

# **KAJIAN PROSEDUR *MULTIVARIATE ANALYSIS OF VARIANCE (MANOVA)* PADA RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP DASAR (RAKLD)**

**Nurul Hidayati**

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Bengkulu

**ABSTRAK.** Penelitian ini bertujuan mengkaji mengenai prosedur *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) dalam suatu contoh kasus. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan teladan terapan yang diaplikasikan pada suatu data pengamatan di bidang pertanian. Hasil penelitian dengan pengujian hipotesis menunjukkan bahwa hanya pada uji *Roy's* hasil yang diperoleh menyatakan adanya pengaruh perlakuan terhadap variabel pengamatan. Berdasarkan dengan analisis ini, uji multivariat hendaknya dapat digunakan untuk menganalisis kasus-kasus yang serupa dalam kajian penelitian.

Kata Kunci: *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*, Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD)

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Suatu percobaan merupakan suatu penelahaan ilmiah terencana yang dirancang untuk meneliti karakteristik dari satu atau lebih populasi. Secara teoritis, percobaan diartikan sebagai suatu tes atau penyelidikan terencana untuk mendapatkan fakta baru (Herawati, 2007). Beberapa kondisi yang mencirikan suatu populasi disebut perlakuan, dengan kata lain setiap perlakuan secara khas mendefinisikan suatu populasi. Pada suatu gugus perlakuan, biasanya terdapat sejumlah rencana percobaan yang berlainan. *Lay-out* percobaan, termasuk pengaturan satuan percobaan dan alokasi perlakuan dinamakan rancangan percobaan.

Rancangan percobaan terdiri dari rancangan pengukuran, rancangan perlakuan dan rancangan lingkungan. Rancangan lingkungan merupakan suatu

rancangan mengenai bagaimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan ditempatkan pada satuan-satuan percobaan. Jenis-jenis rancangan lingkungan yang digunakan, antara lain Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL).

Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) adalah suatu rancangan acak yang dilakukan dengan mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup-grup yang homogen yang dinamakan kelompok dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam masing-masing kelompok. Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) merupakan rancangan acak kelompok dengan semua perlakuan dicobakan pada setiap kelompok yang ada. Banyaknya satuan percobaan pada setiap kelompok adalah sama dengan banyaknya perlakuan. Rancangan ini

tidak dapat digunakan apabila terdapat interaksi antar perlakuan dan kelompok.

Analisis keragaman pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKLD) dapat menggunakan *Analysis of Variance (ANOVA)*. *Analysis of Variance (ANOVA)* dan *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*. *Analysis of Variance (ANOVA)* dalam menganalisa suatu data pada rancangan percobaan dirasa kurang efektif dan efisien, karena untuk meneliti ada atau tidaknya pengaruh perlakuan variabel pengamatan di uji satu persatu. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dapat digunakan prosedur analisis statistika multivariat yaitu *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*.

*Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* adalah analisis yang mirip dengan *Analysis of Variance (ANOVA)* perbedaannya terletak pada banyaknya variabel tak bebas  $Y$  yang digunakan. Pada *Analysis of Variance (ANOVA)* hanya terdapat satu variabel tak bebas  $Y$  dan menggunakan variabel skalar, sedangkan pada *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* terdapat lebih dari satu variabel tak bebas  $Y$  dan menggunakan vektor. Fungsi dari *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan yang signifikan secara simultan dari sekumpulan variabel terikat (*dependent variable*) dan dapat juga untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap berbagai pengamatan, kemudian hasil perhitungannya disajikan dalam suatu tabel *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*.

Dengan adanya kelebihan *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* daripada *Analysis of Variance (ANOVA)* dalam menganalisis suatu data dengan banyaknya variabel tak bebas  $Y$  dan belum adanya penelitian mahasiswa sebelumnya yang membahas tentang prosedur *Multivariate Analysis*

*of Variance (MANOVA)* pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD), maka dalam penelitian ini penulis tertarik untuk mengkaji mengenai prosedur *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dalam menganalisis suatu data pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) pada suatu contoh kasus.

