

MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINES MODELING FOR HOUSEHOLD FOOD SECURITY IN CENTRAL BORNEO PROVINCE 2017Ananto Wibowo⁵⁵Badan Pusat Statistik Kota Waringin BaratEmail: ananto.wibowo@bps.go.id*(Received: 12-07-2018; Reviewed: 15-04-2019; Revised: 19-04-2019; Accepted: 20-04-2019; Published: 1-05-2019)*©2019 –GSEJ adalah Jurnal yang diterbitkan oleh sains global institut. Ini adalah artikel dengan akses terbuka dibawah licenci CC BY-NC-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).**Abstract**

This study aims to make a model household food security with social, economic and demographic variables in Central Borneo Province using nonparametric regression, Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). The source of data was 2017 Socioeconomic Survey (SUSENAS) from Central Bureau of Statistics. The model shows that all variables have significant to affect household food security with importance level: area type (100%), age (99.47%), the amount of people in a household (88.57%), access to credit (81.01%), head of household education (19.74%), and gender (11.08%). In addition, there are four basic functions with no variable interaction, two basic functions with two variable interactions and two basic functions with three variable interactions on the MARS model specification.

Kata kunci: MARS, Food Security, Household**PENDAHULUAN**

Pangan adalah salah satu kebutuhan mendasar manusia dan menjadi tanggung jawab yang harus dicukupi oleh suatu negara. Undang-Undang No 12 Tahun 2012 menimbang bahwa pemerintah berkewajiban mewujudkan ketersediaan, keterjangkauan, dan pemenuhan konsumsi pangan yang cukup, aman, bermutu, dan bergizi seimbang, baik pada tingkat nasional maupun daerah hingga perseorangan secara merata di seluruh wilayah termasuk Provinsi Kalimantan Tengah (Kalteng).

Tercapainya kondisi ketahanan dan kemandirian akan pangan di Kalteng merupakan sebuah target jangka pendek yang harus dicapai. Ketahanan pangan yang dimaksud tentunya tidak terbatas pada lingkup regional kabupaten kota tetapi sampai pada level rumah tangga. Hal ini cukup beralasan karena beberapa literatur menyebutkan bahwa ketersediaan pangan pada suatu wilayah tidak bisa menjamin adanya ketahanan pangan hingga tingkatan lingkup mikro. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang membahas ketahanan pangan sampai level rumah tangga di Provinsi Kalteng.

Sebagai acuan, Muche, Endalew & Koricho (2014) serta Mitiku, Fufa & Tadase (2013) telah mengkaji status ketahanan pangan rumah tangga di negara Ethiopia dan mengaitkannya dengan variabel sosial, demografi dan ekonomi. Kajian tersebut lebih menekankan pada status rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan dengan model logit atau regresi logistik.

Meski demikian, perlu diketahui bahwa pendekatan regresi logistik dalam berbagai penelitian memiliki kelemahan karena tidak diperkenalkannya multikolinieritas antarvariabel yang dapat menyebabkan hasil estimasi parameter tidak realibel dalam memodelkan

hubungan antara variabel independen dan respon (Gregory & Jackson, 2017). Sedangkan pada penelitian ketahanan pangan yang termasuk penelitian sosial sangat sering terjadi multikolinieritas (Jalaludin, 2009). *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS) kemudian menjadi alternatif dalam pemodelan status ketahanan pangan rumah tangga. MARS merupakan regresi nonparametrik yang dirancang untuk menangkap interaksi atau multikolinieritas antarvariabel pada data berdimensi tinggi (Mina & Barrios, 2010). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan ketahanan pangan rumah tangga di Kalteng dengan pendekatan MARS di samping mengetahui performa model regresi yang terbentuk.

METODE PENELITIAN

Ketahanan Pangan Rumah Tangga

Jonsson & Toole (1991) dalam Maxwell et al (2000) membagi indikator ketahanan pangan suatu rumah tangga menggunakan klasifikasi silang antara pangsa pengeluaran makanan dan ketercukupan kalori (2100 kilokal). Hasil klasifikasi silang membagi empat tingkat ketahanan pangan rumah tangga yaitu:

- Rumah tangga tahan pangan, yaitu pangsa pengeluaran makanan rendah (<60% dari pengeluaran total) sedangkan keterkecukupan kalori tergolong cukup (>80% ketercukupan energi).
- Rumah tangga rentan pangan, yaitu pangsa pengeluaran makanan tinggi ($\geq 60\%$ dari pengeluaran total) sedangkan keterkecukupan kalori tergolong cukup (>80% ketercukupan energi).
- Rumah tangga kurang pangan, yaitu pangsa pengeluaran makanan rendah (<60% dari pengeluaran total) sedangkan keterkecukupan kalori tergolong kurang ($\leq 80\%$ ketercukupan energi).
- Rumah tangga rawan pangan, yaitu pangsa pengeluaran makanan tinggi ($\geq 60\%$ dari pengeluaran total) sedangkan keterkecukupan kalori tergolong kurang ($\leq 80\%$ ketercukupan energi).

