yang dapat digunakan pada data dimana peubah tak bebas berdistribusi diskrit. Model regresi Poisson merupakan model standar untuk data diskrit dan merupakan model regresi non linear [1]. Misalkan y adalah jumlah kejadian yang terjadi pada satu periode dengan nilai parameter dari sebaran poisson λ . Peubah Y merupakan peubah acak yang menyebar poisson dengan fungsi masa peluang adalah

$$P(y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

dengan asumsi pada regresi poisson adalah $E[Y] = \mu_Y = \text{Var}[Y]$. Bentuk model regresi Poisson adalah sebagai berikut:

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i, y_i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

dimana y_i adalah jumlah kejadian dan μ_i adalah mean jumlah kejadian dimana μ_i diasumsikan tidak berubah dari data ke data.

Proses pemodelan linear pada data yang berdistribusi Poisson dapat menggunakan *Generalized Linier Model* (GLM). Oleh karena itu, persamaan distribusi Poisson dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P(y_i; \beta) = \frac{[\mu(x_i; \beta)]^{y_i} \exp - [\mu(x_i; \beta)]}{y_i!}, \quad (3)$$

dimana $\mu_i = \mu(x_i; \beta) = \exp(\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi})$. $\mu(x_i; \beta)$ adalah mean Poisson dan vektor $\boldsymbol{\beta}$ menunjukkan parameter yang akan ditaksir. Selanjutnya, model regresi Poisson dengan penghubung log dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = \mu_i + \varepsilon_i = \exp(\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \varepsilon_i, \quad (4)$$

Pengujian kesesuaian distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan statistik uji [9]:

$$D = \text{Sup}|F(y) - S_n(y)|,$$

dimana $F(y)$ adalah suatu fungsi peluang kumulatif data sampel, $S_n(y)$ suatu fungsi distribusi kumulatif Poisson, dan D jarak maksimum antara fungsi distribusi empiris dengan fungsi distribusi *Poisson*. H_0 ditolak jika nilai statistik uji $D > D_{(n, \alpha)}$ nilai statistik *Kolmogorov*

Smirnov. Selain itu, kriteria pengujian dalam uji *Kolmogorov-smirnov* adalah tolak H_0 jika nilai signifikansi $< \alpha$.

Penduga Parameter Regresi Poisson

Metode MLE (*Maximum Likelihood Estimator*) adalah salah satu metode penaksir parameter yang digunakan untuk menaksir parameter suatu model yang diketahui distribusinya. Berdasarkan persamaan distribusi poisson yang ditunjukkan pada persamaan (3), metode kemungkinan maksimum akan memberikan hasil sebagai berikut :

$$\ln L(y; \beta) = \sum_{i=1}^n y_i \ln \mu(X_i; \beta) - \sum_{i=1}^n \mu(X_i; \beta) - \sum_{i=1}^n \ln (y_i!) \quad (5)$$

Fungsi likelihood diatas didiferensialkan terhadap masing-masing parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ dan nilainya di sama dengankan dengan nilai nol, yaitu

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_0} \\ \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_1} \\ \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_2} \\ \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_3} \\ \vdots \\ \frac{\partial \ln L(y; \beta)}{\partial \beta_p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Metode iterasi yang digunakan untuk menduga koefisien parameter regresi Poisson adalah metode Newton Raphson dengan persamaan sebagai berikut:

$$\beta^{(k+1)} = \beta^{(k)} - (H^{(k)})^{-1}U^{(k)},$$

dengan $U^{(k)}$ adalah turunan pertama dari $\ln L(y; \beta)$ dan $(H^{(k)})$ adalah turunan kedua dari $\ln L(y; \beta)$, sehingga dugaan model regresi poisson dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{y}_i = \hat{\mu}_i + \varepsilon_i = \exp(\mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \varepsilon_i. \quad (7)$$

Pengujian Kesesuaian Model Regresi Poisson

Untuk menguji kesesuaian atau ketepatan model regresi Poisson dapat digunakan statistik uji rasio likelihood dengan formula sebagai berikut:

$$G = -2 \ln \left[\frac{L_0}{L_1} \right] \sim \chi^2_{(p)}, \quad (8)$$

Dengan L_0 adalah likelihood tanpa peubah bebas dan L_1 adalah likelihood dengan peubah bebas. Tolak H_0 pada taraf signifikansi α jika $G_{hitung} > \chi^2_{(\alpha, p)}$.

Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Poisson

Parameter model regresi poisson yang telah dihasilkan dari dugaan parameter belum tentu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap modelnya. Untuk menguji apakah

parameter model regresi poisson berpengaruh terhadap model dapat menggunakan Uji Wald. Adapun formula Uji Wald adalah sebagai berikut :

$$W_j = \left(\frac{\widehat{\beta}_j}{SE(\widehat{\beta}_j)} \right)^2 \sim \chi^2_{(1)}. \quad (9)$$

Hipotesis nol ditolak jika statistik uji $W_j > \chi^2_{(\alpha,1)}$ pada taraf signifikan tertentu. Penolakan hipotesis nol mengidentifikasi bahwa parameter dugaan berpengaruh terhadap model.

Overdispersi

Overdispersi adalah kondisi dimana nilai ragam lebih besar dari nilai rata-rata pada peubah Y. Overdispersi merupakan penyimpangan asumsi yang sering terjadi pada regresi poisson yang disebabkan oleh banyaknya observasi bernilai nol. Overdispersi pada regresi poisson menghasilkan simpangan baku dari dugaan parameter jauh lebih kecil dari nilai sebenarnya (underestimate) dan uji signifikansi dari peubah bebas jauh lebih besar dari nilai sebenarnya (overestimate), sehingga kesimpulan yang dihasilkan menjadi tidak valid [11].

Ukuran penyebaran suatu kelompok data terhadap nilai tengah data disebut dengan dispersi. Ragam yang homogen menunjukkan bahwa nilai disperse pada data kecil begitu juga sebaliknya. Suatu data dikatakan overdispersi jika rasio disperse τ bernilai lebih dari satu dan konstan. Untuk mendeteksi overdispersi pada regresi poisson dapat menggunakan *Pearson's Chi-Square* yang dibagi derajat bebasnya. Formula untuk uji statistik *Pearson's Chi-Square* adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - E(Y))^2}{Var(Y)} \text{ dengan rasio disperse } \tau = \frac{\chi^2}{n-k}.$$

Jika nilai τ lebih besar dari satu artinya terdapat keragaman data pada peubah (Y) terhadap regresi poisson, sehingga dapat dikatakan bahwa data overdispersi.

Regresi Zero Inflated Poisson (ZIP)

Model regresi *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) sebagai model yang digunakan untuk mengatasi masalah overdispersi pada regresi poisson diperkenalkan pada tahun 1998 oleh Ridout *et al* [12]. Jika Y_i adalah peubah acak yang mempunyai distribusi $ZIP \sim (\mu, \omega)$, nilai nol pada observasi diduga muncul dalam dua cara yang sesuai untuk keadaan (state) yang terpisah. Keadaan pertama disebut zero state terjadi dengan peluang ω_i yang menghasilkan observasi bernilai nol, dan keadaan kedua disebut dengan poisson state terjadi dengan peluang $(1 - \omega_i)$ dan berdistribusi Poisson dengan mean μ_i . Distribusi $ZIP \sim (\mu, \omega)$ memiliki fungsi massa peluang sebagai berikut:

$$P(Y = y_i) = \begin{cases} \omega_i + (1 - \omega_i)e^{-\mu}, & \text{untuk } y_i = 0, \\ (1 - \omega_i) \frac{e^{-\mu} \mu^{y_i}}{y_i!}, & \text{untuk } y_i = 1, 2, \dots, \text{ dan } 0 \leq \omega \leq 1, \end{cases} \quad (10)$$

dengan $Y \sim ZIP(\mu, \omega)$, dengan perhitungan sederhana diperoleh:

$$E(Y) = (1 - \omega)\mu \text{ dan } Var(Y) = \mu(1 - \omega)(1 + \mu\omega)$$

Model gabungan untuk μ dan ω sebagai berikut:

$$\ln(\mu_i) = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\beta} \text{ dan } \log it(\omega_i) = \ln\left(\frac{\omega_i}{(1 - \omega_i)}\right) = \mathbf{X}_i^T \boldsymbol{\gamma} \quad (11)$$

\mathbf{X}_i^T adalah matriks peubah bebas berukuran $1 \times p$, $\boldsymbol{\beta}$ dan $\boldsymbol{\gamma}$ adalah vektor parameter berukuran $p \times 1$ yang akan diduga dan ω adalah peluang observasi bernilai nol [2].

