

PENERAPAN ANALISIS KOVARIANS MULTIVARIAT PADA BIDANG GIZI (Study Kasus: Pengaruh Perbedaan Tingkat Kelas Terhadap Rata-rata Frekuensi Makan, Asupan Energi, dan Asupan Protein dengan Kovariat Berupa Berat Badan dan Usia Siswa di MTs Nurul Ummah Yogyakarta)

THE APPLICATION OF MULTIVARIATE ANALYSIS OF COVARIANCE FOR NUTRITION CONTEXT

(Case Study: the effect of different grade level to the average of the frequency in eating foods, energy intake, and protein intake with covariates weight and age of students students at MTs Nurul Ummah Yogyakarta)

Oleh: Yogya Ardi Winata¹⁾, Dr. Dhoriva Urwatul W, M.S.²⁾

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA UNY

¹⁾yogya_ardi_winata@yahoo.com ²⁾dhoriva@yahoo.com

ABSTRAK

*Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) adalah analisis kovarians dengan lebih dari satu variabel terikat dan melibatkan variabel konkomitan atau kovariat. MANCOVA yang terdiri dari satu faktor dan dua kovariat disebut MANCOVA satu arah dengan dua kovariat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan asupan gizi pada aspek rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta berdasarkan tingkat kelas dengan dua kovariat berupa berat badan dan usia siswa. Metode pengujian menggunakan MANCOVA satu arah dengan dua kovariat dengan uji *Wilk's Lambda*. Hasil uji MANCOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kebutuhan gizi siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta untuk pada aspek rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein siswa setelah disesuaikan dengan kovariat berupa berat badan dan usia siswa, terutama aspek asupan protein pada kelas 1 dan kelas 3.*

Kata kunci: *MANCOVA, penerapan MANCOVA, analisis kovarians, post hoc MANCOVA*

ABSTRACT

Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) is an analysis of covariance with more than one dependent variable and involve concomitant variable or covariate. MANCOVA which consists of one factor and two covariates is called one-way MANCOVA with two covariates. The aim of the research was to know the different of nutrition intake on aspect of the average of frequency in eating foods, energy intake, and protein intake students of MTs Nurul Ummah Yogyakarta with respect to grade level with two covariates are weight and age of students. The result of MANCOVA test showed that there are different of nutrition intake students of MTs Nurul Ummah Yogyakarta on aspects of the average of frequency in eating foods, energy intake, and protein intake after adjusted with covariates weight and age of students, especially on aspect of protein intake in the 1st and 3rd grade.

Keywords: *MANCOVA, implementation of MANCOVA, covariance analysis, post hoc MANCOVA*

PENDAHULUAN

Analisis Multivariat adalah metode-metode statistik yang mengolah beberapa pengukuran menyangkut obyek atau individu sekaligus (Simamora, 2005: 2-3). Terdapat dua kelompok analisis multivariat, yaitu analisis dependensi dan analisis interdependensi. Analisis dependensi digunakan pada suatu penelitian untuk mengetahui pengaruh variabel bebas

(*independent variable*) terhadap variabel terikat (*dependent variable*). Analisis interdependensi tidak terdapat pengelompokan variabel bebas dan variabel terikat, namun dengan menganalisis secara simultan semua variabel (Hair dkk, 2006: 13).

Salah satu analisis dependensi multivariat adalah MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*). MANOVA merupakan perluasan dari

ANOVA (*Analysis of Variance*). MANOVA digunakan jika melibatkan lebih dari satu variabel terikat dan satu atau lebih variabel bebas. Dalam suatu penelitian tidak semua variabel dapat dikontrol. Terdapat variabel yang tidak dapat dikontrol yang mempengaruhi respon obyek penelitian, variabel tersebut disebut variabel konkomitans atau kovariat. Kasus multivariat dengan kovariat analisisnya menggunakan MANCOVA (*Multivariate Analisis of Covariance*).

Dalam analisis data ada yang disebut dengan faktor atau variabel bebas yang berskala nominal atau ordinal. Faktor menunjukkan arah analisis. Satu faktor menunjukkan satu arah, dua faktor menunjukkan dua arah, dan seterusnya. MANCOVA yang terdiri dari satu faktor dan dua variabel konkomitans disebut MANCOVA satu arah dengan dua kovariat. Dalam pengujian MANCOVA terdapat empat cara, antara lain uji *Hotelling's Test*, uji *Wilk's Lambda*, uji *Pillai's Trace*, dan uji *Roy's Largest Root*.