Rumah tangga yang tergolong rentan pangan, kurang pangan, dan rawan pangan kemudian dikelompokkan sebagai rumah tangga tidak tahan pangan. Oleh karena itu, ketahanan pangan terbagi ke dalam dua kelompok yaitu rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan.

Selanjutnya, Muche, Endalew & Koricho (2014) dan Mitiku, Fufa & Tadase (2013) mencoba mengaitkan ketahanan pangan rumah tangga dengan beberapa variabel ekonomi, sosial dan demografi diantaranya jenis kelamin kepala rumah tangga (KRT), umur KRT, jumlah anggota rumah tangga (ART), rasio ketergantungan rumah tangga, total pendapatan pertanian rumah tangga, total pendapatan non-pertanian rumah tangga, ukuran lahan pertanian, kepemilikan ternak, akses kredit, jarak terhadap pasar, dan bantuan makanan.

MARS

Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) merupakan regresi nonparametrik multivariat yang mampu menangkap efek nonlinieritas suatu model (Friedman, 1990) dan interaksi antarvariabel independen dengan respon (y) baik biner maupun kontinu. MARS terdiri dari regresi spline yang merupakan bentuk persamaan dan merepresentasikan parametrik polinomial *piecewise* atau terbagi dalam beberapa region (Hastie & Tibshirani, 1995) serta *Recursive Partitioning Regression* (RPR). Pada kasus univariat (n) dengan $K + 1$ region, salah satu fungsi basis spline yang direpresentasikan:

$$1, \{x^j\}_1^q, \{(x - t_k)_+^q\}_1^K \quad (1)$$

dimana $\{t_k\}_1^K$ adalah lokasi knot. Namun kelemahan regresi spline belum banyak berhasil menyelesaikan kasus-kasus multivariat atau berdimensi tinggi (Hidayat, 2009).

Untuk mengatasi hal ini dibentuklah RPR dengan bentuk fungsi:

$$\hat{f}(x) = \sum_{m=1}^M a_m B_m(x) \quad (2)$$

dimana B_m adalah fungsi basis yang memiliki bentuk tidak kontinu dan disempurnakan dengan model MARS.

Estimator model MARS yang digunakan untuk respon biner dapat ditulis sebagai berikut:

$$\ln \left[\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right] = a_0 + \sum_{m=1}^M a_m \prod_{k=1}^{k_m} [S_{k_m}(x_{v(k,m)} - t_{k_m})] \quad (4)$$

Dengan a_0 merupakan suatu konstanta dan $\pi(x)$ merupakan probabilitas sukses untuk sebuah amatan. Metode MARS menggunakan algoritma stepwise (*forward* dan *backward*) dalam memilih model dengan nilai GCV yang minimum. Formula GCV dinyatakan dalam bentuk berikut:

$$GCV(M) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i - \hat{f}_M(x_i)]^2}{\left[1 - \frac{C(M)}{N}\right]^2} \quad (5)$$

Langkah untuk mendapatkan model MARS terbaik dilakukan dengan *trial and error* terhadap kombinasi jumlah *Basis Function* (BF), *Maksimum Interaktion* (MI) dan *Minimum Observation* (MO). Prayasta (2012) menggunakan jumlah BF dua hingga empat kali banyaknya variabel independen. Sedangkan MI sebesar satu hingga tiga karena terkait interpretasi model yang akan semakin sulit. Adapun MO yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,1,2, dan 3.

