

PENERAPAN METODE REGRESI LOGISTIK DALAM MENGANALISIS ADOPSI TEKNOLOGI PERTANIAN

Application Method of Logistic Regression Analyze the Agricultural Technology Adoption

Rachmat Hendayana

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No.10 – Bogor 16114
E-mail : rhendayana@gmail.com

(Makalah diterima, 10 Oktober 2012 – Disetujui, 7 Desember 2012)

ABSTRAK

Regresi Logistik (Logit) merupakan suatu metode analisis statistika yang mendeskripsikan hubungan antara peubah respon (*dependent variable*) yang bersifat kualitatif memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih peubah penjelas (*independent variable*) berskala kategori atau interval. Tulisan ini bertujuan mengelaborasi penerapan Model Regresi Logistik dalam menganalisis adopsi teknologi pertanian, kasus adopsi VUB padi. Sumber data memanfaatkan hasil survey kepada 155 orang petani responden di lahan rawa lebak di Kabupaten HSU Kalimantan Selatan, tahun 2009. Model dirancang dengan memasukkan unsur adopsi sebagai peubah respon, dihubungkan dengan 13 unsur peubah penjelas. Dari aplikasi model dengan metoda penduga *maximum likelihood* menggunakan Minitab Versi 16, diperoleh gambaran: (1) Penerapan *Regresi Logistik* dengan nilai duga maksimum *likelihood* menggunakan Minitab dapat direkomendasikan untuk menganalisis adopsi teknologi pertanian pada kasus adopsi teknologi VUB padi. Hal itu didukung fakta hasil analisis yang ditunjukkan oleh signifikansi model yang tinggi, hasil uji parsial yang efektif, penafsiran hasil melalui *Odd ratio*, dan tampilan ukuran asosiasi antara peubah respon dengan peubah penjelas menunjukkan hubungan yang kuat dan sekaligus menunjukkan semakin baiknya daya prediksi model sebagaimana ditunjukkan oleh besarnya nilai *Concordant* serta kecilnya nilai *Discordant* dan *Ties*; (2) Faktor kunci untuk mendapatkan hasil duga Regresi Logistik yang baik, adalah besaran jumlah responden yang representatif dengan keragaman relatif tinggi. Oleh karena itu validasi data menjadi faktor penentu dan krusial dilakukan sebelum analisis data.

Kata kunci: *Concordant, Discordant, Odds Ratio, Ties, Regresi Logistik, Wald.*

ABSTRACT

Logistic regression (Logit) is a statistical analysis method of relationship the categorical response variable with one or more explanatory variables. The paper aims to elaborate the logit regression models to analyze the agricultural technology adoption, cases on HYV of rice adoption. Data source based on survey of 155 farmer respondents selected at swampy wetlands in HSU district of South Kalimantan Province, in 2009. Designed model include adoption element as a response variable, associated with the 13 of explanatory variables. Model application with maximum likelihood uses Minitab version 16, resulted: (1) Application of Logistic Regression with the expected value of maximum likelihood using Minitab can be recommended to analyze the adoption of agricultural technology adoption in the case on HYV of rice. This was supported by the fact that the analysis results shown by the high significance of the model, the effective partial test results, interpretation of results through the odds ratios, and the display size of the association between the response variable with the explanatory variables show a strong relationship and also indicates the good predictive power of the model as shown by the small size of the Concordant and discordant values and Ties (2) the key factor to get the results of Logistic Regression a good guess, is the size of a representative number of respondents with a relatively high diversity. Therefore, validation of data becomes a crucial factor and performed before data analysis.

Keywords: *Logistic regression, Wald, Odds ratio, Concordant, Discordant, Ties*

PENDAHULUAN

Regresi Logistik adalah suatu metode analisis statistika untuk mendeskripsikan hubungan antara peubah respon (*dependent variable*) yang memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih peubah penjelas (*independent variable*) berskala kategori atau interval (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Regresi Logistik merupakan regresi non linear, digunakan untuk menjelaskan hubungan antara X dan Y yang bersifat tidak linear, ketidaknormalan sebaran Y, keragaman respon tidak konstan yang tidak dapat dijelaskan dengan model regresi linear biasa (Agresti, 1996).

Deskripsi hubungan peubah respon yang memiliki sifat kualitatif atau kategorik dengan peubah penjelas yang memiliki dua kategori atau lebih tidak dapat diselesaikan dengan model regresi linear biasa menggunakan metode *ordinary least square (OLS)*. Jika metode regresi linear dipaksakan untuk menganalisis data yang peubah responnya memiliki karakteristik seperti disebutkan di atas, akan terjadi pelanggaran asumsi Gauss-Markov (Kutner *et al.*, 2004) dan pelanggaran terhadap batasan dari nilai duga (*fitted value*) dari peubah respon (Y). Terhadap asumsi Gauss-Markov pelanggaran yang terjadi adalah: (1) Error model regresi tidak menyebar normal, dan (2) Ragam (*variance*) eror tidak homogen (terjadi *heteroskedastisitas* pada ragam eror). Sedangkan pelanggaran terhadap batasan nilai duga Y (*fitted value*) adalah adanya nilai duga dari model regresi linier yang bisa melebihi rentang 0 – 1, padahal batasan nilai peubah respon yang bersifat kategorik adalah satu (1) dan nol (0).

Tulisan ini bertujuan untuk mengelaborasi penerapan Model Regresi Logistik dalam menganalisis adopsi teknologi pertanian yang datanya bersifat kualitatif dengan peubah respon memiliki dua kategori yakni mengadopsi teknologi(Y=1) dan tidak mengadopsi teknologi (Y=0) dengan beberapa peubah penjelas lebih dari satu. Kasus yang dijadikan contoh dalam penerapan model Regresi Logit ini adalah adopsi petani terhadap teknologi varietas unggul baru (VUB) padi.