Ridlo (2016) melakukan penelitian tentang status gizi siswa MTs Nurul Ummah. Variabel respon (variabel terikat) yang diukur adalah rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein. Dikumpulkan pula data berupa berat badan, tinggi badan, dan umur siswa. Pengolahan data yang dilakukan adalah analisis varians (ANOVA) pada masing-masing variabel terikat. Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik untuk melakukan pembahasan tentang penerapan MANCOVA pada bidang gizi.

Ilmu gizi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara makanan yang dimakan dengan kesehatan tubuh (Moehji, 1979: 1). Dalam ilmu gizi terdapat istilah antropometri. Antropometri

merupakan metode yang sering dilakukan dalam penentuan status gizi. Menurut Supriasa dkk. (2002) antropometri gizi berhubungan dengan berbagai macam pengukuran dimensi tubuh dan komposisi tubuh dari berbagai tingkat umur dan tingkat gizi. Ukuran tubuh yang biasa digunakan antara lain berat badan, tinggi badan, lingkar lengan atas, dan tebal lemak dibawah kulit. Status gizi sangat mempengaruhi aktivitas seseorang. Seseorang yang bergizi cukup dapat dilihat dari keaktifan, giat bekerja, ekspresi kegembiraan, dan jarang sakit (Sutarto & Mu'rifah, 1980: 51).

Pada masa pertumbuhan pemenuhan asupan gizi berupa asupan energi dan asupan protein penting untuk menunjang aktivitas. Menurut Hardinsyah dkk. (2012: 5) faktor yang mempengaruhi kecukupan energi adalah berat badan, tinggi badan, usia, jenis kelamin, energi cadangan bagi anak dan remaja, serta *thermic effect of food* (TEF). Kecukupan protein seseorang dipengaruhi oleh berat badan, usia, dan mutu protein dalam pola konsumsi pangannya (Hardinsyah dkk., 2012: 9).

Dari uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pada setiap tingkat kelas terdapat kebutuhan asupan gizi yang berbeda. Aspek yang diukur pada penelitian ini adalah rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein Dengan kovariat berupa berat badan dan usia siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta.

METODE

Metode Penelitian ini menggunakan metode MANCOVA satu arah dengan dua kovariat. Uji statistik yang digunakan adalah uji *Wilk's Lambda*.

MANCOVA Satu Arah dengan Dua Kovariat

MANCOVA merupakan perluasan dari ANCOVA, dimana ANCOVA merupakan perpaduan antara ANOVA dan regresi (Rencher, 1998: 178). MANCOVA adalah analisis kovarians dengan lebih dari satu variabel terikat. Dalam MANCOVA terdapat variabel konkomitan atau kovariat yang dianggap sebagai variabel bebas dan haruslah berskala rasio atau interval. Adanya kovariat bertujuan untuk menghilangkan pengaruh dari faktor percobaan yang tidak dapat dikontrol dan mengurangi galat varians (*error variance*) (Rencher, 1998: 178), dengan demikian tujuan dari MANCOVA adalah mengetahui apakah terdapat perbedaan pengaruh perlakuan (faktor atau grup) terhadap variabel terikat setelah disesuaikan dengan kovariat. Obyek MANCOVA satu arah dengan dua kovariat terdiri dari satu faktor dengan h perlakuan dengan masing-masing melibatkan dua kovariat pada setiap observasi.

Model MANCOVA satu arah dengan dua kovariat merupakan perpaduan antara model regresi linear multivariat dengan MANOVA. Menurut Rencher (1998: 187) model MANCOVA satu arah dengan dua kovariat dituliskan

$$y_{ki} = \mu + \tau_k + Bx_{ki} + \epsilon_{ki}, \quad k = 1, 2, \dots, h, \\ i = 1, 2, \dots, n_k.$$

Dengan

$$B = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \\ \vdots & \vdots \\ \beta_{p1} & \beta_{p2} \end{bmatrix},$$

adalah matriks berukuran $p \times 2$, merupakan koefisien regresi dari y pada x .

y_{ki} : hasil observasi ke- i pada perlakuan ke- k .

μ : rata-rata keseluruhan.

τ_k : pengaruh perlakuan ke- k .

x_{ki} : nilai kovariat ke- i pada perlakuan ke- k .

ϵ_{ki} : nilai galat pada pengamatan ke- i pada perlakuan ke- k .