Pendugaan Parameter Model Regresi ZIP

Metode pendugaan parameter regresi ZIP adalah menggunakan metode MLE dengan pendekatan Algoritma EM. Algoritma EM memberikan prosedur sederhana yang dapat diimplementasikan dalam software standar, atau metode penduga langsung seperti metode Newton-Rapshon. Untuk mempermudah perhitungan dalam menduga koefisien parameter digunakan fungsi log kemungkinan terhadap pengamatan, dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma} | z_i, y_i) &= \sum_{i=1} (z_i x_i^T \boldsymbol{\gamma}) - \ln(1 + \exp(x_i^T \boldsymbol{\gamma})) \\ &+ \sum_{i=1} ((1 - z_i)(y_i x_i^T \boldsymbol{\beta}) - \exp(x_i^T \boldsymbol{\beta})) - \sum_{i=1} (z_i) \ln y_i!. \end{aligned} \quad (12)$$

Persamaan (12) akan dimaksimumkan dengan menggunakan algoritma EM untuk menduga nilai $\boldsymbol{\beta}$ dan $\boldsymbol{\gamma}$. Pemilihan model terbaik pada regresi ZIP salah satunya dapat menggunakan nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*). Model yang memiliki nilai AIC yang paling kecil merupakan model terbaik.

Pengujian Kesesuaian Model Regresi ZIP

Untuk menguji kesesuaian model regresi ZIP dapat menggunakan statistik uji Rasio Likelihood dengan formula sebagai berikut:

$$G = 2 \ln \left[\frac{L(y; \omega)}{L(y; \mu)} \right] \sim \chi_{(2p)}^2. \quad (13)$$

Jika $G_{hitung} > \chi_{(\alpha, 2p)}^2$ maka hipotesis nol ditolak pada taraf nyata tertentu, artinya model sudah tepat untuk menjelaskan data.

Pengujian Signifikansi Parameter Regresi ZIP

Parameter model regresi poisson yang telah dihasilkan dari dugaan parameter belum tentu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model. Untuk menguji apakah parameter model ZIP berpengaruh terhadap model dapat menggunakan Uji Wald. Adapun formula Uji Wald adalah sebagai berikut:

- a. Uji signifikansi parameter model $\ln(\mu) = X\boldsymbol{\beta}$

$$W_j = \left(\frac{\widehat{\beta}_j}{SE(\widehat{\beta}_j)} \right)^2 \sim \chi_{(1)}^2. \quad (14)$$

Jika $W_j > \chi_{(\alpha, 1)}^2$ maka hipotesis nol ditolak pada taraf signifikan tertentu, artinya bahwa parameter ke- j dimana ($j=1, 2, \dots, k$) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model.

- b. Uji signifikansi parameter model $\log it(\omega) = X\boldsymbol{\gamma}$

$$W_j = \left(\frac{\hat{y}_j}{SE(\hat{y}_j)} \right)^2 \sim X_{(1)}^2. \quad (15)$$

Jika $W_j > X_{(\alpha,1)}^2$ maka hipotesis nol ditolak pada taraf signifikan tertentu, artinya bahwa parameter ke- j dimana ($j=1,2,\dots,k$) berpengaruh signifikan terhadap model.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Papua tahun 2015 yang bersumber dari Badan Pusat Statistika Provinsi Papua. Peubah tak bebas (Y) pada penelitian ini adalah jumlah Balita penderita Gizi Buruk tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Papua dengan jumlah 29 Kabupaten/Kota dan jumlah pengamatan yaitu 29 pengamatan. Berdasarkan indikator BPS peubah bebas (X) yang digunakan untuk penelitian ini adalah [8]:

1. Presentase Ketersediaan Pangan Bergizi menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_1)
2. Jumlah Tenaga medis (ahli Gizi) menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_2)
3. Jumlah Tenaga Sanitasi menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_3)
4. Presentase Keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_4)
5. Presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_5)
6. Presentase RT yang menggunakan Air Bersih Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015 (X_6)
7. Presentase Balita datang ke posyandu untuk cek kesehatan menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua 2015 (X_7)
8. Jumlah Puskesmas tersedia Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua tahun 2015 (X_8)
9. Presentase rumah tangga yang dapat menggunakan transportasi menuju ke Posyandu menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua tahun 2015 (X_9)
10. Presentase rumah tangga yang tidak memenuhi kriteria perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua tahun 2015 (X_{10}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data

Data terapan yang digunakan merupakan data tentang penderita gizi buruk dan faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk pada balita di Provinsi Papua. Alasan kenapa peneliti menggunakan data tentang penderita gizi buruk dan faktor-faktor apakah yang mempengaruhi gizi buruk pada balita di Provinsi Papua karena Papua merupakan satu diantara tiga provinsi yang mengalami masalah kekurangan protein dan kalori terparah. Berdasarkan data dinas merauke, persentase gizi buruk berkisar 20% dari jumlah balita yaitu 14% kasus gizi buruk dan 6% gizi kurang [13]. Menurut BPS penyebab gizi buruk dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kurangnya persediaan pangan di suatu daerah, kurangnya pengetahuan tentang kriteria perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), sarana transportasi yang belum memadai, dan kekurangan Jumlah Tenaga medis [6]. Data yang digunakan adalah data pada tahun 2015 yang terdiri dari 29 Kabupaten/Kota. Peubah yang digunakan adalah 10 peubah bebas yaitu $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$. Tabel 1 menunjukkan statistika deskriptif dari data penderita gizi buruk Papua 2015.

