PENANGANAN *MISSING DATA* PADA RANCANGAN BLOK RANDOM LENGKAP

Rosa Selly Yudiasari
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,Universitas Negeri Surabaya
rosasellywah@yahoo.com

Drs. Hery Tri Sutanto, M.Si
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
herytrisutanto@gmail.co.id

Affiati Oktaviarina, M.Sc
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
affiatioktaviarina@yahoo.co.id

Abstract

Missing data on randomized complete block design (RCBD) is information that is not available for an object (case) specific, where the number of data observations in a randomized complete block design less than k x n observational data. Missing data resulted in difficulty in the analysis of the data, because the data obtained isn't complete. So we need an missing data approach on RCBD, the exact analysis and approximation analysis. In this thesis discusses the handling of missing data in the RCBD with approximation analysis using Yates and Biggers method, because there is correspondence between formulas with the experimental design. Yates is a method of approximation methods for missing data handling with minimizing the sum of squared errors, while the Biggers method is a method of estimation of missing data with a matrix approach. Then to overcome the bias on the sum of squares treatment needed analysis of variants alternative table as an alternative to the analysis of missing data on RCBD and determine the effect of treatment on the response of the observation.

Then for one and two missing data can be solved by using the method of Yates. For four missing data can be solved by the method of Biggers and three missing data can be solved by using Baten's rule and a matrix approach on Biggers method.

Keywords: missing data, a randomized complete block design, approximation analysis, the Yates method, Biggers method, the analysis of variants alternative.

Abstrak

Missing data pada rancangan blok random lengkap (RBRL) merupakan informasi yang tidak tersedia untuk sebuah obyek (kasus) tertentu, dimana banyaknya data pengamatan dalam rancangan blok random lengkap kurang dari k*x*n data pengamatan. *Missing data* mengakibatkan kesulitan pada analisis data, karena data yang diperoleh tidak lengkap. Sehingga perlu dilakukan pendekatan terhadap *missing data* pada RBRL, yaitu analisis eksak dan analisis pendugaan. Dalam skripsi ini membahas penanganan *missing data* pada RBRL dengan analisis pendugaan menggunakan metode Yates dan metode Biggers, karena terdapat kesesuaian antara formula dengan rancangan percobaan. Metode Yates merupakan metode pendugaan untuk menangani *missing data* yang dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error*, sedangakan metode Biggers merupakan metode pendugaan *missing data* dengan pendekatan matrik. Kemudian untuk mengatasi bias pada jumlah kuadrat perlakuan diperlukan tabel analisis varian alternatif sebagai alternatif analisis *missing data* pada RBRL dan mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon pengamatan.

Maka untuk satu dan dua *missing data* dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Yates. Untuk empat *missing data* dapat diselesaikan dengan metode Biggers dan tiga *missing data* dapat diselesaikan dengan menggunakan aturan Baten dan pendekatan matriks pada metode Biggers.

Kata Kunci : *missing data*, rancangan blok random lengkap, analisis pendugaan, metode Yates, metode biggers, analisis varian alternatif.

1 PENDAHULUAN

Perlakuan dibentuk dari kombinasi taraf-taraf satu faktor dan penempatan perlakuan dilakukan secara acak pada setiap kelompok unit-unit percobaan, maka rancangan tersebut adalah rancangan blok random lengkap (RBRL).

Dalam suatu percobaan yang dilakukan seringkali dalam pelaksanaannya tidak berjalan lancar seperti yang diharapan. Berbagai kendala dapat terjadi seperti kesalahan dalam penulisan jawaban atau dalam proses input data, sesuatu diluar kekuasaan kita seperti hewan atau tumbuhan percobaan mati (bukan karena perlakuan), alat ukur yang akan digunakan rusak, ataupun karena cuaca yang tidak memungkinkan. Kasus semacam ini sering disebut *missing data*. Kasus *missing data* pada rancangan blok random lengkap ini akan menimbulkan kesulitan pada analisis data, karena tidak lengkapnya data yang diperoleh. Oleh karena itu, pentingnya dilakukan pendekatan terhadap *missing data*.

Pendekatan untuk menangani *missing data* menurut Montgomery terdapat dua pendektan analisis eksak dan analisis pendugaan. Analisis eksak yaitu tanpa menduga *missing data* memang lebih mudah dan cepat untuk dilakukan, namun akan timbul masalah jika *missing data* cukup besar (Little dan Rubin, 1987). Dan dilihat juga kesesuaian metode dengan rancangan percobaan yang digunakan. Kondisi ini menjadi salah satu alasan perlu dilakukan analisis pendugaan untuk menangani *missing data*

Untuk itu diperkenalkan metode perhitungan untuk menduga *missing data* pada RBRL adalah metode Yates dan metode Biggers. Metode Yates merupakan metode untuk mengestimasi *missing data* dengan prinsip meminimumkan jumlah kuadrat *error*, tetapi jika banyaknya *missing data* lebih dari dua data. akan mengalami kesulitan secara manual dan memerlukan perhitungan yang semakin rumit. Oleh karena itu diperkenalkan metode lain untuk mengatasi kesulitan tersebut. Penyempurnaan metode Yates, adalah metode Biggers merupakan metode untuk menganalisa *missing data* dengan pendekatan matrik.

Pendugaan pada *missing data* akan menghasilkan bias untuk jumlah kuadrat perlakuan. Sehingga diperlukan penanganan analisis varian sebagai alternatif untuk pengamatan *missing data* yang lebih informatif untuk metode ini, yang dikenal dengan istilah analisis varian alternatif dan setelah diperoleh tabel analisis variansinya juga untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon pengamatan. Jika terdapat pengaruh dari perlakuan, maka akan dilakukan uji lanjut, yaitu dengan metode *Least Significance Difference (LSD)* atau dengan kata lain Beda Nyata Terkecil (BNT).

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk mengetahui penanganan *missing data* pada Rancangan Blok Random Lengkap(RBRL) dengan analisis pendugaan menggunakan metode Yates dan metode Biggers, serta penerapan *missing data* pada RBRL serta pengaruh analisis variansinya.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1. Rancangan Blok Random Lengkap

RBRL suatu rancangan jika perlakuan dibentuk dari semua kombinasi taraf-taraf satu faktor dan penempatan perlakuan dibentuk secara acak pada setiap kelompok-kelompok unit percobaan.