Selanjutnya, untuk mengetahui apakah secara umum model MARS yang terpilih dapat menggambarkan hubungan keseluruhan variabel independen dan variabel respon dilakukan Uji simultan dengan statistik uji-F dimana wilayah kritis tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{\alpha}(v_1, v_2)$ dimana hipotesis yang diajukan:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_M = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 ; j = 0, 1, 2, 3, \dots, m$$

Adapun nilai dari v_1 dan v_2 adalah nilai dari MDF (jumlah fungsi basis dalam model) dan NDF jumlah observasi dikurangi jumlah fungsi basis +1). Setelah itu, dilakukan uji parsial yang bertujuan untuk menguji apakah masing-masing variabel prediktor yang terbentuk mempunyai pengaruh signifikan terhadap fungsi basis dalam model yang terbentuk.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 ; j = 0, 1, 2, 3, \dots, m$$

Statistik Uji yang digunakan adalah t_{hitung} dari table *ordinary least square* pada output MARS dengan wilayah kritis tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2}(v_2)$.

Performa Klasifikasi MARS dan *Press-Q*

Performa klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *total corrected* atau perbandingan antara jumlah amatan yang sesuai prediksi dengan jumlah seluruh amatan.

Semakin tinggi nilai *total corrected*, maka akan semakin baik suatu model melakukan klasifikasi. Berdasarkan Tabel 1 didapat formula *total corrected* sebagaimana Hair, Black, Babin, & Anderson (2010) adalah:

$$Total\ Corrected = \frac{n_{11} + n_{22}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}} \times 100\% \quad (6)$$

Selain itu, dilakukan pula uji *Press's Q* untuk mengetahui kestabilan dalam ketepatan pengelompokkan. Persamaan untuk uji statistik *Press's Q* (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010) sebagai berikut:

$$Press's\ Q = \frac{[N - (nK)]^2}{N(K-1)} \quad (7)$$

Dimana:

- N : jumlah sampel amatan
- n : jumlah amatan yang tepat diklasifikasikan
- K : jumlah kelompok amatan

Nilai dari *Press's Q* ini kemudian dibandingkan dengan nilai kritis (tabel khi-kuadrat dengan derajat bebas 1). Jika nilai dari *Press's Q* melebihi nilai kritis maka klasifikasi dapat dianggap sudah stabil dan konsisten secara statistik.

Tabel 1. Klasifikasi Model

Hasil Observasi (<i>Actual Class</i>)	Taksiran (<i>Predicted Class</i>)	
	Tahan Pangan	Tidak Tahan Pangan
Tahan Pangan	n_{11}	n_{12}
Tidak Tahan Pangan	n_{21}	n_{22}

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) dengan tahun terbaru yakni 2017. Pada data tersebut diklasifikasikan rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan berdasarkan kriteria Jonssons dan Toole. Demi kepentingan analisis, terdapat tujuh variabel yang digunakan dalam penelitian yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Penelitian

No	Variabel	Kategori
1.	Status Ketahanan Pangan Rumah Tangga (Y)	0 = Tidak Tahan Pangan 1 = Tahan Pangan
2.	Jumlah ART (x_1)	Kontinu
3.	Jenis Kelamin KRT (x_2)	0 = Perempuan 1 = Laki-Laki
4.	Klasifikasi Daerah (x_3)	0 = Desa 1 = Kota
5.	Umur KRT (x_4)	Kontinu
6.	Akses Kredit (x_5)	0 = Tidak Terakses Kredit 1 = Terakses Kredit
7.	Pendidikan KRT (x_6)	0 = Maksimal Tamat SMP 1 = Minimal Tamat SMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model MARS terbaik adalah model yang memiliki nilai GCV terminimum dan *Total Corrected* yang tertinggi. Berdasarkan kombinasi fungsi basis 12, 18, dan 24 dengan maksimum interaksi 1, 2, dan 3 serta minimum observasi 0, 1, 2, dan 3 didapat model terbaik

pada kombinasi BF=18, MI=3, dan MO=0 dengan nilai GCV sebesar 0,227 dan *Total Corrected* 63,78%. Model tersebut dapat ditulis:

$$\ln \left[\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right] = 0.616 - 0.136 * BF3 - 0.045 * BF5 + 0.006 * BF6 - 0.043 * BF8 + 0.074 * BF11 - 0.005 * BF12 + 0.013 * BF14$$

Dengan

$$\begin{aligned} BF2 &= (X_3 = 1); & BF3 &= (X_5 = 0); \\ BF5 &= \max(0, X_1 - 1); & BF6 &= \max(0, X_4 - 23) * BF2; \\ BF7 &= \max(0, 23 - X_4) * BF2; & BF8 &= (X_6 = 0); \\ BF11 &= \max(0, 2 - X_1) * BF7; & BF12 &= \max(0, X_4 - 47.000); \\ BF13 &= \max(0, 47 - X_4); & BF14 &= \max(0, X_1 - 7.000) * BF13; \\ BF16 &= (X_2 = 0) * BF6; & BF18 &= \max(0, X_1 - 1.000) * BF12; \end{aligned}$$

Hasil model MARS yang terbentuk kemudian direpresentasikan melalui dekomposisi ANOVA yang digunakan untuk melihat variabel independen apa saja yang memengaruhi status ketahanan pangan rumah tangga. Dekomposisi ANOVA menunjukkan bahwa seluruh variabel signifikan dan masuk dalam di model. Variabel tersebut diantaranya adalah jumlah ART, jenis kelamin, klasifikasi daerah, umur KRT, akses kredit dan pendidikan KRT.