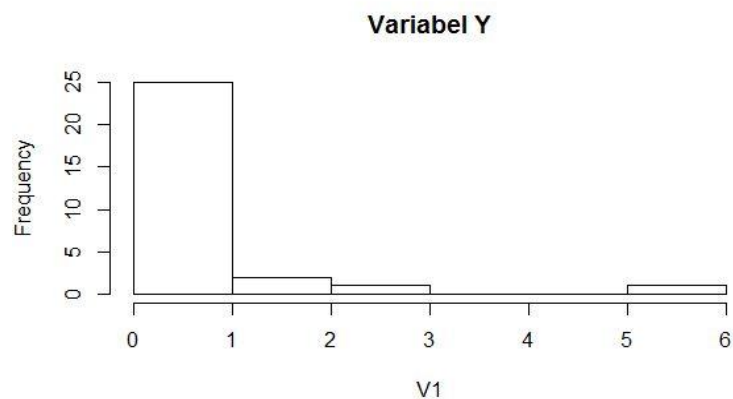
Dari Tabel 1 dapat dilihat antara peubah tak bebas (Y) dengan peubah bebas (X) yang akan digunakan untuk pemodelan regresi Poisson. Rata-rata dari presentase ketersediaan pangan bergizi adalah 56.897. Rata-rata dari jumlah tenaga medis sebesar 71.053 lebih kecil dibanding rata-rata jumlah tenaga sanitasi sebesar 17.00. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah tenaga medis lebih sedikit dibanding tenaga sanitasi. Rata-rata presentase pengetahuan orang tua mengenai gizi buruk sebesar 18.420, berbanding terbalik dengan rata-rata presentase balita yang datang ke posyandu untuk cek kesehatan sebesar 42.264. Rata-rata presentase RT yang menggunakan air bersih adalah 3.4442. Rata-rata jumlah puskesmas yang tersedia di Provinsi Papua adalah 13.586. Rata-rata presentase rumah tangga yang dapat menggunakan transportasi menuju posyandu adalah 2.1862. Kemudian untuk rata-rata RT yang memiliki kriteria perilaku hidup bersih (PHBS) di Provinsi Papua adalah 16.315.

Tabel 1. Deskripsi Statistik Data Penderita Gizi Buruk

Peubah	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviasi
Y	29	0.00	6.00	0.7931	1.2643
X ₁	29	3.00	154.00	56.897	33.978
X ₂	29	15.64	96.44	71.053	19.546
X ₃	29	0.00	47.00	17.00	11.793
X ₄	29	2.50	76.30	25.873	15.061
X ₅	29	3.60	60.40	18.420	12.864
X ₆	29	2.32	93.54	42.264	22.894
X ₇	29	0.00	14.67	3.4442	4.1541
X ₈	29	5.00	31.00	13.586	7.3022
X ₉	29	0.00	16.40	2.1862	3.6975
X ₁₀	29	12.34	25.30	16.315	2.4542

Model Regresi Poisson

Uji distribusi Poisson dilakukan dengan menggunakan histogram sebagai berikut:



Gambar 1. Histogram angka Penderita Gizi Buruk di Papua tahun 2015

Gambar 1 menjelaskan bahwa nilai 0 mendominasi data angka penderita gizi buruk di Papua tahun 2015. Dari histogram diatas juga terlihat bahwa data berdistribusi poisson dengan nilai 0 melebihi 51.72% dari total data. Selain itu, hasil statistik uji kolmogorov-smirnov untuk melihat apakah peubah tak bebas berdistribusi poisson menghasilkan nilai $D=0.064803 < D_{(29,0.1)} = 0.100$, sehingga dapat disimpulkan bahwa peubah tak bebas (Y) berdistribusi Poisson.