Unit percobaan yang mempunyai kriteria yang sama, masing-masing akan dikelompokkan dalam suatu kelompok tertentu. Sedangkan unit percobaan yang berlainan dikelompokkan bersama satuan percobaan yang lain yang sesuai. Demikian seterusnya dilakukan terhadap seluruh unit percobaan, sehingga akan terlihat dalam satu kelompok lebih homogen, sedangkan antar kelompok akan terlihat heterogen. (Montgomery,1984)

Banyaknya satuan percobaan pada masing-masing kelompok minimal sebanyak perlakuan yang akan diteliti, karena jelas perlakuan yang dicobakan harus muncul sekali pada setiap kelompok.

2.2. Model Linier

Suatu percobaan dengan k buah perlakuan dan n buah kelompok, model liniernya adalah sebagai berikut:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + \varepsilon_{ij} \qquad \text{…(2.1)}$$

dengan X_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

μ = pengaruh rataan/mean

τ_i = pengaruh perlakuan ke-i, i=1, 2, …, k

ρ_j = pengaruh kelompok/blok ke-j, j= 1, 2, …, n

ε_{ij} = komponen *error*

Model linier untuk RBRL dipandang sebagai model tetap, dengan asumsi $\sum_i \tau_i = 0 ... \sum_j \rho_j = 0$, dan ε_{ij} berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian konstan $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

bentuk hipotesisnya dapat diambil sebagai berikut :

a. a. Pengaruh perlakuan :

H_0 : $\tau_1 = ... = \tau_i = 0$ (perlakuan tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

H_1 : paling sedikit ada satu i dimana $\tau_i \neq 0$

b. b. Pengaruh pengelompokkan :

H_0 : $\rho_1 = ... = \rho_j = 0$ (kelompok tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

H_1 : paling sedikit ada satu j dimana $\rho_j \neq 0$

2.3. Pendugaan Parameter

Dari model linier persamaan (2.1) akan dilakukan pendugaan (estimasi) kuadrat terkecil untuk ketiga parameter μ, τ_i dimana i=1, 2,…, k dan ρ_j dimana j=1, 2,…, n. dengan metode kuadrat terkecil (least square) untuk mencari penduga-penduga bagi parameter dengan mengusahakan agar jumlah kuadrat *error* sekecil mungkin.

Pendugaan parameter dari persamaan (2.1) yang akan diminimumkan adalah:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_j + \varepsilon_{ij}$$

$$\varepsilon_{ij} = X_{ij} - \mu - \tau_i - \rho_j$$

dengan batasan

$$\sum_i \tau_i = 0 ... \sum_j \rho_j = 0$$

Sehingga dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (Least Square) didapat penduga-penduga parameter, sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} \varepsilon_{ij}^2 = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} \left(X_{ij} - \hat{\mu} - \hat{\tau}_i - \hat{\rho}_j \right)^2 \quad \ldots(2.2)$$

Dengan asumsi untuk model analisis ditetapkan

$$\sum_i \hat{\tau}_i = 0 ... \sum_j \hat{\rho}_j = 0$$

Maka penduga kuadrat terkecil untuk $\hat{\mu}$,

$$\hat{\mu} = \frac{1}{nk}\left(\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} - n\sum_{i=1}^{k} \hat{\tau}_i - k\sum_{j=1}^{n} \hat{\rho}_j \right)$$

$$= \frac{1}{nk}\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = \frac{1}{nk} X_{\bullet\bullet} = \bar{X}_{\bullet\bullet} \quad \ldots(2.3)$$

penduga kuadrat terkecil untuk pengaruh perlakuan,

$$\hat{\tau}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} - \bar{X}_{\bullet\bullet} = \frac{1}{n} X_{i\bullet} - \bar{X}_{\bullet\bullet} = \bar{X}_{i\bullet} - \bar{X}_{\bullet\bullet} \ldots(2.4)$$

penduga kuadrat terkecil untuk pengaruh blok/kelompok,

$$\hat{\rho}_j = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} X_{ij} - \bar{X}_{\bullet\bullet} = \frac{1}{k} X_{\bullet j} - \bar{X}_{\bullet\bullet} = \bar{X}_{\bullet j} - \bar{X}_{\bullet\bullet} \ldots(2.5)$$

2.4. Penguraian Jumlah Kuadrat

Variasi nilai-nilai observasi sebagai akibat pengaruh perlakuan, kelompok maupun *error* dapat dilihat dari besarnya jumlah kuadrat total (JKT). Untuk mengetahui seberapa besar jumlah kuadrat yang diakibatkan perlakuan, kelompok dan jumlah kuadrat yang tidak terdeteksi sebagai pengaruh dari *error* maka JKT diuraikan komponen-komponennya, sebagai berikut:

$$JKT = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}^{\ 2} - \frac{X_{\bullet\bullet}^{\ 2}}{nk}$$

$$JKP = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} X_{ij}^{\ 2} - \frac{X_{\bullet\bullet}^{\ 2}}{nk}$$

$$JKK = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} - \frac{X_{\bullet\bullet}^{\ 2}}{nk}$$

Maka,

$$JKE = JKT - JKK - JKP$$

$$= \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}^{\ 2} - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} X_{ij}^{\ 2} - \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} + \frac{X_{\bullet\bullet}^{\ 2}}{nk}$$

2.5. *Missing Data* pada RBRL

Missing data merupakan informasi yang tidak tersedia untuk sebuah obyek (kasus) tertentu, dimana banyaknya data pengamatan dalam rancangan blok random lengkap kurang dari kxn data pengamatan. Hal ini bisa terjadi karena beberapa hal, yaitu data rusak, kesalahan mencatat nilai, kurangnya kehati-hatian saat penelitian, sesuatu diluar kekuasaan kita seperti hewan atau tumbuhan percobaan mati (bukan karena perlakuan), alat ukur yang akan digunakan rusak, ataupun karena cuaca yang tidak memungkinkan, dll.

Adanya *missing data* menimbulkan masalah dalam analisis, sehingga perlu dilakukan pendekatan terhadap *missing data* untuk membantu dalam proses analisis data.