Model MANCOVA di atas terdapat syarat yang harus dipenuhi yaitu $\sum_{k=1}^h \tau_k = 0$ dan $\epsilon_{ki} \sim IN_p(0, \Sigma)$. Model MANCOVA di atas mempunyai bentuk model regresi linear:

$$y_{ki} = B_0 + B_1 x_{ki} + \epsilon_{ki}.$$

Untuk melakukan pengujian, perlu diketahui jumlah kuadrat dan hasil kali silang yang dinyatakan dalam bentuk matriks, yaitu E dan H yang dikombinasikan dengan vektor $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$. Matriks E merupakan jumlah kuadrat dan hasil kali silang galat. Matriks E didefinisikan sebagai:

$$E = \begin{bmatrix} E_{xx} & E_{xy} \\ E_{yx} & E_{yy} \end{bmatrix}.$$

Dengan,

$$E_{yy} = \sum_{k=1}^h \sum_{i=1}^n (y_{ki} - \bar{y}_k)(y_{ki} - \bar{y}_k)',$$

$$E_{xx} = \sum_{k=1}^h \sum_{i=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_k)(x_{ki} - \bar{x}_k)',$$

$$E_{xy} = \sum_{k=1}^h \sum_{i=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_k)(y_{ki} - \bar{y}_k)',$$

dengan derajat bebas $h(n - 1)$. Matriks H merupakan jumlah kuadrat dan hasil kali silang perlakuan. Berdasarkan partisi matriks kovarians, matriks H didefinisikan sebagai:

$$H = \begin{bmatrix} H_{xx} & H_{xy} \\ H_{yx} & H_{yy} \end{bmatrix}.$$

Dengan,

$$H_{yy} = n \sum_{k=1}^h (\bar{y}_k - \bar{y}..)(\bar{y}_k - \bar{y}..)',$$

$$H_{xx} = n \sum_{k=1}^h (\bar{x}_k - \bar{x}..)(\bar{x}_k - \bar{x}..)',$$

$$H_{xy} = n \sum_{k=1}^h (\bar{x}_k - \bar{x}..)(\bar{y}_k - \bar{y}..)',$$

dengan derajat bebas $h - 1$.

Pada dasarnya, analisis multivariat adalah perluasan dari analisis univariat yaitu dari bentuk skalar menjadi bentuk matriks. Jumlah kuadrat dan jumlah kali silang terkoreksi multivariat merupakan generalisasi dari analisis univariatnya

yang didefinisikan sebagai berikut. Matriks jumlah kuadrat dan hasil kali silang galat terkoreksi,

$$E_{Y.X} = E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy},$$

dengan derajat bebas $v_E = h(n-1)$. Matriks jumlah kuadrat dan hasil kali silang perlakuan terkoreksi,

$$H_{Y.X} = H_{yy} - (E_{yx} + H_{yx})(E_{xx} + H_{xx})^{-1}(E_{xy} + H_{xy}) + E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy},$$

dengan derajat bebas $v_H = h - 1$.

Prosedur pengujian dalam MANCOVA meliputi: (1) Pengujian asumsi MANCOVA (2) Pengujian hipotesis uji MANCOVA dengan statistik uji *Wilk's Lambda* (3) Uji *post hoc* MANCOVA dengan prosedur *Bryant-Paulson* (BP) jika hasil uji hipotesis MANCOVA menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat. Pengolahan data yang dilakukan didukung dengan *software* SPSS 20.

Pengujian Asumsi MANCOVA

Sebelum melakukan uji hipotesis MANCOVA terdapat lima asumsi yang harus terpenuhi yaitu: ada hubungan linear antara variabel terikat dan variabel konkomitan, koefisien bidang regresi antar perlakuan homogen, independensi obyek pengamatan, variabel terikat berdistribusi normal multivariat pada setiap perlakuan, dan matriks varians kovarians homogen antar perlakuan.

Hubungan linear antara variabel terikat dan variabel konkomitan

Asumsi ini harus terpenuhi. Jika hubungan variabel terikat dengan kovariat *curvilinear* maka kovariat tidak layak digunakan, sehingga pelanggaran pada asumsi ini sangat

serius. pengujian asumsi ini memiliki hipotesis $H_0: \mathbf{B} = \mathbf{0}$ dan $H_1: \mathbf{B} \neq \mathbf{0}$. Statistik uji yang digunakan adalah uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 190) yaitu:

$$\Lambda = \frac{|E_{Y.X}|}{|E_{Y.X} + H|} = \frac{|E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy}|}{|E_{yy}|}.$$

Hipotesis H_0 ditolak jika $\Lambda \leq \Lambda_{\alpha;p,2,h(n-1)-2}$ atau berdasarkan output SPSS nilai *sig* $< \alpha$, yang artinya bahwa variabel terikat dipengaruhi oleh kovariat sehingga terdapat hubungan linear antara variabel terikat dengan kovariat.

Koefisien bidang regresi homogen antar perlakuan

Jika asumsi ini tidak terpenuhi maka terjadi penyimpangan yang menunjukkan adanya korelasi antara kovariat dengan perlakuan. Hal tersebut tidak boleh terjadi.

Untuk menguji asumsi ini diberikan hipotesis uji $H_0: \mathbf{B}_1 = \mathbf{B}_2 = \dots = \mathbf{B}_h$ dan H_1 : paling sedikit dua \mathbf{B}_k tidak sama, untuk $k = 1, 2, \dots, h$.

Dengan statistik uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 191):

$$\Lambda = \frac{|E|}{|E + H_k|} = \frac{|E_{yy} - \sum_{k=1}^h E_{yxk}E_{xxk}^{-1}E_{xyk}|}{|E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy}|}.$$

Hipotesis H_0 ditolak apabila nilai $\Lambda \leq \Lambda_{\alpha;p,2(h-1),h(n-1)-2h}$ atau *sig* $< \alpha$. Hipotesis ini terpenuhi jika hipotesis H_0 diterima, artinya koefisien regresi homogen antar perlakuan.

Variabel terikat berdistribusi normal multivariat pada setiap perlakuan (Normalitas)

Pengujian asumsi normal multivariat menggunakan metode grafik, yaitu dengan *Quantile-vs-Quantile plot* (Q-Q Plot)

membandingkan jarak Mahalanobis (d_i^2) dan chi kuadrat pada sentroid (q_i). Untuk membuat Q-Q Plot terlebih dahulu dihitung jarak mahalanobis:

$$d_i^2 = (\mathbf{y}_i - \bar{\mathbf{y}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{y}_i - \bar{\mathbf{y}}),$$

kemudian melakukan langkah-langkah sebagai berikut (Sharma, 1996: 381). (1) Mengurutkan nilai jarak mahalanobis dari yang terkecil sampai terbesar $d_1^2 < d_2^2 < \dots < d_n^2$. (2) Mencari nilai sentroid (q_i) setiap observasi, $(i - 0.5)/n$, dimana i adalah nomor observasi. (3) Mencari nilai dari chi kuadrat $\chi_p^2((i - 0.5)/n)$, dimana p merupakan banyaknya variabel terikat. (4) Membuat plot antara d_i^2 dan $\chi_p^2((i - 0.5)/n)$. Jika plot cenderung mengikuti pola garis lurus maka data dianggap berdistribusi normal multivariat.

Independensi obyek pengamatan

Asumsi ini dianggap terpenuhi jika sampel diambil secara acak.

Matriks varians kovarians homogen (Homogenitas)

Pengujian asumsi homogenitas matriks varians kovarians (Σ) menggunakan uji statistik Box's M dengan pendekatan uji chi kuadrat (χ^2). Hipotesis asumsi ini adalah $H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_h$ dan H_1 : paling sedikit dua Σ_k tidak sama, untuk $k = 1, 2, \dots, h$. Statistik uji uji Box's M dengan pendekatan χ^2 (Rencher, 1998: 139):

$$U = -2(1 - C_1) \ln M.$$

Dengan,

$$C_1 = \left(\sum_{k=1}^h \frac{1}{v_k} - \frac{1}{\sum_{k=1}^h v_k} \right) \left(\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p + 1)(h - 1)} \right)$$

dan

$$\ln M = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^h v_k \ln |\mathbf{S}_k| - \frac{1}{2} (\sum_{k=1}^h v_k) \ln |\mathbf{S}_{pl}|.$$

Dengan $v_k = n_k - 1$. \mathbf{S}_k adalah matriks varians kovarians sampel pada perlakuan ke- k dan \mathbf{S}_{pl} adalah matriks varians kovarians gabungan.

$$\mathbf{S}_{pl} = \frac{\sum_{k=1}^h v_k \mathbf{S}_k}{\sum_{k=1}^h v_k}$$

Jika $v_1 = v_2 = \dots = v_k = v$ maka $C_1 = \frac{(k+1)(2p^2+3p-1)}{6kv(p+1)}$.

Jika H_0 diterima maka asumsi matriks varians kovarians homogen terpenuhi. Jika asumsi tidak terpenuhi maka perlu dilakukan transformasi data untuk mengatasinya.