Pendugaan Parameter Regresi Poisson

Parameter diduga dengan menggunakan metode MLE, hasil dugaan parameter menggunakan yang didapatkan pada software Rstudio terangkum pada Tabel 2. Dari Tabel 2 didapatkan model regresi Poisson sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(-3.875 + 0.005X_{i1} + 0.013X_{i2} - 0.034X_{i3} - 0.068X_{i4} + 0.065X_{i5} + 0.028X_{i6} + 0.026X_{i7} + 0.057X_{i8} + 0.035X_{i9} + 0.054X_{i10}).$$

Pengujian Kesesuaian model Regresi Poisson

Statistik Uji Rasio Likelihood digunakan untuk menguji apakah model regresi poisson sudah layak atau sesuai menjelaskan data atau tidak. Dengan menggunakan formula (8) diperoleh nilai $G_{hitung} = 23.190 > G_{hitung} = 23.190 > 15.1987 = \chi^2_{(0.1,10)} = 15.199$. Berdasarkan statistik uji diatas maka hipotesis nol ditolak pada taraf signifikansi α . Penolakan H_0 artinya model regresi Poisson sudah layak dan dapat digunakan untuk melihat hubungan antara penyakit kasus gizi buruk dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Tabel 2. Penduga Parameter Regresi Poisson

Parameter	Nilai Dugaan	SE	Nilai- ρ
β_0	-3.875	3.397	0.254
β_1	0.005	0.010	0.600
β_2	0.013	0.015	0.388
β_3	-0.034	0.027	0.210
β_4	-0.068	0.028	0.016*
β_5	0.065	0.025	0.009*
β_6	0.028	0.017	0.091*
β_7	0.026	0.112	0.816
β_8	0.057	0.046	0.211
β_9	0.035	0.100	0.727
β_{10}	0.054	0.172	0.755

Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Poisson

Setelah pengujian terhadap kelayakan model regresi Poisson didapatkan, selanjutnya dari model regresi Poisson yang diperoleh dilakukan uji signifikansi parameter dengan menggunakan Uji Wald. Dari hasil uji Wald dapat diketahui peubah bebas (X) mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap peubah tak bebas (Y) dengan melakukan uji signifikansi terhadap masing-masing parameter. Berikut adalah hasil Uji signifikansi Parameter secara individu tersaji pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 nilai $W_j > X^2_{(\alpha,1)}$ terdapat pada peubah X_4 , X_5 , dan X_6 , sehingga dapat dikatakan bahwa ketiga peubah tersebut berpengaruh signifikan terhadap (Y) didalam model. Peubah X_4 menyatakan presentase Keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015, X_5 menyatakan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik untuk anak dan X_6 menyatakan presentase Rumah Tangga (RT) yang menggunakan air bersih. Setelah mendapatkan tiga peubah yang signifikan maka dapat dibentuk kombinasi dari tiga peubah tersebut. Berdasarkan jurnal kesehatan Indonesia diperoleh bahwa faktor yang mempengaruhi penderita gizi buruk adalah faktor kemiskinan dan pendidikan Orang tua [10]. Hal ini sesuai dengan peubah terpilih pada model Regresi Poisson diatas. Kombinasi

yang dapat dibentuk dari ketiga peubah tersebut adalah tujuh kombinasi. Ketujuh kombinasi peubah tersebut tersajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Uji Signifikansi Parameter secara individu

$W_j = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \right)^2$	$\chi^2_{(\alpha,1)}$	Keterangan
$W_1=0.2356$	2.706	Terima H_0
$W_2=0.7219$	2.706	Terima H_0
$W_3=1.5397$	2.706	Terima H_0
$W_4=5.7735$	2.706	Tolak H_0
$W_5=6.8694$	2.706	Tolak H_0
$W_6=2.8451$	2.706	Tolak H_0
$W_7=0.0543$	2.706	Terima H_0
$W_8=1.5693$	2.706	Terima H_0
$W_9=0.1237$	2.706	Terima H_0
$W_{10}=0.0985$	2.706	Terima H_0

Dari tujuh kombinasi peubah yang terbentuk, nilai dugaan parameter dan devians pada tiap kemungkinan model regresi poisson terdapat tiga kelompok model berdasarkan jumlah peubah bebasnya, yaitu kelompok model dengan satu peubah bebas (model 1, model 2 dan model 3), dua peubah bebas (model 4, model 5, model 6) dan tiga peubah bebas (model 7). Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa terdapat tiga model yang layak digunakan dari masing-masing kelompok model, yaitu model 1, model 4 dan model 7, karena pada model-model tersebut memiliki nilai devians terkecil untuk masing-masing kelompok model.