2.6. Penanganan *Missing Data* pada RBRL

Pendekatan untuk kasus *missing data* pada RBRL secara umum ada dua yaitu analisis pendugaan dan analisis eksak. (Montgomery, 2001)

2.6.1. Analisis Pendugaan (Approximate Analysis)

1. Metode Yates

   Metode ini adalah pedugaan terhadap *missing data* pada rancangan blok random lengkap (RBRL), sehingga kuadrat tengah *error* minimal. Penanganan *missing data* dengan analisis pendugaan *missing data* pertama kali dikembangkan oleh Yates (1933), prinsip dari metode Yates ini dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error* (JKE).

a. Persamaan untuk menduga satu *missing data* adalah:

$$\hat{X}_{ab} = \frac{k\sum_j X_{aj} + n\sum_i X_{ib} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(n-1)(k-1)} \ldots(2.6)$$

dengan,

$\hat{X}_{ab}$ = *missing data*

n = jumlah banyaknya kelompok

k = jumlah banyaknya perlakuan

$\sum_j X_{aj}$ = total pengamatan dalam kelompok ke-j

$\sum_i X_{ib}$ = total pengamatan dalam perlakuan ke-i

$\sum_i \sum_j X_{ij}$ = jumlah total pngamatan keseluruhan

Persamaan untuk dua *missing data* dalam satu kelompok misalkan $\hat{X}_{11}$ dan $\hat{X}_{21}$,maka dengan meminimumkan *JKE* diperoleh persamaan (2.7.a) dan (2.7.b) untuk menduga dua *missing data*, diperoleh :

$$\hat{X}_{11} = \frac{n\sum_i X_{i1} + (k-1)\sum_j X_{1j} + \sum_j X_{2j} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(k-2)(n-1)}$$

dan

$$\hat{X}_{21} = \frac{n\sum_i X_{i1} + (k-1)\sum_j X_{2j} + \sum_j X_{1j} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(k-2)(n-1)}$$

Jika *missing data* terjadi pada $\hat{X}_{11}$ dan $\hat{X}_{12}$ dengan cara yang sama seperti persamaan diatas, maka diperoleh persamaan (2.8.a) dan (2.8.b):

$$\hat{X}_{11}=\frac{k\sum_{j}X_{1j}+(n-1)\sum_{j}X_{i1}+\sum_{j}X_{i2}-\sum_{i}\sum_{j}X_{ij}}{(k-1)(n-2)}$$

dan

$$\hat{X}_{12}=\frac{k\sum_{i}X_{1j}+(n-1)\sum_{j}X_{i2}+\sum_{j}X_{i1}-\sum_{i}\sum_{j}X_{ij}}{(k-1)(n-2)}$$

jika dua *missing data* tidak dalam satu kelompok dan perlakuan, maka diperoleh dua persamaan (2.9.a) dan (2.9.b) berturut-turut :

$$\hat{X}_{11}=\frac{(k-1)(n-1)\left(k\sum_{j}X_{1j}+n\sum_{k}X_{i1}\right)-k\sum_{j}X_{2j}-n\sum_{i}X_{i2}-(nk-k-n)\sum_{i}\sum_{j}X_{ij}}{(nk-k-n+2)(nk-k-n)}$$

dan

$$\hat{X}_{22}=\frac{(k-1)(n-1)\left(k\sum_{j}X_{2j}+n\sum_{k}X_{i2}\right)-k\sum_{j}X_{1j}-n\sum_{i}X_{i1}-(nk-k-n)\sum_{i}\sum_{j}X_{ij}}{(nk-k-n+2)(nk-k-n)}$$

Walaupun sudah tua sampai saat ini metode ini masih digunakan untuk menduga *missing data* karena perhitungan yang sederhana, namun akan mengalami kesulitan dan kurang menarik jika *missing data* lebih banyak (Widiharih , 2007).

b. Metode Biggers

Penyempurnaan dari metode Yates adalah metode Biggers yang diperkenalkan oleh Biggers (1959) merupakan metode untuk menganalisa *missing data* dengan pendekatan matrik. Maka prosedurnya sebagai berikut :

Di misalkan *missing data* adalah X_{cd} dengan prinsip yang sama dengan metode Yates untuk satu *missing data*, maka dilakukan pendugaan:

$$JKE=\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}X_{ij}^{\;2}-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k}X_{ij}^{\;2}-\frac{1}{k}\sum_{j=1}^{n}X_{ij}+\frac{X_{\bullet\bullet}^{\;2}}{nk}$$

$$=\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}X_{ij}^{\;2}+\sum_{i}\sum_{j}\hat{X}_{cd}^{2}-\frac{1}{n}\left[\sum_{i}\left(\sum_{j}X_{ij}\right)^{2}+\sum_{i}\left(\sum_{j}X_{cj}+\sum_{(j)}X_{cj}\right)^{2}\right]$$

$$-\frac{1}{k}\left[\sum_{j}\left(\sum_{i}X_{ij}\right)^{2}+\sum_{j}\left(\sum_{i}X_{id}+\sum_{(i)}X_{id}\right)^{2}\right]+\frac{1}{nk}\left[G+\hat{X}_{cd}\right]^{2}$$

$$=\hat{X}_{cd}^{2}-\frac{1}{n}\left(\sum_{j}X_{cj}+X_{c}\right)^{2}-\frac{1}{k}\left(\sum_{i}X_{id}+X_{d}\right)^{2}+\frac{1}{nk}\left(G+\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}\right)^{2}$$

dimana, G = jumlah total semua nilai pengamatan dengan *missing data*

$$\frac{\partial JKE}{\partial\hat{X}_{cd}}=0$$

$$\hat{X}_{cd}-\frac{\left(\sum_{j}X_{cj}+\sum_{(j)}X_{cj}\right)}{n}-\frac{\left(\sum_{i}X_{id}+\sum_{(i)}X_{id}\right)}{k}+\frac{\left(G+\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}\right)}{nk}\times nk=0\times nk$$

$$nk\hat{X}_{cd}-k\left(\sum_{j}X_{cj}+\sum_{(j)}X_{cj}\right)-n\left(\sum_{i}X_{id}+\sum_{(i)}X_{id}\right)+\left(G+\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}\right)=0$$

$$nk\hat{X}_{cd}-k\sum_{(j)}X_{cj}-n\sum_{(i)}X_{id}+\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}=k\sum_{j}X_{cj}+n\sum_{i}X_{id}-G$$

…(2.10)

Persamaan (2.10) diatas dikelompokkan dalam suku-suku yang berhubungan dengan kelompok sekutu, perlakuan sekutu dan tanpa sekutu sebagai berikut

$$nk\hat{X}_{cd}-k\left(\sum_{(j)}X_{ij}+\hat{X}_{cd}\right)-n\left(\sum_{(i)}X_{ij}+\hat{X}_{cd}\right)+$$

$$\left(\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}+\sum_{(i)}X_{id}+\sum_{(j)}X_{cj}+\hat{X}_{cd}\right)$$

$$=k\sum_{j}X_{cj}+n\sum_{i}X_{id}-G$$

$$(n-1)(k-1)\hat{X}_{cd}+(1-k)\sum_{(j)}X_{cj}+(1-n)\sum_{(i)}X_{id}+\sum_{(i)}\sum_{(j)}X_{ij}$$

$$=k\sum_{j}X_{cj}+n\sum_{i}X_{id}-G$$

…(2.11)

Analog untuk (p-1) *missing data* yang lain. Sehingga diperoleh p buah persamaan yang analog dengan (2.10) dan (2.11). Bila ditulis dalam bentuk matriks

$A_{pxp}\,X_{px1}=Q_{px1}$ …(2.12)

dengan

A_{pxp}: matriks simetri dengan elemen-elemen (n-1)(k-1) untuk kelompok dan perlakuan yang bersesuaian, (1-n) untuk kelompok yang bersesuaian, (1-k) untuk perlakuan yang bersesuaian dan 1 untuk lainnya.

X_{px1}: matriks dari *missing data*

Q_{px1}:matriks nilai $kX_{c}+nX_{d}-G$ dari persamaan yang bersesuaian.

Dari persamaan (2.18) diperoleh :

$X_{px1}=A^{-1}\,Q_{px1}$ …(2.13)

Untuk memperjelas matriks A_{pxp}, misalkan dalam percobaan ini ada 4 *missing data*, yaitu :X_{kk} , X_{kl} , X_{mk} dan $X_{st.}$ Elemen-elemen dari A_{pxp} ditentukan sebagai berikut:

Subkrip	Kk	kl	Mk	St
Kk	*(a-1)(b-1)*	*1-a*	*1-b*	*1*
Kl	*1-a*	*(a-1)(b-1)*	*1*	*1*
Mk	*1-b*	*1*	*(a-1)(b-1)*	*1*
St	*1*	*1*	*1*	*(a-1)(b-1)*

A X = Q

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & 1-k & 1-n & 1\\ 1-k & (k-1)(n-1) & 1 & 1\\ 1-n & 1 & (k-1)(n-1) & 1\\ 1 & 1 & 1 & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{kk}\\ X_{kl}\\ X_{mk}\\ X_{st}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}kX_{k}+nX_{k}-G\\ kX_{k}+nX_{l}-G\\ kX_{m}+nX_{k}-G\\ kX_{s}+nX_{t}-G\end{bmatrix}$$

Jika terdapat tiga *missing data*, dari pendugaan empat *missing data* kemudian dapat digunakan untuk tiga *missing data* pada RBRL. W. D. Baten (1939), ketika terdapat tiga *missing data* pada rancangan blok random lengkap, maka ada aturan-aturan tertentu sebagai berikut:

1. Untuk kasus 1: tidak ada 2 *missing data* di dalam kelompok atau perlakuan yang sama
2. Untuk kasus 2: 3 *missing data* dapat terjadi pada kelompok atau perlakuan yang sama
3. Untuk kasus 3 : nilai rs *missing* bersama nilai lainnya dari perlakuan r dan kelompok s
4. Untuk kasus 4 : 2 nilai *missing* pada perlakuan r, dengan sepertiga di perlakuan r tapi tidak di kelomok yang sama sebagai salah satu dari dua
5. Untuk kasus 5 : 2 nilai *missing* pada kelompok s, dengan sepertiga di kelompok s tapi tidak di perlakuan yang sama sebagai salah satu dari dua

Maka bentuk matrik untuk kelima kasus diatas adalah

- Jika x_i dan x_j pada perlakuan yang sama, maka elemen *ij*adalah *(1-k)*
- Jika x_i dan x_j pada kelompok yang sama, maka elemen *ij*adalah *(1-n)*
- Untuk setiap diagonal elemen adalah *(k-1)(n-1)*
- Jika x_i dan x_j tidakpada kelompok atau perlakuan yang sama, maka elemen *ij*adalah 1

1) Kasus 1

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & 1 & 1\\ 1 & (k-1)(n-1) & 1\\ 1 & 1 & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{kk}\\ X_{ll}\\ X_{mm}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Q_{kk}\\ Q_{ii}\\ Q_{mm}\end{bmatrix}$$

2) Kasus 2

Untuk 3 *missing data* pada perlakuan yang sama, jika $x_i$dan $x_j$maka elemen *ij*adalah *(1-k),*

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & (1-k) & (1-k)\\ (1-k) & (k-1)(n-1) & (1-k)\\ (1-k) & (1-k) & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{kk}\\ X_{lk}\\ X_{mk}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Q_{kk}\\ Q_{lk}\\ Q_{mk}\end{bmatrix}$$

sedangkan untuk 3 *missing data* pada kelompok yang sama, jika $x_i$dan $x_j$maka elemen *ij* adalah *(1-n)*

3) Kasus 3

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & (1-k) & 1\\ (1-k) & (k-1)(n-1) & (1-k)\\ 1 & (1-k) & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{kl}\\ X_{lk}\\ X_{ll}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Q_{kl}\\ Q_{lk}\\ Q_{ll}\end{bmatrix}$$

4) Kasus 4

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & (1-k) & 1\\ (1-k) & (k-1)(n-1) & 1\\ 1 & 1 & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{lk}\\ X_{ll}\\ X_{mm}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Q_{lk}\\ Q_{ll}\\ Q_{mm}\end{bmatrix}$$

5) Kasus 5

$$\begin{bmatrix}(k-1)(n-1) & (1-n) & 1\\ (1-n) & (k-1)(n-1) & 1\\ 1 & 1 & (k-1)(n-1)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{kl}\\ X_{ll}\\ X_{mm}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Q_{kl}\\ Q_{ll}\\ Q_{mm}\end{bmatrix}$$

c. Analisis Varian Alternatif

Walaupun menghasilkan bias pada jumlah kuadrat perlakuan akan diatasi dengan analisis varians alternatif. Dari hasil diatas diperoleh tabel analisis varian yang mungkin lebih informatif yang digunakan sebagai alternatif untuk mengatasi bias pada jumlah kuadrat perlakuan, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Dari data seadanya (data tidak lengkap karena beberapa *missing data*), dihitung

$$JKT^* = \sum_{i,j} X_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i,j} X_{ij}\right)^2}{N},$$

$$JKK^* = \sum_j \frac{X_{\bullet j}^2}{n_j} - \frac{\left(\sum_{i,j} X_{ij}\right)^2}{N}, \qquad ...(2.14)$$

$$N = \sum_j n_j$$

Dimana n_j adalah banyaknya perlakuan yang muncul (dicobakan) pada kelompok ke-j. *JKK** ini selanjutnya disebut ssebagai jumlah kuadrat kelompok yang mengabaikan perlakuan.

2. Setelah *missing data* diduga, dimasukkan data tersebut bersesuaian dengan *missing data* kemudian dihitung : jumlah kuadrat *error* (JKE).
3. Selanjutnya dihitung jumlah kuadrat perlakuan setelah dikoreksi terhadap kelompok (JKP*) dengan rumus :JKP* = JKT* - JKK* - JKE. Akan diperoleh tabel anova alternatif, seperti berikut:

Tabel anava alternatif

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung}	F_{tabel}
Kelompok mengabaikan perlakuan	n-1	JKK*	KTK* = JKK*/(n-1)	KTK*/KTE	$F_{(n-1);(nk-n-k+1-p)}(\alpha)$
Perlakuan terkoreksi	k-1	JKP*	KTP* =JKP*/(k-1)	KTP*/KTE	$F_{(k-1);(nk-n-k+1-p)}(\alpha)$
Error	nk-n-k+1-p	JKE	KTE= JKE/(nk-n-k+1-p)		
Total	nk-1-p	JKT*			

2.7. *Least Significance Difference (LSD)*

Jika dari uji hipotesis perlakuannya ternyata H_0 ditolak maka akan dilakukan uji lanjut, yaitu Uji *LSD*. Uji *LSD* digunakan untuk membandingkan nilai tengah perlakuan

Dengan langkah sebagai berikut :

1. Hitung *error* baku

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{KTE\left(\frac{1}{k_i} + \frac{1}{k_j}\right)}$$

2. Hitung LSD

$$LSD = t_{\alpha/2;;db(galat)} S_{\bar{X}}$$

dengan,

$t_{\alpha/2;;db(galat)} S_{\bar{X}}$ = tabel t dengan α sebagai tingkat signifikan

3. Jika $\left|\bar{x}_i - \bar{x}_j\right| > LSD$ maka pasangan mean tersebut berbeda secara signifikan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian ini adalah studi literatur berdasarkan berbagai sumber pustaka yang berkenaan dengan permasalahan dari penelitian ini. Sumber pustaka yang digunakan penulis adalah website internet, buku-buku referensi, artikel-artikel utama, dan jurnal-jurnal yang mendukung dalam menyelesaikan masalah pada skripsi ini.

3.2. Sumber Data dan Simulasi

Sumber data diambil sekunder dari buku-buku dan penelitian mahasiswa Biologi. Berdasarkan sumber data, skripsi ini meneliti kasus *missing data* pada rancangan blok random lengkap, seperti berikut (dengan melihat tabel 2):

1. Kasus 1: jika terjadi satu *missing data* pada perlakuan pada salah satu kelompok.
2. Kasus 2 : jika terjadi dua *missing data* dalam satu perlakuan atau satu kelompok.
3. Kasus 3 : jika terjadi dua *missing data* tidak dalam satu perlakuan atau kelompok.
4. Kasus 4 : jika terjadi tiga *missing data.*

5. Kasus 5: jika terjadi empat *missing data,* pada setiap perlakuan dalam kelompok.

Dari lima kasus dimana masing-masing terdapat *missing data* pada rancangan blok random lengkap, maka kesesuaian metode untuk menangani *missing data* pada RBRL dapat dianalisis dengan analisis pendugaan menggunakan metode Yates dan metode Biggers. Dari simulasi data tersebut diharapkan dapat mengetahui hasil nilai dugaan dan pengaruh terhadap analisis variannya. Sehingga dapat mengetahui keputusan dari hipotesis yaitu apakah ada perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.

4. PEMBAHASAN DAN PENERAPAN

Dalam bab ini akan membahas penanganan *missing data* pada RBRL. Dari model lima kasus bentuk khusus yang dijelaskan pada bab 3 dengan k x n percobaan, dimana masing-masing kasus terdapat *missing data* pada rancangan blok random lengkap, maka kesesuaian metode untuk menangani *missing data* pada RBRL dapat dianalisis dengan analisis pendugaan menggunakan metode Yates dan metode Biggers. Maka untuk menduga ketika terdapat satu dan dua *missing data* menggunakan metode Yates, karena metode Yates memiliki kelemahan yaitu akan menemui kesulitan dan kurang menarik jika *missing data* lebih banyak (lebih dari dua). Namun, karena pada data terdapat tiga sampai empat *missing data* maka dapat dianalisis dengan metode Biggers sebagai penyempurnaan metode Yates.

Untuk menjelaskan penanganan *missing data* pada RBRL dengan kedua metode, maka melalui simulasi data tersebut diharapkan dapat mengetahui hasil nilai dugaan dan pengaruh terhadap analisis variannya. Sehingga diperoleh keputusan dari hipotesis yaitu apakah ada perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.

4.1. Metode Yates

4.1.1. Simulasi untuk satu *missing data* pada RBRL

Tabel 7. Tabel data 5 kelompok yag diberi 4 perlakuan berbeda

Kelompok	Perlakuan				Total
	P	Q	R	S	
1	89	88	97	94	368
2	84	77	X_{23}	79	240+X_{23}
3	81	87	87	85	340
4	87	92	89	84	352
5	79	81	80	88	328
Total	420	425	353+X_{23}	430	1628+X_{23}

Sumber data : [11] banyak perlakuan k = 5 dan banyak kelompok n = 4

Pendugaan untuk satu *missing data* pada RBRL, diperoleh :

$$\hat{X}_{ab} = \frac{k\sum_j X_{aj} + n\sum_i X_{ib} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(n-1)(k-1)}$$

$$\hat{X}_{23} = \frac{5.240 + 4.353 - 1628}{3.4}$$

$$\hat{X}_{23} = \frac{1412 + 1200 - 1628}{12}$$

$$\hat{X}_{23} = \frac{984}{12} = 82$$

Maka diperoleh nilai pengganti untuk $\hat{X}_{23} = 82$.

Hasil pendugaan untuk *missing data* adalah $\hat{X}_{23} = 82$ dan hasil pengujian *missing data* dengan k = 5 dan n = 4 dapat dilihat pada Tabel 8. dan menghasilkan varian *error* RBRL yaitu 15,09. Dan berdasarkan statistik uji F menghasilkan keputusan yaitu terima H_0 dengan taraf signifikan $\alpha = 0{,}05$.

Tabel 8. tabel anava alternatif pada RBRL dengan 1 *missing data*

sumber variasi	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	Fhit	Ftab
Kelompok	3	334.10526	83.5263	5.5348	3.587
Perlakuan	4	22	7.33333	0.4859	3.357
Error	11	166	15.09091		
Jumlah	18	522.10526			

4.1.2. Simulasi untuk dua *missing data* pada RBRL dalam satu perlakuan

Tabel 9. Tabel data konsentrasi larutan terhadap pertumbuhan umbi

No.	Konse-trasi	Blok (Panjang Akhir Umbi)			
		A	B	C	D
1	0	2,3	2,2	2,1	2,2
2	0,2	2,2	2,3	2,3	2,2
3	0,4	2,1	2,1	2,1	2,1
4	0,6	2,1	-	-	2,1
5	0,8	1,9	1,9	2,0	2,0
6	1	1,9	1,9	2,0	1,8

Sumber data : [10] banyak perlakuan k = 6 dan banyak kelompok n = 4

Pendugaan dua *missing data* dalam satu perlakuan, diperoleh :

$$\hat{X}_{11} = \frac{k\sum_j X_{1j} + (n-1)\sum_j X_{i1} + \sum_j X_{i2} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(k-1)(n-2)}$$

$$= \frac{6.4,2 + (4-1).10,4 + 10,5 - 45,8}{5.2}$$

$$= \frac{25,2 + 31,2 + 10,5 - 45,8}{10}$$

$$= \frac{21.1}{10} = 2,11 = 2,1$$

Untuk $\hat{X}_{21}$ *missing data*

$$\hat{X}_{12} = \frac{k\sum_i X_{1j} + (n-1)\sum_j X_{i2} + \sum_j X_{i1} - \sum_i \sum_j X_{ij}}{(k-1)(n-2)}$$

$$= \frac{6.4,2 + (4-1).10,5 + 10,4 - 45,8}{5.2}$$

$$= \frac{25,2 + 31,5 + 10,4 - 45,8}{10}$$

$$= \frac{21,3}{10} = 2,13 = 2,1$$

Maka diperoleh dua nilai pengganti *missing data* $\hat{X}_{11} = 2,1$ dan $\hat{X}_{21} = 2,1$.

Hasil pendugaan untuk *missing data* adalah $\hat{X}_{11} = 2,1$ dan $\hat{X}_{21} = 2,1$ dan hasil pengujian, dua *missing data* dengan k = 6 dan n = 4 dapat dilihat pada Tabel 10 dan menghasilkan varian *error* RBRL yaitu 0,004. Berdasarkan statistik uji F menghasilkan keputusan yaitu tolak H_0 yang berarti ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati, dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Maka dilanjutkan dengan uji LSD untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati secara individual (Lampiran, Tabel 19).

Tabel 10. Tabel anava alternatif pada RBRL dengan 2 *missing data*

sumber variasi	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	Fhit	Ftab
Kelompok	3	0.003061	0.001111	0.2549	3.411
Perlakuan	5	0.373	0.0746	17.1141	3.025
Error	13	0.056667	0.004359		
Jumlah	21	0.432728			

4.1.3. Simulasi untuk dua *missing data* pada RBRL tidak dalam satu perlakuan atau kelompok

Tabel 11. Tabel data pengaruh senyawa kimia terhadap kekuatan tipe partikel kain

Chemical	Bolt				
	1	2	3	4	5
1	73	68	74	71	67
2	73	67	$\hat{x}_{23}$	72	70
3	75	68	78	73	68
4	73	71	75	$\hat{x}_{44}$	69

Sumber data : [9] banyak perlakuan k = 4 dan banyak kelompok n = 5

Pendugaan untuk dua *missing data* tidak dalam satu kelompok atau perlakuan, diperoleh :

$$\hat{X}_{11} = \frac{(k-1)(n-1)\left(k\sum_j X_{1j} + n\sum_k X_{i1}\right) - k\sum_j X_{2j} - n\sum_i X_{i2} - (nk-k-n)\sum_i \sum_j X_{ij}}{(nk-k-n+2)(nk-k-n)}$$

$$\hat{X}_{23} = \frac{(3.4)(4.2,82 + 5.227) - 4.288 - 5.216 - 11.1285}{13.11}$$

$$\hat{X}_{11} = \frac{12(1128 + 1135) - 1152 - 1080 - 14135}{143}$$

$$\hat{X}_{11} = \frac{10789}{143}$$

$$\hat{X}_{11} = 75,4 = 75$$

$$\hat{X}_{22}=\frac{(k-1)(n-1)\left(k\sum_j X_{2j}+n\sum_k X_{i2}\right)-k\sum_j X_{1j}-n\sum_i X_{i1}-(nk-k-n)\sum_i\sum_j X_{ij}}{(nk-k-n+2)(nk-k-n)}$$

$$\hat{X}_{44}=\frac{(3.4)(4.288+5.216)-4.282-5.227-11.1285}{13.11}$$

$$\hat{X}_{22}=\frac{12(1152+1080)-1128-1135-14135}{143}$$

$$\hat{X}_{22}=\frac{10386}{63}$$

$$\hat{X}_{22}=72,6=73$$

Maka diperoleh dua nilai pengganti *missing data* $\hat{X}_{11}=75$ dan $\hat{X}_{22}=73$.

Hasil pendugaan untuk *missing data* adalah $\hat{X}_{11}=75$ dan $\hat{X}_{22}=73$ dan hasil pengujian, 2 *missing data* dalam satu perlakuan dengan k = 4 dan n = 5 dapat dilihat pada Tabel 12. Berdasarkan statistik uji F menghasilkan keputusan yaitu terima H_0 taraf signifikan $\alpha=0,05$. Dan menghasilkan varian *error* RBRL yaitu 1,86.

sumber variasi	derajat bebas	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	Fhit	Ftab
Kelompok	4	140.61	35.15	18.89	3.478
Perlakuan	3	9.06	3.02	1.62	3.708
Error	10	18.6	1.86		
Jumlah	17	168.27			

Tabel 12. Tabel anava alternatif pada RBRL dengan 2 *missing data*

4.2. Metode Biggers

4.2.1. Simulasi untuk tiga *missing data* pada RBRL

a. Tabel 13. Tabel data pengaruh dosis fumigasi terhadap daya kecambah

Dosis (g/m3 .2ja)	Kelompok								To-tal
	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	100	100	100	100	100	100	100	100	800
16	100	100	100	100	100	100	100	0	700
32	90	88	92	94	0	0	86	94	544
48	80	80	82	78	84	76	82	78	640
64	90	80	92	78	82	88	94	76	680
Total	460	448	466	450	366	364	462	348	3364

Sumber data : [2] banyak perlakuan k = 5 dan banyak kelompok n = 8

Percobaan dengan 5 perlakuan dan 8 kelompok, dan tiga diantaranya *missing* adalah X_{35}, X_{36}, dan X_{27} dapat diduga dengan metode Biggers. Seperti pada tabel diatas. Sehingga dengan persamaan

$A_{pxp}X_{px1}=Q_{px1}$, maka dapat ditulis

$$\begin{bmatrix}28&-4&1\\-4&28&1\\1&1&28\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{35}\\X_{36}\\X_{27}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Z_{35}\\Z_{36}\\Z_{27}\end{bmatrix}$$

Kemudian dapat ditulis kembali dengan persamaan:

$X_{px1}=A^{-1}Q_{px1}$, sehingga

$$\begin{bmatrix}X_{35}\\X_{36}\\X_{27}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}28&-4&1\\-4&28&1\\1&1&28\end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix}Z_{35}\\Z_{36}\\Z_{27}\end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan Ms. Excel 2007 untuk mencari invers, maka diperoleh:

1. $$\begin{bmatrix}X_{35}\\X_{36}\\X_{27}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}91,00\\90,51\\97,80\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}91\\91\\98\end{bmatrix}$$

Maka diperoleh tiga nilai pengganti $\hat{X}_{35}=91,\hat{X}_{36}=91$ dan $\hat{X}_{27}=98$.

Hasil pendugaan untuk *missing data* adalah $\hat{X}_{35}=91,\hat{X}_{36}=91$ dan $\hat{X}_{27}=98$ dan hasil pengujian, 3 *missing data*, dengan k = 4 dan n = 5 dapat dilihat pada Tabel 14. Berdasarkan statistik uji F menghasilkan keputusan yaitu tolak H_0 yang berarti ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati dengan taraf signifikan $\alpha=0,05$, sehingga perlu dilakukan uji LSD (Lampiran, Tabel 20). Dan menghasilkan varian *error* RBRL yaitu 14,50 .

Tabel 14. tabel anava alternatif pada RBRL dengan 3 *missing data*

sumber variasi	db	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	Fhit	Ftab
Kelompok	7	118.5567568	16.93668	1.1677247	2.4
Perlakuan	4	2419.6	604.9	41.705736	2.76
Error	25	362.6	14.504		
Jumlah	36	2900.756757			

4.2.2. Simulasi untuk empat *missing data* pada RBRL

Tabel 15. Tabel data percobaan katalis dan kumpulan bahan mentah yang berbeda

Treatment (katalis)	Block (jumlah bahan mentah)				$Y_{i.}$
	1	2	3	4	
1	73	74	-	71	218
2	-	75	67	72	214
3	73	75	68	-	216
4	75	-	72	75	222
$Y_{.j}$	221	224	207	218	Y_{ij}= 870

Sumber data : [9] banyak perlakuan k = 4 dan banyak kelompok n = 4

Pendugaan untuk empat *missing data* pada RBRL dengan metode Biggers

Jika terdapat k=4, n=4, p=4 makadengan persamaan (4.10):

$A_{pxp}X_{px1}=Q_{px1}$, maka dapat ditulis

$$\begin{bmatrix}9&1&1&1\\1&9&1&1\\1&1&9&1\\1&1&1&9\end{bmatrix}\begin{bmatrix}X_{13}\\X_{21}\\X_{34}\\X_{42}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}Z_{13}\\Z_{21}\\Z_{34}\\Z_{42}\end{bmatrix}$$

Kemudian dapat ditulis kembali dengan persamaan (4.11):

$X_{px1} = A^{-1}\, Q_{px1}$, sehingga

$$\begin{bmatrix} X_{13} \\ X_{21} \\ X_{34} \\ X_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 9 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 9 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 9 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 830 \\ 870 \\ 866 \\ 914 \end{bmatrix}$$

4.
$$\begin{bmatrix} X_{13} \\ X_{21} \\ X_{34} \\ X_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 67{,}5 \\ 72{,}5 \\ 72 \\ 78 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 68 \\ 73 \\ 72 \\ 78 \end{bmatrix}$$

Maka diperoleh empat nilai pengganti *missing data* $\hat{X}_{13} = 68, \hat{X}_{21} = 73, \hat{X}_{34} = 72$ dan $\hat{X}_{42} = 78$.

Hasil pendugaan untuk *missing data* adalah $\hat{X}_{13} = 68, \hat{X}_{21} = 73, \hat{X}_{34} = 72$ dan $\hat{X}_{42} = 78$ dan hasil pengujian 4 *missing data,* dengan k = 6 dan n = 6 dapat dilihat pada Tabel 18. Berdasarkan statistik uji F menghasilkan keputusan yaitu tolak H_0 yang berarti ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati dengan taraf signifikan $\alpha = 0{,}05$, sehingga perlu dilakukan uji LSD (Lampiran, Tabel 21). Dan menghasilkan varian *error* RBRL yaitu 0,71 .

Tabel 16. tabel anava alternatif pada RBRL dengan 4 *missing data*

sv	Db	jumlah kuadrat	kuadrat tengah	Fhit	Ftab
K	3	55	18.33333333	25.730994	5.409
P	3	22.4375	7.479166667	10.497076	5.409
E	5	3.5625	0.7125		
Jml	11	81			

5. KESIMPULAN

1. Untuk satu dan dua *missing data* dapat diselesaikan dengan menggunakan metode Yates. Untuk empat *missing data* dapat diselesaikan dengan metode Biggers dan tiga *missing data* dapat diselesaikan dengan menggunakan aturan Baten dan pendekatan matriks pada metode Biggers.
2. *Missing data* pada rancangan blok random lengkap menyebabkan tabel anava berubah dimana derajat bebas dari galat dan total berkurang sebanyak *missing data*.
3. Pada simulasi data untuk dua *missing data* pada kasus 1, tiga *missing data* pada kasus 1, dan empat *missing data* yang menunjukkan $F_{hit} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak. Karena H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati maka dilakukan uji lanjut yaitu Metode LSD dimana galat baku berubah dengan adanya *missing data* dan banyaknya ulangan efektif untuk membandingakan dua perlakuan ditentukan dengan menjumlahkan nilai-nilai yang ditentukan, sebagai berikut : 1 jika perlakuan yang yang dibandingkan keduanya ada (tidak *missing*), 0 jika perlakuan yang satunya *missing* dan $\frac{k-2}{k-1}$ jika perlakuan yang satunya ada (tidak *missing*). Sehingga terdapat perbedaan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Soejoeti, Zanzawi. 1986. *Rancangan Percobaan Terapan Modul 1-5*. Universitas Terbuka.

[2] Mattjik Ansori N, Sumertajaya Made. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. Bogor : IPB Press.

[3] Steel, Robert GD and Torrie, James H.1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik Edisi 2*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

[4] Widiharih, Tatik. 2007. *Estimasi Missing data pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap*. http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=estimasi%20missing%20data%20pada%20rancob.%20undip&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CDIQFjAC&url=http%3A%2F%2Feprints.undip.ac.id%2F1858%2F1%2F5_tatik_w.doc&ei=PiUCUrrkKYzOrQe_tYDgCQ&usg=AFQjCNEbaS6gtCIaFYN_N9z43KxYMSr_lA&bvm=bv.50310824,d.bmk

[5] Glenn, WA and Kramer, CY. 1958. *Analysis of Variance of a Randomised Block Design with Missing Observations.* Wiley. http://www.jstor.org/stable/2985462

[6] Litlle, R. J. A. and Rubin, D. B. 2002. *Statistical Analysis With Missing data 2nd ed*. New York: Wiley.

[7] Sugianto, Eva. 2004. *Estimasi Missing data pada Rancangan Bujur Sangkar Latin*. Skripsi S1 Jurusan Matematika FMIPA Universitas Diponegoro. http://eprints.undip.ac.id/31475/

[8] Fatimah, Imas. 2003. *Missing data pada Rancangan Percobaan (Suatu Kajian Algoritma EM dan Metode Yates)*. Skripsi S1 Departemen Statistika FMIPA. IPB.

[9] Montgomery, D. C.2001. *Design and Analysis of Experiment Fifth Edition.*New York : Wiley.

[10] Montgomery, D. C. 2004. *Design and Analysis of Experiment Chapter 2*. New York : Wiley.

[11] Maulida, Isnaini. 2013.LAPORAN PRAKTIKUM FISIOLOGI TUMBUHAN. Surabaya : UNESA.

[12] Kusriningrum. *Missing data (Missing data)*. http://www.slideshare.net/JauharAnam/08-data-missing-missing-data

[13] Kusriningrum. Rancangan Acak Kelompok (Randomized Block Design).

http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=BUKU%20AJAR%20Prof.Dr.%20Kusriningrum%20rancangan%20acak%20kelompok&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbiologyeastborneo.com%2Fwpcontent%2Fuploads%2F2011%2F07%2F07.RAK.ppt&ei=6B4UUuf0KYKRrQf8o4G4Bg&usg=AFQjCNGxVQ0PVVvcs_kPp6ZrSkYJQy8g&bvm=bv.50952593,d.bmk

LAMPIRAN

Tabel 19. Tabel uji LSD pada RBRL dengan 2 *missing data*

perlakuan ke i dan j	ni*	nj*	Sy	LSD	yi-yj	Sim-pulan
1 dan 2	7.75	7	4.510898	9.29245	-4.25	tb
1 dan 3	8.25	6	4.641643	9.561784	4.125	tb
1 dan 4	8	8	4.325506	8.910542	20	b
1 dan 5	8	8	4.325506	8.910542	15	b
2 dan 3	7.25	5.75	4.830984	9.951828	8.375	tb
2 dan 4	7	7.75	4.510898	9.29245	24.25	b
2 dan 5	7	7.75	4.510898	9.29245	19.25	b
3 dan 4	6	8.25	4.641643	9.561784	15.875	b
3 dan 5	6	8.25	4.641643	9.561784	10.875	b
4 dan 5	8	8	4.325506	8.910542	-5	tb

Tabel 20. Tabel uji LSD pada RBRL dengan 3 *missing data*

perlakuan ke i dan j	ni*	nj*	Sy	LSD	yi-yj	Sim-pulan
1 dan 2	4	4	0.046685	0.118253	-0.05	tb
1 dan 3	4	4	0.046685	0.118253	0.1	tb
1 dan 4	3.6	2	0.058226	0.147487	0.1	tb
1 dan 5	4	4	0.046685	0.118253	0.25	b
1 dan 6	4	4	0.046685	0.118253	0.3	b
2 dan 3	4	4	0.046685	0.118253	0.15	tb
2 dan 4	3.6	2	0.058226	0.147487	0.15	b
2 dan 5	4	4	0.046685	0.118253	0.3	b
2 dan 6	4	4	0.046685	0.118253	0.35	b
3 dan 4	3.6	2	0.058226	0.147487	0	tb
3 dan 5	4	4	0.046685	0.118253	0.15	b
3 dan 6	4	4	0.046685	0.118253	0.2	b
4 dan 5	2	3.6	0.058226	0.147487	0.15	b
4 dan 6	2	3.6	0.058226	0.147487	0.15	b
5 dan 6	4	4	0.046685	0.118253	0.05	tb

Tabel 21. Tabel uji LSD pada RBRL dengan 4 *missing data*

perlakuan ke i dan j	ni*	nj*	Sy	LSD	yi-yj	Sim-pulan
1 dan 2	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-0.25	tb
1 dan 3	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-0.5	tb
1 dan 4	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-2.75	b
2 dan 3	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-0.25	tb
2 dan 4	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-2.5	b
3 dan 4	2.8	2.8	0.713392	2.25646	-2.25	b