Tabel 3. Dekomposisi ANOVA

Fungsi	Jumlah Basis Fungsi	Variabel	Variabel	Variabel
1	1	X_3		
2	1	X_1		
3	1	X_5		
4	1	X_4		
5	1	X_4	X_3	
6	2	X_4	X_1	
7	1	X_4	X_1	X_3
8	1	X_4	X_3	X_2

Tabel 3 menunjukkan bahwa model terbaik MARS memiliki 9 fungsi basis dimana 4 fungsi basis tanpa interaksi (satu variabel), tiga fungsi basis dengan dua interaksi dan dua fungsi basis dengan tiga interaksi. Interaksi menunjukkan adanya efek *cross product* dari beberapa buah variabel independen terhadap variabel respon Nash & Bradford (2001). MARS juga memfasilitasi peneliti untuk lebih memahami kontribusi absolut interaksi variabel dengan tiga dimensi yang menarik (Lampiran 2).

Selain itu, pemodelan MARS yang terbentuk dapat mengetahui tingkat kepentingan setiap variabel independen dalam menentukan status ketahanan pangan rumah tangga. Variabel-variabel ini kemudian diurutkan berdasarkan tingkat kepentingannya yang disajikan pada Tabel 4. Tingkat kepentingan dari setiap variabel independen dapat dilihat dari kolom *importance* yang merupakan taksiran perubahan nilai GCV. Nilai *importance* menunjukkan seberapa besar persentase kepentingan variabel prediktor terhadap model MARS yang terbentuk. Hasil minus GCV menyatakan penurunan nilai karena masuknya variabel yang bersesuaian ke dalam model. Berikut hasil analisis terhadap nilai *importance*:

1. Variabel X_3 atau tipe daerah memiliki tingkat kepentingan 100 persen. Secara umum rumah tangga di wilayah perkotaan mempunyai rata-rata pangsa pengeluaran pangan lebih kecil dibanding rumah tangga di wilayah pedesaan (Purwaningsih et al, 2010). Hal ini erat kaitannya dengan tingkat ketahanan pangan dimana klasifikasi rumah tangga tahan pangan harus bersilangan dengan ketercukupan energi.
2. Variabel X_4 atau umur KRT memiliki tingkat kepentingan 99,47 persen. Usia KRT memiliki peran terhadap tingkat kedewasaan dan kematangan yang lebih baik sehingga pengaturan dalam mengatur perekonomian menjadi lebih bijak terutama dalam mengatur pola konsumsi dan gizi bagi anggota keluarganya (Heryanah, 2016) .
3. Variabel X_1 atau jumlah anggota rumah tangga memiliki tingkat kepentingan 88,57 persen. Ukuran rumah tangga pada analisis ketahanan pangan memiliki hubungan dengan besarnya tanggungan yang dimiliki suatu rumah tangga. Dalam berbagai literatur jumlah ART akan menentukan kebutuhan biaya hidup dan pola konsumsi yang harus dipenuhi demi keterkecukupan kalori.
4. Variabel X_5 atau akses kredit memiliki tingkat kepentingan 81,01 persen. Akses terhadap kredit memiliki efek yang positif terhadap ketahanan pangan suatu rumah tangga (Mitiku, Fufa & Tadase, 2013). Layanan keuangan membantu rumah tangga miskin yang berpendapatan rendah sehingga dapat meningkatkan pendapatan. Selain itu juga dapat membangun aset yang memungkinkan mereka untuk mengurangi risiko dan memperlancar konsumsi baik makanan, maupun non makanan (Diagne & Zeller, 2001).
5. Variabel X_6 atau pendidikan KRT memiliki tingkat kepentingan 19,74 persen. Pendidikan merupakan salah satu indikator yang menunjukkan kualitas sumber daya manusia. Melalui pendidikan, seseorang memperoleh pengetahuan, kemampuan berpikir, dan kepercayaan diri (BPS, 2008).
6. Variabel X_2 atau jenis kelamin KRT memiliki tingkat kepentingan 11,08 persen. KRT yang memiliki jenis kelamin perempuan seringkali memiliki kesejahteraan yang lebih rendah dan berpendapatan kecil sehingga memengaruhi pola konsumsi pengeluaran yang tidak sebaik KRT laki-laki.

Tabel 4. *Relative Variable Importance*

Variabel	Importance	-GCV
X_3	100,00	0,231
X_4	99,47	0,231
X_1	88,57	0,230
X_5	81,01	0,229
X_6	19,74	0,227
X_2	11,08	0,227

Kemudian dilakukan pengujian pada koefisien fungsi basis yang meliputi uji simultan dan uji parsial (Lampiran 1). Hasil uji simultan menunjukkan bahwa model MARS yang terbentuk telah signifikan dengan nilai *p-value* sebesar $0,999 \times 10^{-15}$. Dengan demikian keputusannya adalah tolak H_0 atau secara umum model MARS yang terpilih dapat menggambarkan hubungan keseluruhan variabel independen terhadap variabel respon ketahanan pangan rumah tangga. Adapun secara uji parsial semua output model MARS memiliki nilai *p-value* kurang dari taraf nyata sebesar 5 persen dengan kesimpulan bahwa semua fungsi basis memiliki pengaruh yang signifikan terhadap model.

Tabel 5. Nilai Koefisien dan *Odds Ratio* Masing-Masing Fungsi Basis

Basis Fungsi	Koefisien	Odds Ratio
--------------	-----------	------------

BF3	-0,136	0,8728
BF5	-0,045	0,9559
BF6	0,006	1,0060
BF8	-0,043	0,9579
BF11	0,074	1,0768
BF12	-0,005	0,9950
BF14	0,013	1,0130
BF16	-0,003	0,9970
BF18	0,001	1,0010

Interpretasi pada model akan lebih bermakna untuk mengetahui efek lebih jauh prediktor dalam memengaruhi variabel respon. Sehubungan dengan pemodelan MARS dalam penelitian ini berupa respon biner, maka interpretasi dilakukan dengan menggunakan *odds ratio*. Nilai *odds ratio* dihitung dengan mengesponensialkan koefisien dari masing-masing fungsi basis seperti pada tabel. Berikut contoh interpretasi koefisien MARS pada Tabel 5:

$BF3 = (X_5 = 0)$ dengan koefisien 0,316 atau *odds ratio* 0,87: Rumah tangga yang tidak terakses kredit akan memiliki kecenderungan untuk tahan pangan sebesar 0,8728 dibandingkan rumah tangga yang terakses kredit.

$BF6 = \max(0, X_4 - 23) * BF2$; dengan koefisien -0,006 atau *odds ratio* 1,006: Rumah tangga yang memiliki KRT berumur lebih dari 23 tahun dan tinggal dipertanian berkecenderungan untuk menjadi rumah tangga tahan pangan sebesar 1,006 dibandingkan dengan rumah tangga yang memiliki KRT berumur kurang dari 23 tahun dan tinggal dipertanian.

Demikian seterusnya untuk interpretasi fungsi basis yang lainnya.

Selanjutnya untuk melihat seberapa baik pengklasifikasian rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan di Kalteng dapat dihitung dengan menggunakan nilai *Total Corrected*. Yang mencapai 63,80 persen (Tabel 6). Nilai ini memiliki makna bahwa 63,80 persen observasi tepat diklasifikasikan sesuai kelasnya dan cukup baik dalam melakukan pengelompokan. Selain itu apabila dilihat dari setiap kelas/kategori, untuk rumah tangga tidak tahan pangan sebesar 87,32 persen secara tepat diprediksi oleh model, sedangkan rumah tangga tahan pangan hanya sebesar 26,65 persen.

Tabel 6. Klasifikasi Model MARS

Hasil Observasi (<i>Actual Class</i>)	Taksiran (<i>Predicted Class</i>)	
	Rumah Tangga Tahan Pangan	Rumah Tangga Tidak Tahan Pangan
Rumah Tangga Tahan Pangan	711	1957
Rumah Tangga Tidak Tahan Pangan	534	3676
Ketepatan (%)	63,80%	

Lebih jauh, suatu model dikatakan baik atau tepat dalam mengklasifikasikan bila model tersebut konsisten dan stabil dalam mengklasifikasikan observasi-observasinya. Ukuran yang dapat digunakan sebagai tolak ukur kestabilan klasifikasi adalah statistik *Press's Q*.

$$\text{Press's } Q = \frac{[N-(nk)]^2}{N(K-1)} = \frac{[6878-(4387 \times 2)]^2}{6878(2-1)} = 522,65$$

Nilai *Press's Q* ini dibandingkan dengan nilai *Chi-Square* dengan derajat bebas 1 ($\chi^2_{(1;0,05)}=3,841$). Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa nilai *Press's Q* jauh lebih besar dari nilai $\chi^2_{(1;0,05)}$ atau dengan kata lain model model MARS konsisten secara statistik dalam melakukan pengelompokkan status rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan. Selain itu dapat pula disimpulkan bahwa variabel yang digunakan dalam penelitian ini sudah signifikan dalam membedakan ketahanan pangan rumah tangga sesuai dengan kelasnya..

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemodelan MARS yang dilakukan telah konsisten dan stabil dalam mengelompokkan rumah tangga tahan pangan dan tidak tahan pangan di Provinsi Kalteng dengan nilai *total corrected* yang dihasilkan sebesar 63,80 persen. Tingkat kepentingan variabel yang mempengaruhi ketahanan pangan rumah tangga secara berurutan adalah tipe daerah (100 persen), umur KRT (99,47 persen), jumlah ART (88,57 persen), akses kredit (81,01 persen), pendidikan KRT (19,74 persen) dan jenis kelamin KRT (11,08 persen). Selain itu, terdapat 4 fungsi basis tanpa interaksi (satu variabel), tiga fungsi basis dengan dua interaksi dan dua fungsi basis dengan tiga interaksi dalam memengaruhi variabel ketahanan pangan rumah tangga.

Saran

Penelitian selanjutnya dapat menambah variabel sosial, ekonomi dan demografi seperti rasio ketergantungan, luas lahan pertanian yang dimiliki, proporsi ART yang bekerja dsb untuk memperkaya hasil analisis dan tingkat ketepatan klasifikasi model terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2008). *Analisis dan Perhitungan Tingkat Kemiskinan 2008*. Jakarta. <https://doi.org/Katalog/BPS/3205015>
- Diagne & Zeller. (2001). *Access to Credit and Its Impact on Welfare in Malawi*. Washington DC: International Food Policy Research Institute.
- Friedman, H. (1990). MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINES. *The Annals of Statistics* JSTOR Vol 19 No 1,141.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., dan Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis. Vectors*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2011.02.019>
- Gregory & Jackson. (2017). *Multicollinearity: What Is It, Why Should We Care, and How Can It Be Controlled?*. National University.
- Hastie, Trevor & Tibshirani. (1995). *Generalized Additive Models*. California: Departement of Statistics and Division of Biostatistics Stanford University
- Heryanah. (2016). *Ketahanan Pangan Rumah Tangga Di Jawa Barat: Analisis Data* Susenas 2012. Volume 24 No 2 2016 Populasi.
- Hidayat, Syarif. (2008). *Pemodelan Desa Tertinggal di Jawa Barat Tahun 2005 dengan Pendekatan MARS* [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

- Jalaluddin, M., Baidowi, S., Magister, P., Statistika, J., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., & Alam, P. (2009). *A MODEL OF CHILD PARTICIPATION IN USING LOGISTICS REGRESSION AND MARS*.
- Maxwell, D. (2000). Urban Livelihoods and Food and Nutrition Security in Greater Accra, Ghana. United States of America: International Food Policy Research Institute.
- Mina, Christian dan Barrios, E. (2010). *Profiling Poverty with Multivariate Adaptive Regression Splines*. *Phillipine Journal of Development*, XXXVII(69).
- Mitiku, Fufa & Tadase. (2013). Emperical analysis of the determinants of rural households food security in Southern Ethiopia: The case of Shashemene District. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*
- Muche, Endalew & Koricho. (2014). Determinants of Household Food Security among Southwest Ethiopia Rural Household. Malaysia: *Asian Journal of Agricultural Research*.
- Nash, Maliha dan Bradford, D. (2001). Parametric and Nonparametric Logistic Regressions for Prediction of Presence / Absence of an Amphibian.
- Prayasta, I. G. H. (2012). PEMODELAN MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION.
- Purwaningsih et al. (2010). Pola Pengeluaran Pangan Rumah Tangga Menurut Tingkat Ketahanan Pangan Di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*