Tabel 4. Nilai Penduga Parameter dan Devians pada Tiap Kemungkinan Model Regresi Poisson

No	Model	Nilai Duga Parameter				Devians	db
		β_0	β_4	β_5	β_6		
1	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4})$	0.526	-0.033			40.387*	27
2	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_5 x_{i5})$	-0.775		0.026		40.961	27
3	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_6 x_{i6})$	-0.434			0.005	44.041	27
4	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5})$	-0.299	-0.042	0.049		33.093*	26
5	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4} + \beta_6 x_{i6})$	0.302	-0.036		0.006	39.850	26
6	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_5 x_{i5} + \beta_6 x_{i6})$	-1.122		0.028	0.007	40.352	26
7	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5} + \beta_6 x_{i6})$	-0.807	-0.048	0.055	0.012	31.218*	25

Overdispersi pada Data

Metode regresi Poisson mewajibkan kondisi equidispersi, yaitu nilai mean dan ragam dari peubah tak bebas harus memiliki nilai yang sama [4], namun adakalanya pelanggaran asumsi tersebut seperti overdispersi, dan untuk mengatasi permasalahan ini digunakan model regresi *Zero Inflated Poisson (ZIP)*. Tabel 5 menyajikan nilai dugaan dispersi dari masing-masing kelompok model yang telah dipilih. Pada tabel ini, dapat dilihat bahwa nilai dispersi τ lebih dari satu untuk setiap model. Hal ini mengindikasikan terjadi overdispersi pada data, maka model regresi poisson tidak layak digunakan. Alternatif model untuk memperbaiki model poisson tersebut dapat menggunakan model regresi ZIP [4].

Tabel 5. Nilai Dugaan Dispersi dari Model Terpilih

No	Model Terpilih	Pearson Chi-Square	db	τ
1	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4})$	54.430	27	2.016
2	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5})$	35.895	26	1.381
3	$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_4 x_{i4} + \beta_5 x_{i5} + \beta_6 x_{i6})$	34.248	25	1.370

Model Regresi Zero Inflated Poisson (ZIP)

Model regresi ZIP yang digunakan melibatkan peubah bebas yang sama dengan model regresi poisson. Model yang layak dengan satu peubah (model 1) yaitu model dengan peubah bebas X_4 . Sedangkan model dengan dua peubah (model 2) yaitu model dengan peubah bebas X_4 dan X_5 . Pada model dengan 3 peubah bebas yaitu model dengan peubah bebas X_4 , X_5 , dan X_6 .

Hasil Penduga Parameter Regresi ZIP

Parameter Regresi ZIP diduga dengan menggunakan 3 model yaitu model dengan 1 peubah bebas, 2 peubah bebas dan 3 peubah bebas. Berikut adalah hasil Penduga parameter Regresi ZIP menggunakan Rstudio.

Tabel 6 Penduga Parameter Regresi ZIP

	Parameter	Penduga	Nilai-p	AIC
Model 1	γ_0	-3.1296	-0.844	76.263
	γ_4	0.07033	0.706	
	β_0	0.42009	0.698	
	β_4	-0.0175	-0.654	
Model 2	γ_0	56.8710	0.517	70.970
	γ_4	-67.338	0.0515*	
	γ_5	-0.8044	0.0641*	
	β_0	0.72432	0.0979	
	β_4	-0.25726	0.0131*	
	β_5	-0.03217	0.0339	
Model 3	γ_0	84.2893	0.664	71.095
	γ_4	-0.2972	0.875	
	γ_5	-4.7679	0.729	
	γ_6	-0.9993	0.737	
	β_0	-0.15632	0.8255	
	β_4	-0.04514	0.0146*	
	β_5	0.037544	0.0670*	
	β_6	0.008074	0.3336	

Model regresi ZIP terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil. Hal ini terlihat dari Table 6 yaitu model regresi ZIP dengan dua peubah bebas X_4 dan X_5 dengan nilai AIC terkecil sebesar 70.970. Penduga parameter model log dan logit signifikan secara parsial. Oleh karena itu model yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \log it(\omega_i) &= 56.8710 - 67.338x_{i4} - 0.8044x_{i5} \log(\mu_i) \\ &= 0.72432 - 0.25726x_{i4} - 0.03217x_{i5}, \end{aligned}$$

dengan X_4 menyatakan presentase keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua 2015 dan X_5 menyatakan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015.

Hasil Pengujian Kesesuaian Model Regresi ZIP

Uji kesesuaian model digunakan untuk mengetahui kesesuaian atau kecocokan model regresi ZIP. Berdasarkan hasil pengolahan dengan software Rstudio diperoleh nilai $G_{hitung} = 2.38 > 28.412 = G_{hitung} = 32.38 > 28.412 = \chi^2_{(0.1,20)}$. Berdasarkan statistik uji tersebut maka tolak H_0 pada taraf signifikansi α . Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut memberikan alasan yang cukup kuat untuk menolak H_0 yang berarti bahwa setiap peubah bebas memberikan efek yang berbeda terhadap peubah tak bebas.