### **Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji mengenai prosedur *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) pada suatu contoh kasus.

## **LANDASAN TEORI**

### **Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD)**

Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) merupakan rancangan lingkungan dengan pengelompokan satu arah dimana pengelompokan satuan percobaan dilakukan karena terdapat keragaman (kondisi yang membuat beda) dan berpengaruh pada variabel respon. Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) biasanya digunakan untuk percobaan-percobaan yang menghasilkan data heterogen.

### **Keunggulan dan Kelemahan dari Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD)**

Keunggulan dari Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) (Lentner dan Bishop, 1986), adalah sebagai berikut :

- a. Analisis bersifat *straightforward*, artinya analisis masih mungkin

- dilakukan meskipun ada data yang hilang pada beberapa kelompok.
- Hasil lebih akurat, apabila pengelompokan benar.
  - Tingkat sensitifitas yang tinggi, artinya jika terdapat perubahan pada kelompok yang heterogen maka dikeluarkan dari galat.
  - Fleksibel. Pada kondisi rancangan yang seimbang dan tersedianya sumber, banyak perlakuan dan kelompok tidak dibatasi.

Sedangkan kelemahan dari Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) (Sriliana, 2007), yaitu:

- Apabila keragaman antar satuan percobaan dalam suatu kelompok sangat banyak, maka galat percobaan akan semakin besar. Hal ini sering terjadi ketika jumlah perlakuan sangat banyak, sehingga tidak mungkin untuk mendapatkan kelompok-kelompok yang seragam.
- Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) tidak tepat digunakan jika kelompok dan perlakuan berinteraksi.

### Model Linier dan Asumsi

Menurut Montgomery (1976) model linier untuk Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) yang terdiri dari  $t$  perlakuan dan  $r$  kelompok adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

keterangan :

- $Y_{ij}$  = pengamatan pada perlakuan ke- $i$  dan kelompok ke- $j$
- $\mu$  = rata-rata umum
- $\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke- $i$
- $\rho_j$  = pengaruh kelompok ke- $j$
- $\varepsilon_{ij}$  = komponen galat perlakuan ke- $i$  kelompok ke- $j$

Asumsi-asumsi untuk model RAKLD, yaitu:

- $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$  artinya  $\varepsilon_{ij}$  menyebar bebas dan identik menurut sebaran  $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$  untuk setiap  $i$  dan  $j$

$$b. \sum_{i=1}^t \tau_i = 0 \text{ dan } \sum_{j=1}^r \rho_j = 0$$

### Analysis of Variance (ANOVA) dan Uji Hipotesis Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD)

Pendefinisian secara umum dan persamaan untuk masing-masing jumlah kuadrat adalah sebagai berikut (Lentner dan Bishop, 1986):

- Jumlah Kuadrat Total

$$JK[T] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{nr}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JK[P] = r \sum_{i=1}^t (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y^2}{nr}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$JK[K] = t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_j - \bar{Y})^2 = \sum_{j=1}^r \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y^2}{nr}$$

- Jumlah Kuadrat Galat

$$JK[G] = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y})^2$$

Perhitungan-perhitungan di atas dapat diringkas dalam tabel ANOVA untuk RAKLD.

Tabel 2.1 ANOVA RAKLD dengan Pengaruh Kelompok Tetap

Sumber Kearagaman	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	E (KT)	
				Perlakuan tetap	Perlakuan acak
Kelompok	r-1	JKK	KTK		
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	$\sigma\tau_i^2 + r\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma^2 + r\sigma_\varepsilon^2$
Galat	(r-1)(t-1)	JKG	KTG	$\sigma_\varepsilon^2$	$\sigma_\varepsilon^2$
Total	rt-1	JKT			

Sumber: Lentner&Bishop (1986)

Hipotesis untuk menguji apakah perlakuan berpengaruh nyata terhadap variansi unit-unit percobaan. Untuk itu hipotesisnya dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_t$$

$H_1$ : setidaknya ada  $\tau_i \neq \tau_j$  minimal untuk sepasang  $i \neq j$

Uji statistik yang digunakan, yaitu:

$$F_{hitung} = \frac{KT[\text{Perlakuan}]}{KT[\text{Galat Percobaan}]} \sim F_{t-1, (r-1)(t-1)}$$

Jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; t-1, (r-1)(t-1)}$ , maka  $H_0$  diterima. Jika  $F_{hitung} < F_{\alpha; t-1, (r-1)(t-1)}$ , maka  $H_0$  ditolak.

