ESTIMASI: Journal of Statistics and Its Application
Vol. 6, No. 1, Januari, 2025, Hal. 1-9
DOI: 10.20956/ejsa.v6i1.18323

Estimasi Parameter Model *Three-Factor Completely Randomized Design* dengan Metode *Robust* MM

Nurkamalia[1*], Anisa[2], Nasrah Sirajang[3]
[123]Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245, Indonesia
*** Corresponding author, email: kamalianur123@gmail.com**

Abstract

When conducting experiments, it is often found that there are errors in the observed responses. It can cause data outliers to appear whose existence results in making conclusions inaccurate. Therefore, outliers need to be overcome by applying the robust regression method. The robust method used is the robust MM because it has a high level of efficiency and breakdown point. The Robust MM method is useful for obtaining parameter estimates in a three-factor Completely Randomized Design (CRD) which is applied to the data on average abdominal fat of broiler chickens experiencing outliers in four observations. The results showed that the presence of outliers caused no effect of differences in age of chicken and the interaction between age of chicken and feeding fermented kiambang on the average abdominal fat of broiler chickens. However, after the data was replaced with estimated data obtained from the Robust MM method to overcome outliers, it showed that there was an effect of age of chicken and the interaction between age of chicken and feeding of fermented kiambang on the average abdominal fat of broiler chickens.

Keywords: *Three-Factor Completely Randomized Design, Outliers, Robust Regression, MM Robust Method.*

Abstrak

Saat melakukan percobaan, kerap kali ditemukan adanya kesalahan pada respon yang diamati. Hal ini dapat menyebabkan munculnya data *outlier* yang keberadaannya mengakibatkan pengambilan kesimpulan yang tidak tepat. Karenanya, *outlier* perlu diatasi dengan menerapkan metode regresi *robust*. Metode *robust* yang digunakan adalah metode *robust* MM karena memiliki tingkat efisiensi dan *breakdown point* yang tinggi. Metode *robust* MM berguna untuk mendapatkan estimasi parameter pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) tiga faktor yang diterapkan pada data rata-rata lemak abdomen ayam broiler yang mengalami *outlier* pada empat amatan. Hasil penelitian menunjukkan adanya *outlier* menyebabkan tidak ada pengaruh perbedaan umur ternak dan interaksi antara umur ternak dengan pemberian kiambang fermentasi terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler. Setelah data tersebut diganti dengan data hasil estimasi yang diperoleh dari metode *robust* MM untuk mengatasi *outlier*, diperoleh bahwa terdapat pengaruh perbedaan umur ternak dan interaksi antara umur ternak dengan pemberian kiambang fermentasi terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler.

Kata Kunci: Rancangan Acak Lengkap Tiga Faktor, *Outlier*, Regresi *Robust*, Metode *Robust* MM.

1. Pendahuluan

Saat ini, ilmu pengetahuan mengalami perkembangan yang sangat pesat, termasuk pada bidang statistika. Statistika merupakan ilmu yang membahas terkait cara pengambilan data, penyajian data, analisis data hingga pengambilan keputusan. Statistika kerap kali digunakan sebagai metode ilmiah dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Oleh karena itu, statistika sangat dibutuhkan dalam hal pengambilan keputusan. Sebelum

mengambil suatu keputusan, terlebih dahulu dilakukan proses pengumpulan data. Salah satu alternatif pengumpulan data dengan melakukan perancangan percobaan. Rancangan percobaan terbagi atas beberapa bentuk, yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL), dan lain sebagainya [1].

Rancangan Acak Lengkap atau *Completely Randomized Design* merupakan rancangan paling sederhana dalam suatu percobaan yang digunakan ketika kondisi unit percobaan relatif homogen. Rancangan ini menguji pengaruh dari satu faktor saja. Namun, dibeberapa percobaan kerap kali ditemukan penggunaan faktor lebih dari satu, sehingga interaksi pada faktor-faktor tersebut dapat terjadi. Percobaan ini disebut dengan percobaan faktorial. Percobaan faktorial dicirikan dengan perlakuan yang digunakan berupa kombinasi dari taraf-taraf faktor yang dicobakan. Rancangan faktorial dengan rancangan acak lengkap merupakan percobaan faktorial dengan rancangan dasar RAL.

Dalam perancangan percobaan, terdapat hal penting yang perlu diperhatikan terkait dengan data, yaitu keberadaan *outlier*. *Outlier* merupakan kondisi data yang menyimpang jauh dari sekumpulan data yang lain. *Outlier* terjadi apabila terdapat kesalahan entri data, penempatan perlakuan yang tidak tepat, atau adanya kesalahan pengamatan pada salah satu unit percobaan. Besarnya kesalahan akan tampak sangat nyata ketika menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT). Salah satu asumsi yang harus dipenuhi pada MKT yaitu data harus berdistribusi normal atau tidak adanya *outlier* pada pengamatan. Keberadaan *outlier* pada pengamatan mengakibatkan analisis pada data menjadi bias, sehingga memungkinkan terjadinya pengambilan kesimpulan yang tidak tepat. Oleh karena itu, keberadaan *outlier* harus diatasi.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi *outlier* dengan menerapkan metode regresi *robust.* Regresi *robust* merupakan metode regresi yang digunakan ketika galat tidak berdistribusi normal atau terdapat beberapa *outlier* yang berpengaruh pada model [2]. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Andrews (1972) untuk menganalisis data yang dipengaruhi *outlier* sehingga didapatkan model yang kekar terhadap *outlier.*

Ada beberapa bentuk estimasi pada regresi *robust*, diantaranya estimasi M (*Maximum Likelihood Type*), estimasi LMS (*Least Median of Squares*), estimasi LTS (*Least Trimmed Squares*), estimasi *S (Scale)* dan estimasi MM (*Method of Momen*). Setiap metode *robust* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Estimasi M memiliki efisiensi yang tinggi, tetapi nilai *breakdown point* nol. Estimasi LMS, LTS, dan estimasi S memiliki *breakdown point* yang tinggi (BDP = 0.5), akan tetapi tingkat efisiensi yang rendah, sedangkan estimasi MM mempunyai efisiensi tinggi dan *breakdown point* yang tinggi pula [3].

Beberapa peneliti sebelumnya, telah mengkaji terkait estimasi parameter pada rancangan percobaan dengan pengamatan yang mengandung *outlier* menggunakan metode *robust,* diantaranya Siswanto (2014) mengestimasi parameter pada model

faktorial RAL yang mengandung *outlier* dengan memanfaatkan sifat efisiensi pada *robust* M [4]. Fabiola (2016) mengestimasi parameter model RAKL dengan memanfaatkan sifat pada *robust* S yang memiliki *breakdown point* yang tinggi [5]. Masitah (2019) mengestimasi parameter pada model faktorial RAL dua faktor dengan *robust* MM [6].

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut terkait penerapan metode *robust* MM pada rancangan faktorial RAL menggunakan tiga faktor atau *three-factor completely randomized design*. Metode ini menggabungkan sifat-sifat pada *robust* S dan *robust* M sehingga diperoleh estimasi parameter dengan efisiensi dan *breakdown point* yang tinggi.

2. Material dan Metode

Penelitian ini menggunkan data sekunder berupa data faktorial *three-factor completely randomized design* yang diperoleh dari Artikel Ilmiah Penelitian Dosen Muda yaitu Zulkarnain dan Erman Syahruddin dari Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang yang dilakukan pada tahun 2008. Data tersebut diilustrasikan mengalami kesalahan pada amatannya sehingga berakibat pada timbulnya *outlier* pada empat data respon.Variabel bebas atau faktor perlakuan yang digunakan yaitu perbedaan jenis kelamin terdiri atas 2 taraf, umur ternak terdiri atas 3 taraf dan pemberian kiambang fermentasi terdiri atas 3 taraf dan masing-masing diberikan perulangan sebanyak tiga kali.

Data dianalisis menggunakan model *three-factor completely randomized design* dengan metode *robust* MM. Metode *robust* MM merupakan metode regresi yang diawali dengan mengestimasi parameter yang sangat *robust* yang meminimumkan suatu skala residual menggunakan *robust* S. Kemudian skala residual tetap konstan dan diakhiri dengan menetapkan parameter-parameter regresi menggunakan *robust* M. Metode iterasi yang digunakan berupa metode *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS) untuk mencari estimasi parameter. Adapun fungsi estimasi *robust* MM dapat dijelaskan sebagai berikut [7]:

$$\hat{\beta}_{mm} = arg\ min_{\beta} \sum_{i=1}^{n} \rho\left(\frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s}\right) \tag{1}$$

Pada penelitian ini, *robust* MM menggunakan fungsi pembobot Huber. Adapun fungsi objektif sebagai berikut :

$$\rho(u_i) = \begin{cases} \frac{1}{2}u_i^2, & |u_i| \le c \\ c|u_i| - \frac{1}{2}c^2, & |u_i| > c \end{cases}$$

Fungsi objektif digunakan untuk mencari fungsi pembobot. Berdasarkan fungsi objektif tersebut, diperoleh fungsi pembobot seperti berikut ini:

$$w_i = \frac{\psi(u_i)}{u_i} = \begin{cases} 1 & |u_i| \le c \\ \frac{c}{|u_i|} & |u_i| > c \end{cases}, \tag{2}$$

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu melakukan pengujian asumsi rancangan, mendeteksi keberadaan *outlier* pada data amatan dengan menggunakan salah satu metode grafis yaitu *boxplot*. Kemudian melakukan analisis variansi pada data yang diindikasikan mengalami *outlier* untuk melihat besarnya pengaruh yang ditimbulkan dari hasil analisis. Selanjutnya, menerapkan metode *robust* MM untuk mengatasi *outlier*. Tahap akhir, melakukan analisis variansi kembali yang diawali dengan mengganti nilai data *outlier* dengan nilai estimasi yang diperoleh pada *robust* MM.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Model Faktorial *Completely Randomized Design* dalam Persamaan Regresi

Secara umum, model faktorial *three-factor completely randomized design* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$$i = 1,2\ ;\ j = 1,2,3\ ;\ k = 1,2\ ,3\ ;\ l = 1,2,3$$

data tersebut dapat dibuat kedalam bentuk perkalian kronecker sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Y} = (\mathbf{1_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\mu} + (\boldsymbol{I_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\alpha} + (\mathbf{1_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\beta} + (\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\alpha\beta} + (\mathbf{1_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\gamma} + (\boldsymbol{I_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\alpha\gamma} + (\mathbf{1_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3})\boldsymbol{\beta\gamma} + (\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_8})\boldsymbol{\alpha\beta\gamma} + (\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3})\boldsymbol{e}$$

keterangan:

$\mathbf{1_3}$	: matriks kolom yang berukuran 3×1
$\boldsymbol{I_3}$	: matriks identitas berukuran 3×3
$\mathbf{1_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×1
$\boldsymbol{I_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×2
$\mathbf{1_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×3
$\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×6
$\mathbf{1_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×3
$\boldsymbol{I_2} \otimes \mathbf{1_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×6
$\mathbf{1_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×9
$\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \mathbf{1_3}$	: matriks dengan ukuran 54×18
$\boldsymbol{I_2} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3} \otimes \boldsymbol{I_3}$	: matriks dengan ukuran 54×54

dengan kata lain, model linier umum bagi suatu rancangan percobaan yang akan digunakan dapat dituliskan dalam persamaan regresi berkut:

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{X\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \tag{3}$$

3.2 Pendugaan Parameter dengan *Robust* MM

3.2.1 Metode *Ordinary Least Square*

Ordinary Least Square atau Metode kuadrat terkecil merupakan suatu metode yang bertujuan untuk meminimunkan jumlah kuadrat galat. Misalkan model yang akan diestimasi adalah parameter dari persamaan (3), dari persamaan tersebut didapatkan bentuk persamaan seperti berikut:

$$\boldsymbol{\varepsilon = Y - X\beta}$$

Kemudian akan dibuat jumlah kuadrat galat :

$$\boldsymbol{\varepsilon'\varepsilon = (Y - X\beta)'(Y - X\beta)}$$

Nilai penduga parameter yang akan meminimumkan diperoleh dengan mendiferensialkan persamaan tersebut terhadap $\boldsymbol{\beta}$ kemudian disama dengankan nol, sehingga diperoleh

$$\boldsymbol{\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y}$$

3.2.2 Estimasi *Robust* MM

Bentuk umum metode *robust* MM didefinisikan pada persamaan (1). Untuk meminimumkan persamaan tersebut akan digunakan turunan parsial pertama dari ρ terhadap β_j dengan $p = a + b + c + ab + ac + bc + abc$, kemudian disama dengankan nol. Sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\rho'\left(\frac{Y_i - \sum_{j=0}^{p} X_{ij}\beta_j}{\hat{\sigma}_s}\right) = 0$$

dengan $\psi = \rho'$ dan ψ merupakan fungsi pengaruh, sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\,\psi\left(\frac{Y_i - \sum_{j=0}^{p} X_{ij}\beta_j}{\hat{\sigma}_s}\right) = 0$$

Diketahui bahwa $Y_i - \sum_{j=0}^{p} X_{ij}\beta_j = \varepsilon_i$ dengan $u_i = \frac{\varepsilon_i}{\hat{\sigma}_s}$, maka diperoleh:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\,\psi(u_i) = 0 \qquad (4)$$

dengan mengalikan kedua ruas pada persamaan (4) dengan $\frac{(u_i)}{(u_i)}$ untuk memperoleh fungsi pembobot, sehingga:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\,\psi(u_i) \times \frac{(u_i)}{(u_i)} = 0$$

Didefinisikan suatu fungsi pembobot $w_i = \frac{\psi(u_i)}{u_i}$, maka diperoleh:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\,w_i\left(\frac{Y_i - \sum_{j=0}^{p} X_{ij}\beta_j}{\hat{\sigma}_s}\right) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij}w_i\,Y_i = \sum_{i=1}^{n} X_{ij}w_i \sum_{j=0}^{p} X_{ij}\beta_j \qquad (5)$$

dalam bentuk matriks persamaan (5) dapat dituliskan menjadi

$$\boldsymbol{X'WY = X'WX\widehat{\beta}}$$

dengan $\boldsymbol{W}$ adalah matriks diagonal yang berukuran $n \times n$ dengan elemen diagonalnya $w_1, w_2, \ldots, w_n$. Pada persamaan (5) masing-masing ruas dikalikan dengan $(\boldsymbol{X'WX})^{-1}$, sehingga diperoleh estimasi parameter sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\widehat{\beta}_{mm} = (X'WX)^{-1}X'WY}$$

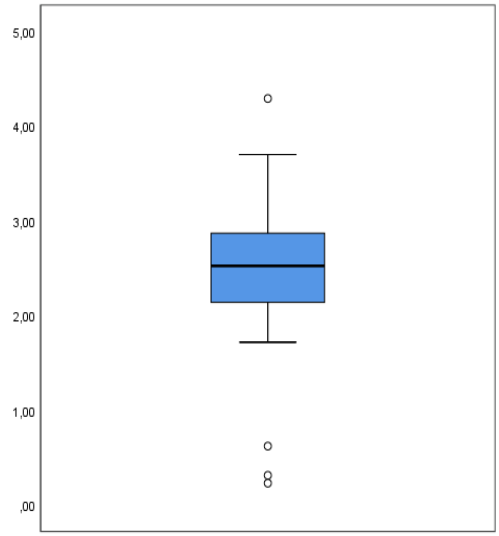
Pada langkah selanjutnya dihitung kembali bobot $\boldsymbol{W^l}$ yang baru menggunakan $\boldsymbol{\widehat{\beta}_{mm}}$ dari hasil sebelumnya dan skala parameter $\hat{o}_s$ konstan. Untuk $\boldsymbol{W^l}$ bobot yang diberikan, dapat diperoleh

$$\boldsymbol{\widehat{\beta}_{mm}^{(l)} = (X'W^lX)^{-1}X'W^lY}$$

iterasi akan terus berlanjut hingga diperoleh $\boldsymbol{\widehat{\beta}_{mm}}$ yang konvergen.

3.3 Pendeteksian *Outlier*

Untuk mengidentifikasi data rata-rata lemak abdomen ayam broiler yang diilustrasikan mengalami kesalahan pengamata. Maka dilakukan pendeteksian dengan menggunakan *boxplot* seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. *Boxplot* Data Rata-Rata Lemak Abdomen Ayam (%)

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat empat titik yang terletak di luar kotak *boxplot* sehingga dapat disimpulkan bahwa data rata-rata lemak abdomen ayam broiler mengalami *outlier* pada amatan Y_{1111}, Y_{2112}, Y_{2131}, dan Y_{2312}. Keempat data *outlier* ini kemungkinan besar akan mempengaruhi pengambilan keputusan pada analisis variansi. Sehingga, perlu dilakukan uji analisis variansi sebelum data *outlier* tersebut diatasi. Berikut tabel hasil analisis variansi ketika data *outlier* belum diatasi.

Tabel 1. Hasil Perhitungan ANAVA faktorial *Three-Factor Completely Randomized Design* yang mengandung *Outlier*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{tabel}
Jenis Kelamin (A)	1	3,80	3,80	**11,04**	**4,02**
Umur (B)	2	1,01	0,50	1,46	3,17
Kiambang Fermentasi (C)	2	5,20	2,60	**7,55**	**3,17**
AB	2	0,75	0,38	1,09	3,17
AC	2	0,88	0,44	1,28	3,14
BC	4	0,89	0,22	0,65	2,55
ABC	4	0,85	0,21	0,62	2,55
Galat	36	12,40	0,34		
Total	**53**	**25,784**			

Dari hasil analisis variansi menunjukkan bahwa terdapat dua faktor yang memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu faktor jenis kelamin dengan $F_{hitung} = 11{,}04 > F_{tabel} = 4{,}02$ dan kiambang fermentasi dengan $F_{hitung} = 7{,}55 > F_{tabel} = 3{,}17$. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 ditolak artinya hanya faktor perbedaan jenis kelamin dan pemberian kiambang fermentasi berpengaruh terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler.

3.4 Penerapan Metode *Robust* MM pada *Three-Factor Completely randomized Design* yang Mengandung *Outlier*

Analisis pada data faktorial RAL tidak dapat menjamin pengambilan keputusan dari analisis variansi apabila terdapat *outlier* karena akan berakibat pada pengaruh perlakuan tidak signifikan, sehingga perlu untuk melakukan estimasi pada data tersebut dengan metode *robust* MM. Setelah proses estimasi parameter dilakukan diperoleh bahwa proses iterasi berhenti pada iterasi ke-15 dengan metode *robust S* dan pada iterasi ke-9 dengan metode *robust* MM dengan selisih $\sum_{i=1}^{n} |e_i{}^{mm}| < 0{,}0001$. Berhentinya iterasi menunjukkan bahwa estimasi parameter telah konvergen, sehingga didapatkan penduga yang kekar dan resisten terhadap *outlier*. Nilai tersebut digunakan untuk mengestimasi kembali $\hat{Y}$ pada pengamatan Y_{1111}, Y_{2112}, Y_{2131}, dan Y_{2312} mengandung *outlier* seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Estimasi Parameter Data *Outlier*

Parameter	*Robust* MM

$\hat{Y}_{1111}$	3,70
$\hat{Y}_{2112}$	2,87
$\hat{Y}_{2131}$	1,72
$\hat{Y}_{2312}$	2,53

Selanjutnya akan dilakukan analisis variansi dengan mengganti nilai respon Y_{1111}, Y_{2112}, Y_{2131}, dan Y_{2312} dengan nilai dugaan yang telah diperoleh pada *robust* MM. Berikut hasil analisis variansi yang ditunjukkan pada tabel dibawah:

Tabel 3. Hasil Perhitungan ANAVA faktorial *Three-Factor Completely Randomized Design*

Sumber Keragaman	**Derajat Bebas**	**Jumlah Kuadrat (JK)**	**Kuadrat Tengah (KT)**	F_{hitung}	F_{tabel}
Jenis Kelamin (A)	1	1,12	1,12	**24,72**	**4,02**
Umur (B)	2	0,86	0,43	**9,44**	**3,17**
Kiambang Fermentasi (C)	2	7,11	3,56	**78,314**	**3,17**
AB	2	0,07	0,03	0,730	3,17
AC	2	0,0006	0,0003	0,006	3,14
BC	4	0,55	0,14	**3,021**	**2,55**
ABC	4	0,08	0,02	0,431	2,55
Galat	36	1,64	0,05		
Total	**53**	**11,425**			

Dari hasil analisis variansi menunjukkan bahwa faktor jenis kelamin memiliki nilai $F_{hitung} = 24{,}72 > F_{tabel} = 4{,}02$, umur ternak memiliki nilai $F_{hitung} = 9{,}44 > F_{tabel} = 3{,}17$, kiambang fermentasi dengan $F_{hitung} = 78{,}31 > F_{tabel} = 3{,}17$, dan interaksi antara umur ternak dan kiambang fermentasi memiliki nilai $F_{hitung} = 3{,}021 > F_{tabel} = 2{,}55$. Maka keputusan H_0 ditolak, jadi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh perbedaan jenis kelamin, umur ternak, dan pemberian kiambang fermentasi serta interaksi antara umur ternak dengan kiambang fermentasi terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini yaitu Penduga metode *robust* MM yang digunakan untuk menduga data *outlier* pada data rata-rata lemak abdomen ayam broiler yang menggunakan model Faktorial Rancangan Acak Lengkap adalah

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{mm}}^{(\boldsymbol{l})} = (\boldsymbol{X'W^lX})^{-1}\boldsymbol{X'W^lY}$$

Pada penelitian ini, penerapan dilakukan pada data faktorial *three-factor completely randomized design* yaitu data rata-rata lemak abdomen ayam broiler yang diilustrasikan mengalami *outlier* pada 4 data respon yaitu Y_{1111}, Y_{2112}, Y_{2131} dan Y_{2312}. Hasil penelitian menunjukkan adanya *outlier* menyebabkan tidak ada pengaruh perbedaan umur ternak dan interaksi antara umur ternak dengan pemberian kiambang fermentasi terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler. Setelah data tersebut diganti dengan data hasil estimasi yang diperoleh dari metode *robust* MM untuk mengatasi *outlier*, diperoleh bahwa terdapat pengaruh perbedaan umur ternak dan interaksi antara umur ternak dengan pemberian kiambang fermentasi terhadap rata-rata lemak abdomen ayam broiler.

Daftar Pustaka

[1] Mattjik, A. A., & Sumertajaya, M. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1 Edisi Kedua.* Bogor: IPB Press, 2002.

[2] Olive, D. *Applied Robust Statistics.* Carbondale: Southem Illinois University, 2005.

[3] Ardianti, H. *Perbandingan Keefektifan Metode Robust Estimasi M dan Estimasi MM karena Pengaruh Outlier dalam Analisis Regresi Linear.* Semarang: Skripsi. Matematika. FMIPA. Universitas Negeri Semarang, 2011.

[4] Fabiola. *Estimasi Data Hilang Menggunakan Regresi Robust S pada Rancangan Acak Kelompok.* Makassar. Skripsi. MIPA. Matematika. Universitas Hasanuddin, 2016.

[5] Masitah, R. *Model Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan Menggunakan Robust MM untuk Menduga Data Pencilan.* Makassar. Skripsi. Matematika. FMIPA. Universitas Hasanuddin, 2019.

[6] Siswanto. *Estimasi Regresi Robust M pada Faktorial Rancangan Acak Lengkap yang Mengandung Outlier.* Makassar. Skripsi. MIPA. Matematika. Universitas Hasanuddin, 2014.

[7] Susanti, dkk. M Estimation, S Estimation, and MM Estimation in Robust Regression. *Internasional Jurnal Pure and Applied Matematics*, 91(3), 349-360, 2014.