Tabel 7 menunjukkan bahwa ketiga model menolak hipotesis nol (H_0). Hal ini menunjukkan bahwa ketiga model diatas sesuai atau cocok dalam model regresi ZIP. Model regresi ZIP terbaik adalah model dengan nilai AIC terkecil, yaitu model regresi ZIP pada model 2 dengan dua peubah bebas X_4 dan X_5 .

Tabel 7. Nilai *Likelihood Ratio* dan AIC

	<i>Likelihood Ratio</i>	AIC
Model 1	32,38	76.263
Model 2	35.65	70.970
Model 3	28.71	71.095

Hasil Pengujian Signifikansi Parameter Regresi ZIP secara Individu

Uji signifikan parameter digunakan untuk mengetahui peubah (X) yang berpengaruh signifikan terhadap peubah tak bebas (Y) pada model regresi ZIP. Uji signifikan parameter digunakan pada model 2, karena model 2 memiliki nilai AIC terkecil dari ketiga model yang ada. Pengujian signifikansi parameter regresi ZIP memiliki dua bentuk yaitu model $\ln(\mu) = X\beta$ dan $\log it(\omega) = X\gamma$. Hasil dari uji signifikansi parameter secara individu adalah sebagai berikut:

- a. Uji signifikansi parameter model $\ln(\mu) = X\beta$

Tabel 8. Uji signifikan $\ln(\mu) = X\beta$ parameter model 2

$W_j = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}\right)^2$	$\chi^2_{(\alpha,1)}$	Keterangan
$W_4 = 2.860$	2.706	Tolak H_0
$W_5 = 3.004$	2.706	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 8 diperoleh bahwa parameter β_4 dan β_5 signifikan terhadap model, sehingga dapat dikatakan bahwa peubah X_4 dan X_5 berpengaruh terhadap (Y) pada model regresi ZIP. Hal ini ditunjukkan pula oleh Tabel 6 bahwa nilai p -value masing-masing 0.0131 dan 0.0339 yang lebih kecil dari $\alpha = 0.05$.

- b. Uji signifikansi parameter model $\log it(\omega) = X\gamma$

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh bahwa parameter γ_4 dan γ_5 juga signifikan terhadap model, sehingga dapat dikatakan bahwa peubah X_4 dan X_5 berpengaruh terhadap (Y) pada model regresi ZIP. Hal ini juga ditunjukkan pada Tabel 6 bahwa nilai p -value masing-masing 0.05150 dan 0.0641 yang lebih kecil dari $\alpha = 0.05$.

Tabel 9. Uji signifikan log it(ω) = $X\gamma$ parameter model 2

$W_j = \left(\frac{\hat{\gamma}_j}{SE(\hat{\gamma}_j)} \right)^2$	$\chi^2_{(\alpha,1)}$	Keterangan
$W_4=2.790$	2.706	Tolak H_0
$W_5=2.8305$	2.706	Tolak H_0

Sehingga model regresi ZIP yang terbentuk adalah sebagai berikut :

$$\log it(\omega_i) = 56.8710 - 67.338x_{i4} - 0.8044x_{i5},$$

$$\log(\mu_i) = 0.72432 - 0.25726x_{i4} - 0.03217x_{i5},$$

dengan X_4 menyatakan presentase keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua 2015 dan X_5 menyatakan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015.

Model yang dihasilkan memperlihatkan bahwa peubah yang mempengaruhi *zero state* sama dengan peubah yang mempengaruhi *poisson state*. Model logit menjelaskan peluang tak bebas bernilai nol dipengaruhi oleh presentase keluarga miskin dan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak yang keduanya mengalami parameter yang signifikan terhadap penderita gizi buruk pada anak di Papua. Model log menjelaskan bahwa setiap perubahan presentase keluarga miskin dan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak akan menurunkan penderita gizi buruk pada anak di Papua.

Berdasarkan model log dari regresi ZIP diatas terlihat bahwa setiap perubahan 1% keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Papua 2015 menyebabkan penurunan penderita gizi buruk sebesar 0.77316 kali atau sebesar 22.68% dengan peubah X_5 diabaikan pada taraf signifikan 10%. Setiap perubahan 1% pengetahuan orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak menyebabkan penurunan penderita gizi buruk sebesar 0.9683 kali atau sebesar 3.165% dengan peubah X_4 diabaikan pada taraf signifikan 10%.

Berdasarkan model logit dari regresi ZIP diatas juga terlihat bahwa setiap perubahan 1% keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Papua 2015 dapat mempengaruhi signifikan terhadap penderita gizi buruk sebesar 5.4442×10^{-30} kali atau sebesar 1% dengan X_5 diabaikan pada taraf signifikan 10%. Setiap perubahan 1% pengetahuan orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak dapat mempengaruhi signifikan penderita gizi buruk sebesar 0.447 kali atau sebesar 55.26% dengan peubah X_4 diabaikan pada taraf signifikan 10%.

KESIMPULAN

Model regresi *Zero Inflated Poisson* (ZIP) adalah pengembangan dari model regresi poisson yang digunakan pada saat asumsi (equidispersi) pada regresi poisson tidak dipenuhi. Overdispersi pada regresi poisson menghasilkan standar error jauh lebih kecil dari nilai sebenarnya (underestimate). Overdispersi pada model regresi Poisson yang disebabkan karena data yang digunakan memiliki banyak nilai nol memerlukan model regresi ZIP dalam penanganannya.

Model regresi ZIP digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk pada balita menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua tahun 2015 dikarenakan fenomena

overdispersi terjadi pada data. Overdispersi pada data ini disebabkan karena adanya nilai nol yang berlebih pada peubah respon. Pemodelan regresi ZIP terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk pada balita menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua tahun 2015 menghasilkan model regresi ZIP terbaik adalah

$$\begin{aligned}\log it(\omega_i) &= 56.8710 - 67.338x_{i4} - 0.8044x_{i5}, \\ \log(\mu_i) &= 0.72432 - 0.25726x_{i4} - 0.03217x_{i5}.\end{aligned}$$

Dari model terlihat bahwa peubah yang berpengaruh signifikan terhadap penderita gizi buruk pada balita menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Papua tahun 2015 adalah X_4 yang menyatakan presentase keluarga miskin menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua 2015 dan X_5 yang menyatakan presentase pengetahuan Orang tua dalam pemberian gizi yang baik bagi anak menurut Kabupaten/Kota Provinsi Papua Tahun 2015.

REFERENSI

- [1] Famoye, F., & Singh, K.P., 2006, Zero-Inflated Poisson Regression Model with an Application to Domestic Violence Data, *Journal of Data Science* 4, pp. 117-130.
- [2] Famoye, F., & Singh, K.P., 2004, On The Generalized Poisson Regression Model with an Application to Accident Data, *Journal of Data Science* 2, pp. 287-295.
- [3] Hayati, M., 2009, *Analisis Diskriminan pada Faktor-Faktor yang mempengaruhi Gizi Buruk Balita di Jawa Timur*, Tugas Akhir, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Paramita, L., 2008, *Bagging Regresi Logistik Ordinal pada Klasifikasi Status Gizi Buruk Balita (Studi kasus Kabupaten Nganjuk)*, Tugas Akhir, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] Depkes RI, 2008, *Sistem Kewaspadaan Dini (SKD) KLB-Gizi Buruk*, Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat Direktorat Bina Gizi Masyarakat.
- [6] Depkes R.I, 2004, *Kepmenkes tentang Pedoman Penyelenggaraan Sistem Surveilans Epidemiologi Kesehatan dan Penyakit*.
- [7] Riskayanti, R., 2010, *Analisis Regresi Multivariat Berdasarkan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan di Provinsi Jawa Timur*, Tugas Akhir, Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] BPS Provinsi Papua, 2015, *Papua Dalam Angka 2015*, Papua: BPS Provinsi Papua.
- [9] Campbell, D.B dan Oprian, C.A., 1979, *On the Kolmogorov-Smirnov Test For The Poisson Distributin with Unknown Mean*, USA: Dept. Math of Western Iiinois University.
- [10] Saputra, Wiko dan Nurrizka, R.H., 2012, *Faktor Demografi dan Risiko Gizi Buruk dan Gizi Kurang*, Jakarta Pusat: Tanjung Biru Research Institute.
- [11] Ismail N, Jemain AA., 2007, Handling Overdispersion with Negative Binomial and Generalized Poisson Regression Models. *Virginia: Casualty Actuarial Society Forum*.
- [12] Ridout M, Demetrio CGB, Hinde J., 1998, Models for count data with many zeros, *International Biometric Conference*, pp. 1-12.
- [13] Gizi Buruk di Tanah Papua, Jerat Papua, <http://www.jeratpapua.org/2015/03/28/gizi-buruk-di-tanah-kaya/> diakses pada 23 November 2016.
- [14] Rahayu, Lili. P, 2014, *Kajian Overdispersi Pada Regresi Poisson Dan Zero-Inflated Poisson Untuk Beberapa Karakteristik Data*, Thesis, Jurusan Statistika Institute Pertanian Bogor, Bogor.