## MULTIVARIATE ANALYSIS OF VARIANCE (MANOVA)

### Gambaran Umum Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

*Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* adalah sekelompok metode differensial (Anonim, 2008) yang membahas tentang *Analysis of Variance (ANOVA)* dengan menggunakan beberapa variabel terikat (*dependent variable*) yang kontinu.

Setiap vektor  $Y_{ij}$  terdiri dari variabel acak dari berbagai pengamatan dalam penelitian yang menyatakan vektor pengaruh perlakuan ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, t$ ) dan vektor pengaruh kelompok ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, r$ ). Vektor populasi  $Y_{ij}$  secara ringkas dapat dituliskan seperti berikut ini:

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} Y_{ij1} \\ Y_{ij2} \\ \vdots \\ Y_{ijp} \end{bmatrix}$$

### Tujuan dan Kegunaan Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Tujuan umum penggunaan *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* adalah untuk mendeterminasikan apakah tingkatan variabel tak terikat (*independent variable*) berganda itu tunggal atau dikombinasikan dengan yang lainnya, yang memiliki pengaruh pada variabel terikat (*dependent variable*).

Kegunaan dari *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*, yaitu :

1. *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dapat digunakan dalam desain eksperimental untuk mengatasi perbedaan kelompok pada

satu set variabel terikat (*dependent variable*) yang biasanya terkait secara konseptual.

2. *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dapat digunakan untuk menganalisa desain pengukuran berulang dimana mungkin ada beberapa titik pengumpulan nilai pada satu atau lebih variabel terikat (*dependent variable*).
3. *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dapat digunakan pada desain noneksperimental untuk mengatasi perbedaan antara dua atau lebih kelompok pada dua atau lebih variabel terikat (*dependent variable*).

### Prosedur Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Langkah awal analisis dalam *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* yaitu merumuskan hipotesis yang bersesuaian dengan masalah yang akan dianalisis, yaitu:

$$H_0: \begin{bmatrix} \tau_{11} \\ \tau_{21} \\ \vdots \\ \tau_{m1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{12} \\ \tau_{22} \\ \vdots \\ \tau_{m2} \end{bmatrix} = \dots = \begin{bmatrix} \tau_{1t} \\ \tau_{2t} \\ \vdots \\ \tau_{mt} \end{bmatrix}$$

$H_1$ : setidaknya ada  $\tau_i \neq \tau_j$  minimal untuk sepasang  $i \neq j$

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*, yaitu :

1.  $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{it}$  adalah vektor contoh acak berukuran  $\tau_i$  dari populasi ke- $i$  dengan nilai tengah  $\mu_i, i = 1, 2, \dots, t$ . Contoh acak dari populasi yang berbeda saling bebas.
2. Semua populasi memiliki matriks ragam peragam bersama  $\Sigma$ .
3. Setiap populasi berdistribusi normal  $Y_{ij} : N(\mu_i, \Sigma)$ .
4. Model *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* untuk perbandingan vektor nilai tengah  $t$  populasi pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar (RAKLD) adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

keterangan :

- $\mu$  = vektor parameter nilai tengah umum
- $\tau_i$  = vektor pengaruh perlakuan ke- $i$
- $\rho_j$  = vektor pengaruh kelompok ke- $j$
- $\varepsilon_{ij}$  = vektor variabel acak

Pendefinisian secara umum dan persamaan untuk masing-masing jumlah kuadrat adalah sebagai berikut :