Pengujian Hipotesis Uji MANCOVA

Setelah semua asumsi MANCOVA terpenuhi, selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis uji MANCOVA. Hipotesis uji MANCOVA adalah $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_h = \mathbf{0}$ dan $H_1: \exists \tau_k \neq \mathbf{0}$. Dengan statistik uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 189) sebagai berikut:

$$\Lambda = \frac{|E_{yy} - E_{yx} E_{xx}^{-1} E_{xy}|}{|E_{yy} + H_{yy} - (E_{yx} + H_{yx})(E_{xx} + H_{xx})^{-1} (E_{xy} + H_{xy})|}$$

jika $\Lambda \leq \Lambda_{\alpha; p, q, h(n-1)-q}$ atau nilai *sig* $< \alpha$ maka H_0 ditolak. Artinya terdapat pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat yang diamati setelah disesuaikan dengan variabel konkomitan.

Uji Post Hoc MANCOVA

Jika uji hipotesis MANCOVA menunjukkan hipotesis H_0 diterima atau tidak ada pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat setelah disesuaikan dengan variabel konkomitan, maka pengujian MANCOVA selesai. Jika H_0 ditolak atau yang artinya ada pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat setelah disesuaikan dengan variabel konkomitan maka dilakukan uji *post hoc* MANCOVA atau disebut juga uji lanjut.

Uji *Post Hoc* yang digunakan adalah prosedur *Bryant-Paulson (BP)*. Prosedur *BP* merupakan generalisasi dari metode uji *Tukey's HSD* (Kirk, 1995: 726).

Uji *post hoc* pada MANCOVA sama dengan pada ANCOVA, yaitu dengan melakukan uji *post hoc* pada setiap variabel terikat. Hipotesis pada uji *post hoc* adalah $H_0: \mu_{jk}^* = \mu_{jl}^*$ (rata-rata populasi setelah disesuaikan dengan kovariat variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k* dan ke-*l* tidak berbeda secara signifikan) dan $H_1: \mu_{jk}^* \neq \mu_{jl}^*$ (rata-rata populasi setelah disesuaikan dengan kovariat variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k* dan ke-*l* berbeda secara signifikan). Statistik uji *post hoc* MANCOVA satu arah dengan dua kovariat adalah (Stevens, 2009: 309):

$$BP = \frac{\bar{y}_{jk}^* - \bar{y}_{jl}^*}{\sqrt{\frac{KTHKG_j[(2/n) + d_{kl}'E_{xx}^{-1}d_{kl}]}{2}}}$$

Dengan,

$$\bar{y}_{jk}^* = \bar{y}_{jk} - \beta_{j1}(\bar{x}_{jk1} - \bar{x}_{j1}) - \beta_{j2}(\bar{x}_{jk2} - \bar{x}_{j2}),$$

$$d_{kl} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{jk1} - \bar{x}_{jl1} \\ \bar{x}_{jk2} - \bar{x}_{jl2} \end{bmatrix}.$$

Dengan,

\bar{y}_{jk}^* : rata-rata variabel terikat ke-*j* setelah disesuaikan dengan kovariat pada perlakuan ke-*k*,

\bar{y}_{jl}^* : rata-rata variabel terikat ke-*j* setelah disesuaikan dengan kovariat pada perlakuan ke-*l*,

$KTHKG_j$: kuadrat tengah galat dari kovarians pada variabel terikat ke-*j*,

E_{xx} : matriks jumlah kuadrat dan hasil kali silang galat pada kovariat,

d_{kl} : matriks kolom selisih antara kovariat pada perlakuan ke-*k* dan ke-*l*,

n : ukuran sampel dalam perlakuan,

\bar{y}_{jk} : rata-rata variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k*,

\bar{x}_{jk1} : rata-rata kovariat ke-1 variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k*,

\bar{x}_{j1} : rata-rata kovariat ke-1 variabel terikat ke-*j*,

β_{j1} : koefisien regresi \bar{x}_{j1} ,

\bar{x}_{jk2} : rata-rata kovariat ke-2 variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k*,

\bar{x}_{j2} : rata-rata kovariat ke-2 variabel terikat ke-*j*,

β_{j2} : koefisien regresi \bar{x}_{j2} .

Kriteria keputusan H_0 ditolak jika $BP > BP_{\alpha; hn-h-2}$ yang artinya rata-rata variabel terikat ke-*j* pada perlakuan ke-*k* dan ke-*l* berbeda secara signifikan.

PEMBAHASAN

Penerapan MANCOVA satu arah dengan dua kovariat diambil dari data penelitian Ridlo (2016) yang telah dimodifikasi agar sesuai dengan MANCOVA satu arah dengan dua kovariat. Ingin diketahui apakah terdapat perbedaan kebutuhan asupan gizi yang berbeda pada setiap kelas bagi siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta. Variabel terikat yang digunakan adalah rata-rata frekuensi makan (Y_1), asupan energi (Y_2), dan asupan protein (Y_3). Pada kasus ini kovariat yang digunakan adalah berat badan (X_1) dan usia (X_2) siswa sebagai kovariat. Sampel yang diambil sebanyak 24 siswa secara acak dari masing-masing tingkat kelas yaitu 8 siswa kelas VII, 8 siswa kelas VIII, dan 8 siswa kelas IX. Berikut data hasil pengukurannya disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Dietary Intake*, Berat Badan, dan Usia Siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta

	Y ₁ (kali)	Y ₂ (kkal)	Y ₃ (gram)	X ₁ (kg)	X ₂ (tahun)
Kelas VII	3.57	1396.51	38.35	48	12
	3	1072.54	25.73	39	15
	3	1523	40.93	39.5	12
	3	1051.24	36.04	41	12
	5	1343.02	35.52	51	14
	3.86	1071.66	35.02	54	12
	4	1253.93	33.72	51	16
	6	1470.05	45.57	48	12
Kelas VIII	5	1532.06	50.72	37	13
	6	1470.73	40.07	48	14
	5	1283.19	37.17	49	13
	3	1121.49	33.08	38.5	14
	4	2164.66	51.55	49	13
	5	1369.97	38.98	49	16
	4	1838.72	49.02	43	14
	4	1017.96	29.96	46	15
Kelas IX	5	1103.99	35.63	51	15
	6	1237.31	40.4	54	14
	5	1600.71	48.23	45	15
	3	1755.25	45.57	39.5	15
	4	1421.84	44.54	45	15
	5	1756.62	54.48	42	15
	4	897.05	33.27	48	15
	4	1342.07	42.13	42	14

Dari data pada tabel 1 di atas, diperoleh nilai matriks **E** dan **H** sebagai berikut.

$$E = \begin{bmatrix} E_{yy} & E_{yx} \\ E_{xy} & E_{xx} \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} 20,164 & 340,342 & 33,392 & 61,769 & -1,359 \\ 340,342 & 1908263,063 & 38852,225 & -5141,557 & -1557,994 \\ 33,392 & 38852,225 & 1030,369 & -139,584 & -72,118 \\ 61,769 & -5141,557 & -139,584 & 573,906 & 9,688 \\ -1,359 & -1557,994 & -72,118 & 9,688 & 28,375 \end{bmatrix},$$

dan

$$H = \begin{bmatrix} H_{yy} & H_{yx} \\ H_{xy} & H_{xx} \end{bmatrix},$$

$$H = \begin{bmatrix} 1,740 & 485,509 & 17,716 & -3,237 & 3,808 \\ 485,509 & 164674,872 & 4356,584 & -1202,25 & 805,906 \\ 17,716 & 4356,584 & 192,073 & -26,958 & 43,904 \\ -3,237 & -1202,25 & -26,958 & 9,083 & -4,458 \\ 3,808 & 805,906 & 43,904 & -4,458 & 10,583 \end{bmatrix}.$$

Sebelum melakukan pengujian hipoteisis uji perlu dilakukan pengujian asumsi MANCOVA adalah sebagai berikut.

Hubungan linear antara variabel terikat (rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein) dan variabel konkomitan (berat badan dan usia)

Hipotesis pada asumsi ini adalah $H_0: \mathbf{B} = \mathbf{0}$ dan $H_1: \mathbf{B} \neq \mathbf{0}$. Dengan statistik uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 190) diperoleh:

$$\Lambda = \frac{|E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy}|}{|E_{yy}|} = \frac{2736188103,668}{7845214568,568} = 0,349.$$

Nilai $\Lambda = 0,349 < \Lambda_{0,05;3,2,19} = 0,496$ maka H_0 ditolak, artinya terdapat hubungan linear antara variabel terikat dengan variabel konkomitan.

Koefisien bidang regresi homogen antar perlakuan

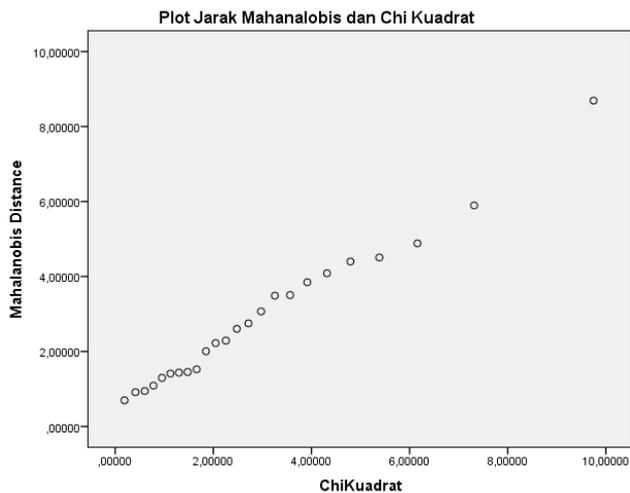
Hipotesis uji pada asumsi ini adalah, $H_0: \mathbf{B}_1 = \mathbf{B}_2 = \mathbf{B}_3$ (Koefisien bidang regresi homogen antar perlakuan) dan H_1 : paling sedikit dua \mathbf{B}_k tidak sama, $k = 1,2,3$ (Koefisien bidang regresi tidak homogen antar perlakuan). Dengan statistik uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 191) diperoleh:

$$\Lambda = \frac{|E_{yy} - \sum_{k=1}^h E_{yxk}E_{xxk}^{-1}E_{xyk}|}{|E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy}|} = \frac{1217167996,491}{2736188103,668} = 0,445.$$

Berdasarkan hasil di atas, $\Lambda = 0,445 > \Lambda_{0,05;3,4,15} = 0,243$ maka H_0 diterima. Artinya, Koefisien bidang regresi homogen antar perlakuan.

Variabel terikat berdistribusi normal multivariat pada setiap perlakuan (Normalitas)

Pengujian asumsi normal multivariat menggunakan metode grafik dengan *Quantile-vs-Quantile plot* (Q-Q Plot) dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Q-Q Plot Jarak Mahalanobis dan Chi Kuadrat

Dari gambar 1 di atas menunjukkan bahwa plot antara jarak mahalanobis dan chi kuadrat cenderung mengikuti garis lurus, sehingga disimpulkan bahwa data dianggap berdistribusi normal multivariat.

Independensi obyek pengamatan

Asumsi ini dianggap terpenuhi karena sampel diambil secara acak dari suatu populasi.

Matriks varians kovarians homogen (Homogenitas)

Hipotesis pada asumsi ini adalah $H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3$ (matriks varians kovarians homogen) dan H_1 : paling sedikit dua Σ_k tidak sama untuk $k = 1,2,3$ (matriks varians kovarians tidak homogen).

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai nilai Box's M dengan pendekatan χ^2 , $U = 5,922 < \chi^2_{0,05;12} = 23,99$ maka H_0 diterima. Artinya bahwa matriks varians kovarians homogen.

Pengujian Hipotesis pada MANCOVA Satu Arah dengan Dua Kovariat

Semua asumsi MANCOVA satu arah dengan dua kovariat di atas telah terpenuhi, sehingga dapat dilanjutkan dengan pengujian hipotesis. Hipotesis $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \mathbf{0}$ dan hipotesis alternatif $H_1: \exists \tau_k \neq \mathbf{0}$ ($k = 1,2,3$). Dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ dan Statistik uji yang digunakan adalah uji *Wilk's Lambda* (Rencher, 1998: 189):

$$\Lambda = \frac{|E_{yy} - E_{yx}E_{xx}^{-1}E_{xy}|}{|E_{yy} + H_{yy} - (E_{yx} + H_{yx})(E_{xx} + H_{xx})^{-1}(E_{xy} + H_{xy})|}$$

Tabel 2 menunjukkan hasil uji MANCOVA dengan uji *Wilk's Lambda* menggunakan *software* SPSS 20 diperoleh nilai $\Lambda = 0,429 < \Lambda_{0,05;3,2,19} = 0,496$ dan $sig = 0,019 < 0,05$ maka H_0 ditolak. Artinya, tingkat kelas berpengaruh terhadap rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein setelah disesuaikan dengan berat badan dan usia.

Tabel 2. Hasil Uji MANCOVA

Test Name	Value	Sig. Of F
Wilk's Lambda	0,42914	0,019

Uji *Post Hoc* pada MANCOVA Satu Arah dengan Dua Kovariat

Pada uji hipotesis kasus MANCOVA satu arah dengan dua kovariat di atas menunjukkan adanya pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat setelah disesuaikan dengan dua kovariat, sehingga dilanjutkan dengan uji *post hoc* MANCOVA.

Untuk melakukan uji *post hoc* perlu diketahui nilai rata-rata dari kovariat dan matriks E pada kovariat sebagai berikut.

$$\bar{x}_1 = \begin{bmatrix} 46,438 \\ 44,938 \\ 45,183 \end{bmatrix}, \quad \bar{x}_2 = \begin{bmatrix} 12,125 \\ 14 \\ 14,75 \end{bmatrix}, \text{ dan}$$

$$E_{xx} = \begin{bmatrix} 573,906 & 9,688 \\ 9,688 & 28,375 \end{bmatrix} \text{ maka } E_{xx}^{-1} = \begin{bmatrix} 0,002 & -0,001 \\ -0,001 & 0,035 \end{bmatrix}.$$

Dengan menggunakan statistik uji

prosedur *Bryant-Paulson* (*BP*) di atas, hasil perhitungannya pada tiap variabel ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Uji *Post Hoc* Prosedur *Bryant-Paulson*

	<i> BP </i>
Variabel rata-rata frekuensi makan	
kelas ke-1 dan kelas ke-2	2,572
kelas ke-1 dan kelas ke-3	2,236
kelas ke-2 dan kelas ke-3	0,103
Variabel asupan energi	
kelas ke-1 dan kelas ke-2	2,045
kelas ke-1 dan kelas ke-3	1,541
kelas ke-2 dan kelas ke-3	0,349
Variabel asupan protein	
kelas ke-1 dan kelas ke-2	2,755
kelas ke-1 dan kelas ke-3	3,86
kelas ke-2 dan kelas ke-3	1,546

Dari tabel 3 di atas, nilai *|BP|* yang lebih besar dari $BP_{0,05;19} = 3,795$ hanya pada variabel asupan protein pada kelas ke-1 dan kelas ke-3 (*|BP|* = 3,86). Artinya, hanya pada variabel asupan protein pada kelas ke-1 dan kelas ke-3 yang menunjukkan perbedaan yang signifikan setelah disesuaikan dengan berat badan dan usia siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari pembahasan di atas dapat diperoleh simpulan bahwa hasil uji MANCOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kebutuhan gizi siswa MTs Nurul Ummah Yogyakarta untuk pada aspek rata-rata frekuensi makan, asupan energi, dan asupan protein siswa setelah memperhatikan berat badan dan usia siswa. Dari uji *post hoc* MANCOVA menunjukkan bahwa hanya aspek asupan protein pada kelas 1 dan kelas 3 yang terdapat perbedaan yang signifikan.

Saran

Pembahasan penelitian ini sebatas pada pengujian MANCOVA satu arah dengan dua kovariat dan penerapannya pada bidang gizi. Penelitian selanjutnya sekiranya dapat melakukan pembahasan tentang MANCOVA satu arah dengan dua kovariat pada bidang yang lain atau pembahasan MANCOVA satu arah dengan banyak kovariat.

DAFTAR PUSTAKA

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. Anderson, R. E., & Tathan, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis Six Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hardinsyah., Riyadi, H., & Napitupulu, V. (2012). *Kecukupan Gizi, Protein, Lemak, dan Karbohidrat*. Diakses dari https://www.researchgate.net/profile/Hadi_Riyadi/publication/301749209_KECUKUPAN_ENERGI_PROTEIN_LEMAK_DAN_KARBOHIDRAT/links/57254d4b08aef9c00b846b0a.pdf.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. California: Cole Publishing Company.
- Moehji, S. (1979). *Ilmu Gizi Jilid I*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Rencher, A. C. (1998). *Multivariate Statistical Inference and Applications*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ridlo, M. (2016). Penentuan Status Gizi Siswa MTs Nurul Ummah Berdasarkan Dietary Intake dan Anthropometric Data; Studi Kasus Di Pondok Pesantren Nurul Ummah Kotagede Yogyakarta. *Skripsi*. FTP UGM.
- Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. New York: John Wiley&Sons, Inc.
- Simamora, B. (2005). Analisis Multivariat Pemasaran. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Stevens, J. P. (2009). *Applied Multivariate Statistics for The Sosial Sciences Fifth Edition*. New York: Taylor & Francis Group.

Supriasa, I D. N., Bakri, B., & Fajar, I. (2002). *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: EGC.

Sutarto, A., & Mu'rifah. (1980). *Ilmu Gizi untuk SGO*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kesehatan.