LANDASAN TEORITIS

Sebagaimana telah dikemukakan, peubah respon (Y) di dalam Regresi Logistik adalah bersifat biner, yakni Y1 menyatakan respon yang memiliki kriteria, dan Y = 0 adalah respon yang tidak memiliki kriteria. Dengan demikian peubah respon Y mengikuti sebaran Bernouli (Mc Cullagh dan Nelder, 1989) dengan parameter $\pi(x_i)$ memiliki fungsi peluang:

$$f(y_i|\pi_i) = \pi_i^{y_i}(1 - \pi_i)^{1-y_i} = (1 - \pi_i) \exp \left[y_i \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) \right] \dots \dots \dots (1)$$

dalam hal ini, nilai $y_i = 0$ atau 1, dan π_i adalah peluang kejadian ke -i, bernilai Y = 1. Sebaran ini merupakan keluarga sebaran eksponensial. $\ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right)$ merupakan *log odds* pada Y = 1 yang disebut sebagai logit dari π_i .

Dari persamaan (1), model respon biner pada regresi logit dengan p peubah penjelas dapat diformulasikan sebagai berikut (Pyndick dan Rubinfeld, 1981; Gujarati, 1988):

$$\pi_i = \frac{1}{1 + e^{-\left(\alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{k=1}^m \gamma_k D_{ki}\right)}} \dots \dots \dots (2)$$

Misalkan:

$$\left(\alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{k=1}^m \gamma_k D_{ki} \right) = z$$

maka model logit persamaan (2) dapat dituliskan menjadi:

$$\pi_i = \frac{1}{1 + e^{-z}} \dots \dots \dots (3)$$

Dari persamaan (3) dapat diperoleh:

$$1 - \pi_i = 1 - \frac{1}{1 + e^{-z}} \dots \dots \dots (4)$$

Sehingga:

$$\frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = \frac{1 + e^{-z}}{[1 + e^{-z}]e^{-z}} = e^z \dots \dots \dots (5)$$

Untuk memudahkan penyelesaiannya, persamaan (5) tersebut ditransformasikan dalam bentuk logaritma, menjadi:

$$\ln \frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{k=1}^m \gamma_k D_{ki} + e \dots \dots \dots (6)$$

Dalam hal ini:

π_i = Peluang petani mengadopsi teknologi ($\pi_i = 1$, jika petani mengadopsi teknologi; $\pi_i = 0$ jika petani tidak mengadopsi teknologi)

$1 - \pi_i$ = Peluang petani tidak mengadopsi teknologi

$\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)}$ = Rasio *Odds* (risiko)

X_j = vektor peubah bebas (j = 1, 2, ..., n)

D_k = vektor peubah dummy (k = 1, 2, ..., m)

$\alpha, \beta_j, \text{ dan } \gamma_k = e$ = parameter-parameter dugaan fungsi logistik galat acak

Dalam tataran praktis, penggunaan metode ini di sektor pertanian telah diuraikan Simatupang (1991). Beberapa peneliti menggunakan pendekatan ini dalam bidang sosial ekonomi pertanian. Di antaranya adalah Gunawan (1988) menggunakan alat analisis ini dalam disertasinya berjudul '*Adoption and Bias of New Agricultural Innovation in Jawa Barat*'; Hutabarat, et.al., (1990) menggunakannya dalam Jurnal Agro Ekonomi membahas 'Determinan Pengeringan Padi oleh Petani

di Jawa Barat dan Jawa Timur'; Syafaat dan Supena (1995) dalam Jurnal Ekonomi dan Pembangunan LIPI mengungkap 'Faktor-faktor yang mempengaruhi Konservasi Lahan Sawah ke Penggunaan Non Pertanian; Hendayana (1997) menganalisis 'Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peluang Petani Menerapkan Teknologi Baru dalam Usahatani Padi yang Dipublikasikan dalam Jurnal Agro Ekonomi oleh Pakpahan, dan syataat (1991) menganalisis 'Hubungan Konservasi Tanah dan Air' yang juga diterbitkan dalam Jurnal Agro Ekonomi.

Model lain yang juga biasa digunakan untuk menganalisis regresi yang memiliki peubah respon bersifat kategori adalah *Probit*. Namun dalam prakteknya pada kasus tertentu pendekatan dua model Logistik dan Logit ini tidak menunjukkan perbedaan yang prinsip bahkan relatif sama. Oleh karena itu tidak dapat direkomendasikan mana yang lebih baik atau efisien (Rokhman, 2012).

Uji Kelayakan Model (*Goodness of Fit*)

Model yang digunakan harus layak atau memenuhi *Goodness of Fit* (GoF). Suatu model dikategorikan memenuhi *GoF* jika terdapat kesesuaian antara data yang dimasukkan dalam model dengan data yang diamati. Dalam Regresi Logistik, metode untuk menguji kelayakan model biasanya menggunakan Metode *Pearson*, *Deviance* dan *Hosmer-Lemeshow*.

Dalam praktek, penggunaan metode *Pearson* dilakukan berdasarkan statistik uji *Pearson* yang dinotasikan sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

Dalam hal ini O_i = menyatakan frekuensi pengamatan ke- i dan e_i menunjukkan frekuensi harapan ke- i , dimana $i = 1,2,3, \dots, n$. Kaidah keputusannya adalah H_0 ditolak jika $\chi^2_{hit} > \chi^2_{\alpha(n-p)}$. Dalam hal ini $(n-p)$ merupakan derajat bebas. n menunjukkan banyaknya grup dan p menyatakan banyaknya parameter dalam peubah penjelas (Agregti, 1996).

Untuk metode *Deviance*, pengujian didasarkan pada kriteria rasio *likelihood* dengan membandingkan model tanpa penjelas terhadap model penuh (dengan penjelas). Statistik uji *Deviance* diformulasikan sebagai berikut:

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[y_i \ln \left(\frac{\hat{\pi}_i}{y_i} \right) + (1 - y_i) \ln \left(\frac{1 - \hat{\pi}_i}{1 - y_i} \right) \right]$$

Statistik D mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas $n-p$. Kaidah keputusannya adalah menolak H_0 jika $D_{hit} > \chi^2_{\alpha(n-p)}$.

Uji *Hosmer-Lemeshow* dilakukan dengan dasar pengelompokan pada nilai dugaan peluangnya yang menyebar χ^2 . Statistik uji *Hosmer-Lemeshow* di formulasikan sebagai berikut:

$$\hat{C} = \sum_{k=1}^g \frac{(O_k - n'_k \bar{\pi}_k)^2}{n'_k \bar{\pi}_k (1 - \bar{\pi}_k)}$$

Dalam hal ini "g" menyatakan banyaknya grup; n'_k = jumlah observasi dalam grup ke- k ; O_k = jumlah nilai Y pada grup ke k , dan $\bar{\pi}_k$ adalah rata-rata dari $\hat{\pi}$ untuk grup ke- k . Statistik \hat{C} mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas $g-2$. Kaidah keputusannya menolak H_0 jika $\hat{C}_{hitung} > \chi^2_{\alpha(g-2)}$. Suatu model dikategorikan layak memenuhi GoF jika hasil uji *Hosmer-Lemeshow* bernilai $< 0,05$ (Ghozali, 2005).

Uji Taraf Nyata

Pendekatan untuk menguji taraf nyata (*signifikansi*) model dan parameter dalam *Regresi Logistik* menggunakan statistik Uji G dan Uji Wald (W), masing-masing untuk menguji model secara keseluruhan dan uji parsial (*individual*). Kedua alat uji itu identik dengan Uji F dan Uji T pada *Regresi Linear* yang menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS).

Uji Keseluruhan Model secara Simultan dengan Uji G

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh peubah-peubah bebas yang digunakan dalam model secara bersama-sama terhadap peubah respon. Uji G pada taraf kepercayaan 95%. Rumus untuk uji G didasarkan pada hipotesis:

$$H_0: \beta_i = 0; \quad (H_i = \text{sekurang-kurangnya ada satu } \beta)_{i \neq 0} \quad (i=1,2,3,\dots,p)$$

Statistik uji G adalah rasio kemungkinan maksimum (*likelihood ratio test*) yang didefinisikan: $G = -2 \ln \left[\frac{L_0}{L_1} \right]$, dimana L_0 = Likelihood tanpa peubah penjelas (model hanya terdiri dari konstanta saja), dan L_1 = Likelihood dengan peubah penjelas (model yang terdiri dari seluruh peubah). Prinsip dari metode maksimum likelihood adalah mencari nilai β_i dengan memaksimalkan fungsi likelihood (Raharjanti, dan Widiarti, 2012).

Statistik G mengikuti sebaran χ^2 dengan derajat bebas p . Kaidah keputusan yang diambil menolak H_0 jika $G_{hitung} > \chi^2_{\alpha(p)}$ (Hosmer dan Lomeshow, 2000). Bila H_0 ditolak, artinya model signifikan pada tingkat signifikansi α .

Uji Parsial dengan Wald (W)

Statistik Uji Wald (W) yang digunakan untuk menguji parameter β_i secara parsial (Hosmer dan Lemeshow, 2000) didasarkan hipotesis: $H_0: \beta_i = 0$ lawan $H_a: \beta_i \neq 0$ ($i = 1, 2, 3, \dots, p$). Statistik uji yang digunakan adalah $W_i = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta}_i)}$ dimana $\hat{\beta}$ merupakan penduga β_i dan $SE(\hat{\beta}_i)$ adalah penduga galat baku dari β_i . Statistik W mengikuti sebaran normal baku. Kaidah keputusannya adalah: H_0 ditolak jika $|W_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$. Bila H_0 ditolak, parameter tersebut signifikan secara statistik pada tingkat signifikansi α .

Penafsiran Koefisien

Menafsirkan koefisien dalam model *Regresi Logistik* dilakukan berdasarkan koefisien *Odds ratio* (perbandingan risiko). Jika suatu peubah penjelas mempunyai tanda positif, maka nilai rasio *Odds* akan lebih besar dari satu, sebaliknya jika tanda koefisiennya negatif maka nilai rasio *Odds* akan lebih kecil dari satu (Rokhman, 2012).

Odds (ψ) didefinisikan: $Odds = \frac{\pi_i}{1 - \pi_i}$ dimana π_i menyatakan probabilitas sukses (terjadinya peristiwa $Y=1$) dan $1 - \pi_i$ menyatakan probabilitas gagal (terjadinya peristiwa $Y=0$). *Odds ratio*, adalah perbandingan nilai *Odds* (risiko) pada dua individu. Misalkan dalam model ada dua individu yakni A dan B, maka *Odds ratio* dituliskan sebagai berikut:

$$\psi = \frac{Odds A}{Odds B} = \left[\frac{\pi_A / (1 - \pi_A)}{\pi_B / (1 - \pi_B)} \right]$$

Odds ratio merupakan indikator kecenderungan seseorang untuk melakukan atau tidak melakukan kegiatan. *Odds* dari suatu kejadian diartikan sebagai probabilitas hasil yang muncul dibagi dengan probabilitas suatu kejadian tidak terjadi. Sesuai dengan pengertian tersebut, dalam kasus adopsi koefisien *odds ratio* menunjukkan kecenderungan atau peluang mengadopsi atau tidak mengadopsi. Bila nilai *odds ratio* mendekati nol, berarti kecenderungan seseorang untuk mengadopsi teknologi sangat kecil sekali.

Dalam output Minitab versi 16 koefisien *Odds Ratio* muncul secara eksplisit pada urutan setelah p (*probability*). Output Minitab versi 16 juga menampilkan ukuran-ukuran asosiasi *Concordant* dan *Discordant*. Nilai *Concordant* menyatakan persentase pengamatan dengan kategori sukses (mengadopsi) dan *Discordant* menyatakan persentase pengamatan dengan kategori tidak sukses (tidak mengadopsi). Disamping adanya ukuran hubungan, juga terdapat ukuran-ukuran ringkas berupa *Sommer's D*, *Goodman-Kruskal Gamma* dan *Kendall's Tau-a*. Interpretasi dari ukuran ini dilihat

dari besaran nilainya. Semakin besar ukuran asosiasi ini ke nilai 1, maka semakin baik daya prediksi dari model dugaan yang diperoleh.

**PENERAPAN MODEL REGRESI LOGISTIK:
KASUS ADOPTI TEKNOLOGI VUB PADI**

Suatu pengkajian yang dilaksanakan untuk menguji hubungan antara adopsi VUB padi dengan faktor-faktor peubah penjelasnya, dilakukan melalui survey terhadap 155 orang petani padi yang terpilih sebagai responden secara acak sederhana di Kabupaten Hulu Sungai Utara (HSU) Kalimantan Selatan pada tahun 2009, utamanya yang berada di agroekosistem lahan rawa lebak. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara kepada masing-masing responden menggunakan kuesioner semi terstruktur (Hendayana *et.al.*, 2009)

Jenis data/informasi yang dikumpulkan meliputi peubah-peubah (*variable*) yang diduga mempengaruhi tingkat adopsi petani terhadap VUB Padi. Peubah tersebut meliputi: tingkat umur responden (tahun), tingkat pendidikan formal yang pernah ditempuh responden (dipresentasikan dalam tahun sekolah, misalnya tamat SD = 6 tahun, SMP = 9 tahun, SMU = 12 tahun), jumlah tanggungan keluarga (jiwa), pengalaman berusaha tani (tahun), luas lahan usahatani yang dimiliki (hektar), jarak dari rumah responden ke lokasi usahatani (km), jarak dari lokasi usahatani ke jalan raya (km), jarak dari lokasi usahatani ke lokasi pasar input (km), jarak dari lokasi usahatani ke lokasi pasar output (km), jarak dari rumah responden ke lokasi sumber permodalan (km), jarak dari rumah ke lokasi sumber teknologi (km), rasio modal sendiri terhadap keseluruhan modal usahatani (proporsi dalam bentuk persentase).

Semua peubah tersebut diasosiasikan kepada responden yang menerapkan (mengadopsi) teknologi dan kepada responden yang tidak mengadopsi teknologi. Disamping itu pendataan tersebut diasosiasikan juga dengan musim tanam, yaitu MT I (musim hujan) dan MT II (musim kemarau) sebagai peubah boneka.

Perancangan Model Empiris

Model Regresi Logistik untuk menguji hubungan adopsi dengan peubah penjelasnya disusun dengan memasukkan unsur adopsi sebagai peubah respon (*dependent variable*), dengan 13 unsur penjelas sebagai peubah bebas (*independent variable*). Data peubah respon (adopsi) bersifat kategori, dimana $Y = 1$ untuk responden yang mengadopsi dan $Y = 0$ bagi responden yang tidak mengadopsi.

Data peubah bebas dalam model bersifat data nominal, dan rasio, sebagai berikut :

- (1) AGE = umur petani responden pada saat wawancara (tahun)
- (2) FEDUC (*Formal Education*) = basis pendidikan formal yang pernah dilalui responde (tahun)
- (3) FRESP (*Family Responsibility*)= jumlah tanggungan anggota keluarga (jiwa)
- (4) EXP (*Experient*)= lamanya pengalaman petani dalam berusahatani padi (tahun)
- (5) OWNL (*Own Land*)= luas lahan yang dimiliki petani, sebagai proksi skala usaha (ha)
- (6) SETLM (*Settlement*)= ukuran jarak dari rumah ke lokasi usahatani (km)
- (7) HIGHW (*Highway*)= ukuran jarak lokasi usaha tani ke jalan raya (km)
- (8) INPM (*Input Market*) = ukuran jarak dari lokasi usahatani ke lokasi pasar input (km)
- (9) OUTPM (*Output Market*) = ukuran jarak dari lokasi usahatani ke lokasi pasar output (km)
- (10) RCAPT (*Resource of Capital*) = jarak dari rumah ke sumber permodalan (km)
- (11) RTECH (*Resource of Technology*)= jarak dari rumah ke lokasi sumber teknologi (km)
- (12) OWNCAPT (*Own Capital*)= rasio modal sendiri terhadap keseluruhan modal usahatani.
- (13) D_{seas} (*Dummy season*) = peubah boneka (*dummy*) musim tanam. ($D=1$, musim kemarau dan $D=0$ musim lainnya).

Secara empiris formula Model Regresi Logistik yang disusun berdasarkan pada persamaan (6), sebagai berikut:

$$\ln \frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{k=1}^m \gamma_k D_{ki} + e$$

$$\begin{aligned} \ln \frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = \alpha + & \beta_1 AGE + \beta_2 FEDUC + \beta_3 FRESP \\ & + \beta_4 EXP + \beta_5 OWNL + \beta_6 SETLM \\ & + \beta_7 HIGHW + \beta_8 INPM \\ & + \beta_9 OUTPM + \beta_{10} CAPT \\ & + \beta_{11} TECH + \beta_{12} OWNCAPT \\ & + \gamma D_{seas} \end{aligned}$$

Pendugaan *Regresi Logistik* dalam pembahasan ini diselesaikan dengan metoda penduga Maximum *Likelihood*, menggunakan Program Minitab Versi 16.

Tahapan Analisis

Langkah operasional untuk menganalisis adopsi menggunakan Minitab Versi 16 ini dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

- (1) Validasi data

Sebelum melakukan data entry, langkah pertama

yang harus dilakukan adalah memvalidasi data. Kegiatan ini bertujuan menguji validitas data yang diperoleh dari hasil wawancara. Fokus validasi ditujukan pada konsistensi penggunaan satuan (ukuran) tiap peubah, pengkategorian data, besaran peubah, dan heterogenitas data. Untuk memvalidasi data tersebut bisa dilakukan secara manual dengan menelaah satu-persatu data yang terkumpul, kecuali untuk validasi heterogenitas data.

Pengujian heterogenitas data paling mudah biasa dilakukan setelah data dientry ke dalam format excel. Selain data kategori biner (1,0), heterogenitas data dapat dites dengan menghitung koefisien keragaman (KK). Secara matematika, KK diperoleh dari pembagian standar deviasi (*stdev*) dengan nilai rata-rata (*average*). Suatu data dikatakan heterogen jika nilai KK menghasilkan angka di atas 25 persen. Jika $KK < 25$ persen, data cenderung menunjukkan karakteristik yang homogen.

- (2) Entry data

Ada dua cara untuk melakukan entry data yang akan dianalisis menggunakan Minitab Versi 16. Pertama, entry data dilakukan secara tidak langsung kedalam format excel terlebih dahulu, dan kedua entry data dilakukan langsung dalam worksheet Minitab. Dari dua cara ini, entry data melalui format excel lebih disarankan untuk memudahkan validasi data.

Jenis data yang dientry, fokus pada data peubah yang masuk dalam model. Setelah diyakini datanya valid, data bisa dicopy keprogram Minitab untuk selanjutnya dilakukan pendugaan dan pengujian parameter model.

- (3) Pendugaan dan Pengujian Parameter Model

Hasil entri data dalam Minitab akan muncul di lembar *worksheet*. Untuk analisis data pertama kali klik *Start*, *Regression*, kemudian *Binary Logistic Regression* (BLR). Pada kotak BLR, klik *Response*, klik Y, Select. Masukkan peubah penjelas mulai dari Age hingga D_{seas} ke dalam kotak *Model*. Setelah itu klik OK. Hasil analisis akan muncul pada lembar *Session* yang berada di atas lembar *worksheet* berupa tabel *Logistic Regression Table* yang isinya memuat kolom secara berurutan: *Predictor coef*, *SE coef*, *Z*, *P*, *Odds Ratio*. Koefisien Z dalam output Minitab ini identik dengan koefisien *Wald* (*W*). (Catatan: pada SPSS nama *Wald* muncul eksplisit, *Odds Ratio* tidak muncul).

Disamping muncul tabel hasil regresi, hasil analisis diikuti dengan informasi tentang *Log-likelihood*, Uji G kemudian *Goodness of Fit Test* dan ukuran *asosiasi Concordant*, *Discordant*, *Ties*, *Sommer'D* dan *Goodmen-Kruskal Gamma*. Unsur-unsur penjelas yang muncul itu merupakan element penting dan perlu di tafsirkan.

(4) Menafsirkan Hasil Pendugaan

Hasil analisis *Regresi Linear Logistik* berupa nilai koefisien, belum memberikan pengertian yang berarti sebelum nilai pendugaan yang berupa koefisien itu ditafsirkan dengan baik. Namun demikian, penafsiran hasil pendugaan tidak dilakukan terhadap semua hasil dugaan tetapi fokus pada peubah-peubah yang menunjukkan pengaruh nyata (*significant*). Taraf nyata dari tiap koefisien, ditunjukkan oleh nilai *p*-valuenya masing-masing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Responden

Keputusan petani untuk mengadopsi atau tidak mengadopsi teknologi VUB menunjukkan kondisi yang beragam. Keragaman pengambilan keputusan itu ada hubungan dengan keragaman karakteristik petani responden yang juga beragam.

Keragaman karakteristik responden ini secara statistik ditunjukkan nilai koefisien keragaman yang diperoleh dari Nilai Standar Deviasi (*Std*) dibagi nilai rata-rata (*average*) masing-masing unsur karakteristik responden yang bersangkutan. Hasil analisis deskriptif terhadap karakteristik responden (Tabel 1) menunjukkan bahwa besarnya koefisien keragaman peubah penjelas dalam model yang dibangun kisarannya mulai 25 persen hingga 93 persen.

Hasil Pendugaan Model dan Parameter

Hasil pendugaan model *regresi logistik* dengan pendekatan nilai duga maximum *likelihood*, ditampilkan

pada Tabel 2. Model dengan mengikut sertakan seluruh peubah penjelas pada Tabel 2, menghasilkan Log-likelihood sebesar - 66,788 dengan statistik G sebesar 74,219 dan nilai *p-value* 0,000. Karena nilai *p-value* ini jauh di bawah taraf nyata ($\alpha = 5\%$) maka dapat disimpulkan H_0 ditolak atau H_1 diterima. Artinya Rancangan Model Regresi Logistik secara keseluruhan termasuk baik dicirikan oleh paling sedikit ada satu parameter β yang tidak sama dengan nol pada taraf nyata 5 %.

Dalam pelaporan, model regresi logistiknya dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Ln} \frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{k=1}^m \gamma_k D_{ki} + e$$

$$\begin{aligned} \text{Ln} \frac{\pi_i}{(1 - \pi_i)} = & \alpha + \beta_1 \text{AGE} + \beta_2 \text{FEDUC} + \beta_3 \text{FRESP} \\ & + \beta_4 \text{EXP} + \beta_5 \text{OWNL} + \beta_6 \text{SETLM} \\ & + \beta_7 \text{HIGHW} + \beta_8 \text{INPM} \\ & + \beta_9 \text{OUTPM} + \beta_{10} \text{CAPT} \\ & + \beta_{11} \text{TECH} + \beta_{12} \text{OWNCAPT} \\ & + \gamma D_{seas} \end{aligned}$$

Uji kelayakan model (*Goodness of Fit*) menggunakan metode Pearson, *deviance* dan Hosmer-Lemeshow memberikan hasil X^2_{hitung} secara berturut-turut 131,778; 133,577 dan 4,951 dengan nilai *p-value* masing-masing 0,699; 0,659 dan 0,763. Bila dipilih $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima. Artinya model logit layak untuk digunakan.

Dari ukuran asosiasi antara peubah respon dengan peubah, model ini juga menunjukkan hubungan yang kuat dan sekaligus menunjukkan semakin baiknya daya prediksi model sebagaimana ditunjukkan oleh besarnya nilai *Concordant* serta kecilnya nilai *Discordant* dan *Ties*.

Tabel 1. Keragaman Karakteristik Individu dan Lingkungan Usahatani Petani

Variable	N	Mean	CoefVar	Minimum	Median	Maximum
Age	155	41.090	25.98	19.000	42.000	68.000
Feduc	155	6.052	41.12	1.000	6.000	12.000
Fresp	155	2.9484	41.59	1.0000	3.0000	5.0000
Exp	155	20.252	50.90	1.000	21.000	38.000
Ownl	155	0.7552	81.86	0.2500	0.5000	3.5000
Setlm	155	4.619	47.92	1.000	5.000	9.000
Highw	155	0.8584	92.27	0.2000	0.5000	3.0000
Inpm	155	7.270	89.18	0.200	6.000	30.000
Outm	155	2.944	91.47	0.100	2.000	9.000
Capt	155	11.703	68.95	1.000	9.000	43.000
Tech	155	13.715	88.34	0.750	6.500	32.000
OwnC	155	0.5000	47.04	0.1000	0.5000	0.900
Dseas	155	0.5355	93.44	0.0000	1.0000	1.0000
Adopt	155	0.6065	80.82	0.0000	1.0000	1.0000

Tabel 2. Hasil Pendugaan Peubah dalam Regresi Logistik

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Ratio	Lower	Upper
Constant	-4.74282	2.12270	-2.23	0.025			
Age	0.0797863	0.0630093	1.27	0.205	1.08	0.96	1.23
Feduc						0.81	1.20
Fresp						0.63	1.34
Exp						0.82	1.06
Ownl						1.29	6.98
Setlm						0.75	1.15
Highw						1.07	3.86
Inpm						1.06	1.27
Outm						0.88	1.27
RCapt						0.93	1.05
RTech						0.92	1.00
Owncapt						0.54	27.34
Dseas						8.80	76.48

Predictor	Coef	SE Coef	Odds		Z	P	Ratio	Lower	Upper
			95% CI						
Constant	-4.74282	2.12270	-2.23	0.025					
Age	0.0797863	0.0630093	1.27	0.205	1.08	0.96	1.23		
Feduc	-0.0138922	0.0995889	-0.14	0.889	0.99	0.81	1.20		
Fresp	-0.0793413	0.191563	-0.41	0.679	0.92	0.63	1.34		
Exp	-0.0724167	0.0657218	-1.10	0.271	0.93	0.82	1.06		
Ownl	1.09883	0.430756	2.55	0.011	3.00	1.29	6.98		
Setlm	-0.0745768	0.111236	-0.67	0.503	0.93	0.75	1.15		
Highw	0.707183	0.327958	2.16	0.031	2.03	1.07	3.86		
Inpm	0.147726	0.0472764	3.12	0.002	1.16	1.06	1.27		
Outpm	0.0569745	0.0940487	0.61	0.545	1.06	0.88	1.27		
RCapt	-0.0101908	0.0323193	-0.32	0.753	0.99	0.93	1.05		
RTech	-0.0408309	0.0216156	-1.89	0.059	0.96	0.92	1.00		
Owncapt	1.34945	0.999451	1.35	0.077	3.86	0.54	27.34		
D _{seas}	3.25569	0.551733	5.90	0.001	25.94	8.80	76.48		

Log-Likelihood = -66.788
Test that all slopes are zero: G = 74.219, DF = 13, P-Value = 0.000

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	131.778	141	0.699
Deviance	133.577	141	0.659
Hosmer-Lemeshow	4.951	8	0.763

Measures of Association:
(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary	Measures
Concordant	4984	86.9	Somers' D	0.74
Discordant	738	12.9	Goodman-Kruskal Gamma	0.74
Ties	12	0.2	Kendall's Tau-a	0.36
Total	5734	100.0		

Dengan nilai *Concordant* 86,9 persen dapat disimpulkan bahwa sekitar 87 persen pengamatan dengan kategori mengadopsi (Y=1) diduga mempunyai peluang lebih besar dari kategori tidak mengadopsi. Dari nilai *Discordant* 12,9 persen, berarti sekitar 13 persen pengamatan yang tidak mengadopsi (Y=0) mempunyai peluang lebih besar dari kategori mengadopsi. Nilai *Ties*

(0,2 persen) menunjukkan persentasi pengamatan dengan kategori mengadopsi sama dengan peluang kategori tidak mengadopsi mencapai 0,2 persen (bisa diabaikan).

Dilihat dari ukuran ringkas (*Sommer's, Goodman-Kruskal Gamma dan Kendall's Tau-a*), model ini juga menunjukkan daya prediksi yang makin baik karena nilainya ukuran asosiasi ini mendekati nilai 1.

Secara parsial, dari hasil *Uji Wald (W)* yang ditunjukkan koefisien *Z* terdapat 6 (enam) peubah penjelas yang berpengaruh nyata terhadap adopsi VUB padi. Keenam peubah penjelas yang berpengaruh nyata terhadap keputusan petani mengadopsi teknologi VUB padi adalah meliputi: (1) peubah boneka musim tanam (*D_{seas}*); (2) peubah lokasi pasar input (*INPM*); (3) peubah jarak ke lokasi sumber teknologi (*RTECH*); (4) rasio pemilikan modal sendiri (*OWNCAPT*), (5) aksesibilitas ke jalan raya (*HIGHW*), dan (6) status penguasaan lahan milik (*OWNL*).

Peubah penjelas lainnya yaitu faktor umur (*AGE*), basis pendidikan formal yang pernah ditempuh petani (*FEDUC*), banyaknya tanggungan keluarga (*FRESP*), pengalaman berusahatani padi (*EXP*), aksesibilitas pemukiman tempat tinggal petani (*SETLM*), dan aksesibilitas petani kesumber permodalan (*RCAPT*), semuanya tidak berpengaruh nyata terhadap pengambilan keputusan petani mengadopsi teknologi VUB padi di lahan rawa lebak.

Penafsiran Hasil

Peubah Musim Tanam (*D_{seas}*)

Unsur perbedaan musim tanam (*D_{seas}*) dalam model ini menjadi peubah yang sangat nyata pengaruhnya terhadap

adopsi VUB padi di lahan rawa lebak. Dari nilai Uji Wald (Uji Z) sebesar 5,90 peubah musim ini menghasilkan nilai *p-value* 0,000 mengandung arti respon petani terhadap VUB padi di lahan rawa lebak lebih baik pada musim kemarau dari pada musim hujan. Dari koefisien *Odds ratio* 25,94 artinya peluang petani mengadopsi VUB padi pada musim kemarau bisa mencapai hampir 26 kali dibanding adopsi VUB padi pada musim hujan. Secara rasional, hasil analisis ini dapat dipahami karena pada musim hujan kondisi genangan air di lahan lebak relatif dan tidak memungkinkan ditanami VUB kecuali lebak dangkal. Potensi pengembangan VUB padi di lebak terjadi pada musim kemarau, dimana kondisi genangan airnya surut.

Aksesibilitas Lokasi Pasar Input (INPM)

Seperti halnya dengan musim tanam, peubah INPM ini pengaruhnya sangat nyata pada taraf kepercayaan 95 %. Koefisien uji Z menunjukkan 3,12 dengan nilai *p-value* 0,002). Dari koefisien *Odds ratio* 1,16 mengandung arti petani yang memiliki akses lebih baik ke lokasi pasar input memiliki peluang untuk mengadopsi VUB padi sebesar 1,16 kali lipat dibandingkan petani yang aksesibilitasnya kurang baik.

Aksesibilitas ke Lokasi Sumber Teknologi (RTECH)

Hubungan adopsi dengan lokasi sumber teknologi ini bertanda negatif dengan koefisien $Z = -1,89$ dan memiliki nilai *p-value* 0,059. Dari data empiris menunjukkan bahwa jarak dari lokasi petani ke sumber teknologi bisa mencapai 32 km, sehingga dengan hubungan yang negatif ini mengandung arti semakin jauh jarak lokasi petani ke sumber teknologi semakin kecil adopsi VUB Padi. Dari koefisien *Odds ratio* 0,96 artinya peluang petani yang lokasinya jauh ke sumber teknologi berpeluang mengurangi adopsi VUB padi hampir satu kali lipat dibandingkan dengan lokasi yang dekat ke sumber teknologi.

Rasio Pemilikan Modal Sendiri (OWNCAPT)

Rasio pemilikan modal sendiri terhadap modal usahatani padi berdasarkan hasil dugaan melalui *Regresi Logistik* menunjukkan koefisien Z sebesar 1,35 dan menghasilkan nilai *p-value* 0,077. Hal itu mengandung arti besaran rasio pemilikan modal berpengaruh nyata pada adopsi VUB padi pada taraf nyata 90 %. Dengan tanda hubungan yang positif, artinya semakin besar rasio pemilikan modal sendiri dalam usahatani padi semakin tinggi adopsi petani terhadap VUB padi. Dari koefisien

Odds ratio sebesar 3,86 menunjukkan bahwa petani yang memiliki modal relatif besar, berpeluang meningkatkan adopsinya hingga 3 – 4 kali lipat dari pada petani yang modalnya relatif rendah.

Aksesibilitas ke Jalan Raya (HIGHW)

Keberadaan infrastruktur jalan raya menjadi faktor utama mendukung kelancaran dinamika pembangunan, termasuk dalam adopsi teknologi. Dari hasil dugaan model yang menghasilkan koefisien Z sebesar 2,16 dan nilai *p-value* 0,031), menunjukkan kondisi aksesibilitas jalan raya berpengaruh nyata terhadap adopsi VUB padi. Petani yang berada di lokasi yang memiliki aksesibilitas yang baik ke jalan raya berpeluang meningkatkan adopsinya terhadap VUB padi hingga 2,03 kali lipat (*Odds ratio* = 2,03).

Status Penguasaan Lahan Milik (OWNL)

Keputusan petani untuk mengadopsi VUB padi di lahan rawa juga dipengaruhi sangat nyata oleh status penguasaan lahan milik pada taraf nyata 90 %. (Koefisien $Z = 2,55$ dan nilai *p-value* 0,011). Dari nilai *Odds ratio* diketahui bahwa petani yang menguasai lahan dengan status milik, memiliki peluang mengadopsi teknologi VUB padi 3 kali lipat dibandingkan dengan petani yang penguasaan sawahnya bukan milik sendiri.

KESIMPULAN

1. Penerapan *Regresi Logistik* dengan nilai duga maksimum *likelihood* menggunakan Minitab dapat direkomendasikan untuk menganalisis adopsi teknologi pertanian pada kasus adopsi teknologi VUB padi. Hal itu didukung fakta hasil analisis yang ditunjukkan oleh:
 - a. Signifikansi model yang dibangun memenuhi kaidah-kaidah statistik yang dipersyaratkan meliputi uji G dan *Hosmer-Lemeshow Goodness of Fit*. Uji kelayakan model (*Goodness of Fit*) menggunakan metode *Pearson*, *deviance* dan *Hosmer-Lemeshow* memberikan hasil X^2_{hitung} secara berturut-turut 131,778; 133,577 dan 4,951 dengan nilai *p-value* masing-masing 0,699; 0,659 dan 0,763. Bila dipilih $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima. Artinya model logit layak untuk digunakan.
 - b. Hasil uji parsial dengan koefisien Wald (W) yang identik dengan koefisien Z, mampu mengungkap peubah yang signifikan dalam model
 - c. Penafsiran hasil duga melalui koefisien *Odds*

ratio yang dihasilkan dari model regresi logistik, mampu secara efektif menjelaskan peluang petani mengambil keputusan mengadopsi atau tidak mengadopsi teknologi.

- d. Tampilan ukuran asosiasi antara peubah respon dengan peubah penjelas menunjukkan hubungan yang kuat dan sekaligus menunjukkan semakin baiknya daya prediksi model sebagaimana ditunjukkan oleh besarnya nilai *Concordant* serta kecilnya nilai *Discordant* dan *Ties*.
2. Faktor kunci untuk mendapatkan hasil duga Regresi Logistik yang baik, adalah besaran jumlah responden cukup representatif dengan keragaman relatif tinggi. Oleh karena itu validasi data menjadi faktor penentu dan krusial dilakukan sebelum analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 1996. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. Toronto: John Wiley and Sons Inc.
- Ghozali, I. 2005. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- Gunawan, M. 1988. *Adoption and Bias of New Agricultural Innovation in Jawa Barat, Indonesia*. Unpublish Ph.D. Thesis. University of Minnesota, USA.
- Gujarati, D.N. 1988. *Basic Econometrics*. Second Edition. McGraw Hill Book Company.
- Hendayana, R. 1997. *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Peluang Petani Menerapkan Teknologi Baru Dalam Usahatani Padi. Kasus SUTPA di Lampung Tengah dan Lampung Selatan*. JAE 16 (1): ...
- Hendayana, R., A. Djauhari, A. Gozali AN, E. Syaefulloh, dan R.S. Hutomo. 2009. *Disain Model Percepatan Adopsi Inovasi Teknologi Program Unggulan Badan Litbang Pertanian*. Laporan Hasil Penelitian. Kerjasama Menristek - Badan Litbang Pertanian.
- Hosmer, D.W dan S.Lemeshow. 2000. *Applied Logistic Regression*. 2nd Edition. New Yor: John Willey and Sons
- Hutabarat, B., A. Djauhari, S.M. Pasaribu, dan T. Pranadji. 1990. *Determinan Pengeringan Padi oleh petani di Jawa Barat dan Jawa Timur*. JAE. 9 (1)...
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim dan J. Neter. 2004. *Applied Linear Regression Models*. Fourth Edition. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- McCullagh, P and J.A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models* 2nd Edition. London: Chapman & Hall
- Pakpahan, A. dan N. Syafaat. 1991. *Hubungan Konservasi Tanah dan Air dengan Komoditi yang diusahakan, Struktur Pendapatan serta Karakteristik Rumah Tangga (Kasus DAS Cimanuk dan Citanduy)*. JAE 10 (1 & 2): ...
- Pyndick, R.S. and D.D. Rubinfeld. 1981. *Econometric Model and Econometric Forecast*. International Student Editions. Tokyo: Mc Graw Hill.
- Raharjanti, RP dan T. Widiarti. 2012. *Model Logit Kumulatif Untuk Respon Ordinal*. Jurusan Matematika FMIPA UNDIP. Semarang
- Rokhman, M. S. 2012. *Perbandingan Antara Model Logit dan Probit Sebagai Regresi Untuk Peubah Respon Kategori*. Oseatek UPS Tegal.
- Simatupang, P. 1991. *Regresi Peubah Tak Bebas Kualitatif: Teori Prosedur Pendugaan*. Paper Disampaikan pada Latihan Metoda Penelitian Agro Ekonomi Angkatan VIII, 14 Juni - 2 Maret di Cisarua Bogor.
- Syafaat, N. dan Supena F. 1995. *Faktor-faktor yang mempengaruhi Konservasi Lahan Sawah ke Penggunaan Non Pertanian*. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan. 3(1): ...