- Jumlah Kuadrat Total :

$$\begin{aligned} JK[T] &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{..})' \\ &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} Y_{ij}' - \frac{1}{tr} Y \cdot Y' \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JK[P] &= r \sum_{i=1}^t (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})' \\ &= \sum_{i=1}^t \frac{1}{r} Y_i \cdot Y_i' - \frac{1}{tr} Y \cdot Y' \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Kelompok

$$\begin{aligned} JK[K] &= t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})' \\ &= \sum_{j=1}^r \frac{1}{t} Y_j \cdot Y_j' - \frac{1}{tr} Y \cdot Y' \end{aligned}$$

- Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} JK[G] &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})' \\ &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} Y_{ij}' - \sum_{i=1}^t \frac{1}{r} Y_i \cdot Y_i' - \sum_{j=1}^r \frac{1}{t} Y_j \cdot Y_j' + \frac{1}{tr} Y \cdot Y' \end{aligned}$$

Perhitungan-perhitungan di atas dapat diringkas dalam tabel *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* untuk RAKLD.

Tabel 2.2 *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada RAKLD

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (db)	Matriks Hasil Kali Jumlah Kuadrat
Kelompok	r-1	$H_B = t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})'$
Perlakuan	t-1	$H_P = r \sum_{i=1}^t (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})(\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})'$
Galat	(r-1)(t-1)	$E = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})'$
Total	rt-1	$T = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{..})'$

(7)

### Statistik Uji Pada *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*

1. *Wilk's likelihood ratio test*  
Uji Statistik *Wilk's likelihood ratio test*

$$A = \frac{|E|}{|H + E|}$$

2. *Roy's Test*

Uji statistik *Roy's*, yaitu:

$\theta$  = Maksimum nilai eigen  $E(H + E)^{-1}E$

$$= \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1}$$

3. *Pillai-trace*

Statistik *Pillai's* disajikan dalam bentuk (Rencher, 1998):

$$\begin{aligned} V^{(s)} &= \text{tr} [H(H + E)^{-1}] \\ &= \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_i}{1 + \lambda_i} \end{aligned} \quad (10)$$

dikemukakan oleh *Pillai*

(1955). Tolak  $H_0$  untuk

$V^{(s)} \geq V_{\alpha, s, m, N}^{(s)}$ . Index  $s$ ,  $m$ , dan  $N$ ,

yang didefinisikan sebagai berikut :

$$s = \min \geq (v_H, p)$$

$$m = \frac{1}{2} (v_H - p - 1)$$

$$N = \frac{1}{2} (v_E - p - 1)$$

4. *Lawley-Hotelling*  
*Lawley-Hotelling Statistic* (Lawley 1938, Hotelling 1951) didefinisikan sebagai berikut (Rencher, 1998):

$$U^{(s)} = \text{tr}(\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H}) = \sum_{i=1}^s \lambda_i$$

yang juga dikenal sebagai *Hotelling's generalized T<sup>2</sup> Statistic*. Persentase nilai tertinggi terletak pada:

$$\frac{v_E}{v_H} \text{tr}(\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H}) = \frac{v_E}{v_H} U^{(s)}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan proses analisis dengan bantuan program Microsoft Excel dan SPSS diperoleh nilai dari masing-masing uji statistik multivariat yang kemudian dibandingkan dengan nilai uji statistic multivariate pada tabel, yaitu:

1. *Wilk's Lambda*  
 Pada statistik uji *Wilk's Lambda*,  $H_0$  ditolak jika  $\Lambda \leq \Lambda_{\alpha, p, v_H, v_E}$ , dimana  $\alpha = 0.05$ ,  $p = 3$ ,  $v_H = t - 1 = 7 - 1 = 6$  dan  $v_E = (t - 1)(r - 1) = (7 - 1)(4 - 1) = 18$ .  
 Nilai  $\Lambda_{\text{hitung}} = 0.31794956$  dan nilai  $\Lambda_{\alpha, p, v_H, v_E} = \Lambda_{0.05, 3, 6, 18} = 0.215$ . kedua perolehan nilai  $\Lambda$  ( $\Lambda_{\text{hitung}}$  dan  $\Lambda_{\alpha, p, v_H, v_E}$ ) diketahui bahwa  $\Lambda \geq \Lambda_{\alpha, p, v_H, v_E}$ , sehingga  $H_0$  diterima. Itu berarti bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.
2. *Pillai Trace*  
 Statistik uji pada *Pillai Trace*, tolak  $H_0$  jika  $V^{(s)} \geq V_{\alpha, s, m, N}^{(s)}$ . Hasil dari perhitungan nilai  $V^{(s)} = 0.846968$  dan  $V_{\alpha, s, m, N}^{(s)} = 1.094$ , dengan  $\alpha = 0.05$   
 $s = \min(v_H, p) = \min(6, 3) = 3$   
 $m = \frac{1}{2} (v_H - p - 1)$   
 $= \frac{1}{2} (6 - 3 - 1) = 1$

$$N = \frac{1}{2} (v_E - p - 1)$$

$$= \frac{1}{2} (18 - 3 - 1) = 7$$

Jadi,  $H_0$  diterima karena  $V^{(s)} \geq V_{\alpha, s, m, N}^{(s)}$ , yang berarti bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.

3. *Lawley-Hotelling*  
 Untuk uji multivariate *Lawley-Hotelling*, kriteria penolakan  $H_0$ , jika  $\frac{v_E}{v_H} U^{(s)} > U_{\alpha, p, v_H, v_E}^{(s)}$ . Nilai  $\frac{v_E}{v_H} U^{(s)} = 4.9316657$  dan nilai  $U_{\alpha, p, v_H, v_E}^{(s)} = 7.1347$ . Jadi  $H_0$  diterima, karena  $\frac{v_E}{v_H} U^{(s)} < U_{\alpha, p, v_H, v_E}^{(s)}$ . Itu berarti bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.

4. *Roy's test*  
 Kriteria pengujian pada *Roy's* yaitu tolak  $H_0$  jika  $\theta > \theta_{\text{tabel}}$ . Nilai  $\theta = 1.275$  dan nilai  $\theta_{\text{tabel}} = 0.5074$ . Jadi,  $H_0$  ditolak karena  $\theta > \theta_{\text{tabel}}$ . Itu artinya bahwa perlakuan mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Berdasarkan hasil analisis data pada BAB IV dapat disimpulkan bahwa *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* bila variabel pengamatan yang diteliti (variabel  $Y$  banyak). Hal ini dapat dilihat dari prosedur *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dalam menganalisis data tanpa ada ulangan perhitungan, karena variabel pengamatan dapat diuji secara serentak atau tidak diuji satu persatu

untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh perlakuan. Sedangkan pada *Analysis of Variance (ANOVA)* untuk menguji ada atau tidaknya pengaruh perlakuan, variabel pengamatan di uji satu persatu.

- Berdasarkan uji statistik *Analysis of Variance (ANOVA)* dengan  $\alpha = 0.05$ , dapat disimpulkan:
  - a. Hasil analisis dari uji variabel pengamatan Pertambahan Tinggi Batang Atas diperoleh bahwa perlakuan pada variabel pengamatan Pertambahan Tinggi Batang Atas tidak mempunyai pengaruh yang berbeda nyata.
  - b. Hasil analisis dari uji variabel pengamatan Pertambahan Diameter Batang diperoleh bahwa perlakuan pada variabel pengamatan Pertambahan Diameter Batang mempunyai pengaruh yang berbeda nyata.
  - c. Hasil analisis dari uji variabel pengamatan Luas Sepasang Daun diperoleh bahwa perlakuan pada variabel pengamatan Luas Sepasang Daun tidak mempunyai pengaruh yang berbeda nyata
- Berdasarkan uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dengan  $\alpha = 0.05$ , dapat disimpulkan:
  - a. hasil analisis dari uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada *Wilk's Lambda* diperoleh bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.
  - b. hasil analisis dari uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada *Pillai-trace* diperoleh bahwa perlakuan tidak mempunyai

pengaruh terhadap variabel pengamatan.

- c. hasil analisis dari uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada Loewley-Hotelling diperoleh bahwa perlakuan tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.
  - d. hasil analisis dari uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* pada *Roy's* diperoleh bahwa perlakuan mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan.
- Berdasarkan hasil analisis data dengan uji statistik *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* dapat disimpulkan bahwa hanya pada uji *Roy's* yang menunjukkan bahwa perlakuan mempunyai pengaruh terhadap variabel pengamatan, sedangkan uji-uji yang lainnya tidak. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian hipotesis, hanya pada uji *Roy's* yang menolak  $H_0$ .

### Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan penulis sebagai bahan penelitian lebih lanjut yaitu sebaiknya dilakukan juga kajian prosedur uji *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)* untuk rancangan percobaan lainnya, seperti Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan faktorial dan Rancangan Bujur Sangkar Latin.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Apakah Perancangan Percobaan Itu?*  
<http://elmu.umm.ac.id/statistik/statmet/rancob/htm>
- Anonim. 2008. *Analisis Varian*.  
<http://staffsite.gunadarma.ac.id/tho>

- [mosyg/index.php?stateid=download&id=8194=files](http://mosyg/index.php?stateid=download&id=8194=files)  
Anonim. 2008. *ANOVA*.  
<http://www.ilmustatistik.org/node/17>
- Anonim. 2008. *ANOVA*.  
<http://elmu.umm.ac.id/statistik/statmet/eksperimental/ANOVA.htm>
- Anonim. 2008. *Berbagai Jenis Rancangan Percobaan*.  
[http://analistat.com/old/index.php?id=artikel/rancangan\\_percobaan/jenis\\_rancangan](http://analistat.com/old/index.php?id=artikel/rancangan_percobaan/jenis_rancangan)
- Anonim. 2007. *One-Way ANOVA*.  
<http://ineddeni.wordpress.com/2007/11/10/one-way-ANOVA>
- Anonim. 2008. *Perancangan Percobaan*.  
<http://elmu.umm.ac.id/statistik/statmet/eksperimental/rancob.htm>
- Anonim. 2008. *Percobaan Dua Faktor Dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap*.  
[http://elearning.unej.ac.id/courses/PNU1403/document/Faktorial\\_RA\\_K.doc?cid.req=PNU1403](http://elearning.unej.ac.id/courses/PNU1403/document/Faktorial_RA_K.doc?cid.req=PNU1403)
- Herawati, N. 2007. *Rancangan Percobaan*.  
[http://lemlit.unila.ac.id/file/data%20l lama/makalah %20pdf/BAHAN METODOL.DOSEN.pdf](http://lemlit.unila.ac.id/file/data%20l lama/makalah%20pdf/BAHAN%20METODOL.DOSEN.pdf)
- Johnson, R.A and D.W. Wichern. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 5<sup>th</sup> edition. Pearson Education Internasional, USA.
- Lastiyono. 2000. *Masalah Data Hilang Dalam Rancangan Blok Acak Lengkap*. Tugas Akhir FMIPA Universitas Gadjah Mada Tahun 2000.
- Lentner, M. And T.Bishop.1986. *Experimental Design and Analysis*. Valley Book Company. Blacksburg, VA, USA.
- Rencher, A.C. 2002. *Methods of Multivariate Analysis*. 2<sup>nd</sup> edition. John Willey & Sons. Inc. Publication. New York.
- Rencher, A.C. 2002. *Multivariate Statistical Inference and Application*. John Willey & Sons. Inc. Publication. New York.
- Steel, R.G.D.&J.H.Torrie.1981. *Principle and Procedures of statistics*.2nd edition. McGraw-Hill International Book Company. Singapore.
- Supranto. 2004. *Analysis Multivariate Arti dan Interpretasi*. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.
- Susanti, E. 2003. *Kompatibilitas dan Penampilan Bibit Hasil Sambungan Fase Serdadu Kopi Arabusta (arabika x robusta)*. Tugas akhir Fakultas Pertanian Tahun 2003.
- Walpole. R. 1990. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia.