

**PENGARUH UKURAN SAMPEL PADA PERBANDINGAN GANDA
DALAM RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)**

(Skripsi)

Oleh

ANGGITHA AURELIA LESMANA



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

THE EFFECT OF SAMPLE SIZE ON THE MULTIPLE COMPARISON IN COMPLETELY RANDOMIZED DESIGN (CRD)

BY

ANGGITHA AURELIA LESMANA

In determining the sample size, it does not necessarily provide sufficient power test for several multiple comparison methods which are usually performed after the significance test of the analysis of variance in a research using Completely Randomized Design (CRD). Researchers usually conduct a research by expecting a power test (desired power) of 70% or 80%, to find a statistically significant difference between the samples. This study aims to analyze the effect of sample size by looking at the power test on the analysis of variance (ANOVA) and the power test on the Tukey test/Honestly Significant Difference (HSD) in a Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments and 2 replications, using mean 0.2, 0.4, 0.7 and variance 1. Tukey/Honestly Significant Difference (HSD) was used because this test has greater power than the other multiple comparison. Results reported that the larger sample size can afford the greater power test of ANOVA and the greater power test of Tukey test comparison. The power test is affected by the effect size that will be used in calculating the sample size.

Keywords: Sample Size, Multiple Comparison Procedures, Tukey, ANOVA, Completely Randomized Design (CRD), Experimental Design, Power Test, Effect Size.

ABSTRAK

PENGARUH UKURAN SAMPEL PADA PERBANDINGAN GANDA DALAM RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)

OLEH

ANGGITHA AURELIA LESMANA

Dalam menentukan ukuran sampel, tidak selalu memberikan *power test* (kekuatan uji statistik) yang cukup untuk beberapa metode perbandingan ganda yang biasanya dilakukan setelah uji signifikansi analisis ragam dalam penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Para peneliti biasanya melakukan penelitian dengan mengharapkan *power test* (*desired power*) sebesar 70% atau 80% untuk menemukan perbedaan yang signifikan antar sampel. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh ukuran sampel dengan melihat *power test* pada analisis ragam (ANOVA) dan *power test* pada uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 2 ulangan menggunakan mean sebesar 0.2, 0.4, 0.7 dan ragam sebesar 1. Uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) digunakan karena uji ini mempunyai *power* yang lebih besar daripada pengujian perbandingan ganda lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar ukuran sampel yang digunakan dalam penelitian, akan menghasilkan nilai *power test* ANOVA dan nilai *power test* perbandingan uji Tukey yang semakin besar. Nilai *power test* dipengaruhi oleh nilai *effect size* yang akan digunakan dalam perhitungan ukuran sampel.

Kata Kunci: Ukuran Sampel, Metode Perbandingan Ganda, Tukey, ANOVA, Rancangan Acak Lengkap (RAL), Rancangan Percobaan, *Power Test*, *Effect Size*.

**PENGARUH UKURAN SAMPEL PADA PERBANDINGAN GANDA
DALAM RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)**

Oleh

ANGGITHA AURELIA LESMANA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

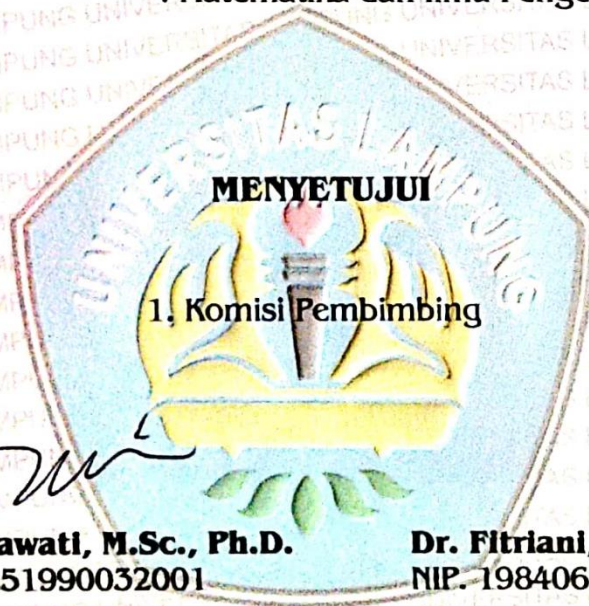
Judul Skripsi : PENGARUH UKURAN SAMPEL PADA PERBANDINGAN GANDA DALAM RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)

Nama Mahasiswa : Anggitha Aurelia Tesmana

Nomor Pokok Mahasiswa : 1717031006

Jurusan : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196501251990032001

Dr. Fitriani, S.Si., M.Sc.
NIP. 198406272006042001

2. Ketua Jurusan Matematika

Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

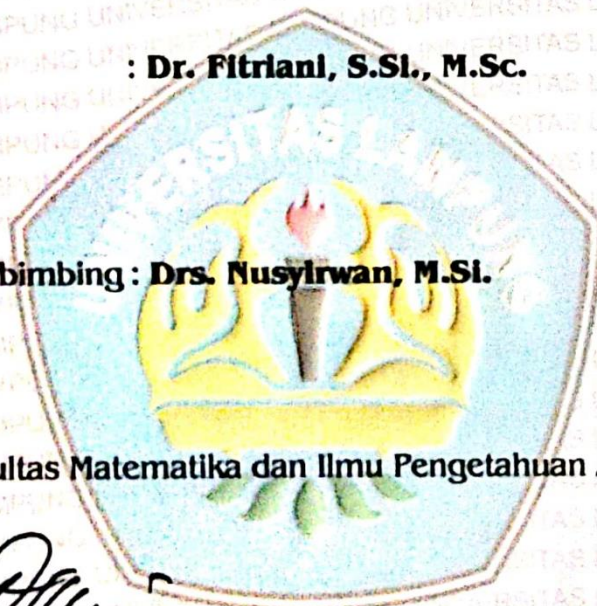
Ketua : Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.



Sekretaris : Dr. Fitriani, S.Si., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Drs. Nusylrwan, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Agustus 2021

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Anggitha Aurelia Lesmana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031006**

Jurusan : **Matematika**

Judul : **Pengaruh Ukuran Sampel pada Perbandingan Ganda dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL)**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Anggitha Aurelia Lesmana
NPM. 1717031006

RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama Anggitha Aurelia Lesmana dilahirkan pada tanggal 12 Agustus 1999 di Bandar Lampung, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Subowo Lesmana dan Ibu Sugiarti, Adik dari Gistya Bonitha, dan Kakak dari Cheysha Tryztania.

Penulis memulai pendidikannya di TK Yuridesma Sari pada tahun 2004-2005, pendidikan tingkat dasar di SD Negeri 1 Surabaya pada tahun 2005-2011. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan ke pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 25 Bandar Lampung, kemudian penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017 dan pada tahun 2017 penulis diterima sebagai mahasiswi di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Penulis pernah melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) Provinsi Lampung, serta melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode kedua di Kelurahan Pematang Wangi, Kecamatan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji Syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang karena atas izin-Nya skripsi ini terselesaikan.

Penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Bapak Subowo Lesmana dan Ibu Sugiarti yang telah memberikan semua pengorbanan, doa, dan kasih sayang. Terima kasih sudah menjadi motivasi dan semangatku.

Kakakku Gistya Bonitha dan Adikku Cheysha Tryztania yang selalu mendukungku, mendoakanku, serta memberiku semangat.

Seluruh Keluarga, Saudara, dan juga Sahabat yang selalu mendengar keluh kesahku dan memberikan banyak motivasi.

Seluruh Dosen-dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat.

Almamater Tercinta Universitas Lampung

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan) tetap bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhan-Mu lah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia selesaikan dengan baik.”

(HR. Thabrani)

“The only way to do great work is to love what you do. If you haven’t found it yet, keep looking. Don’t settle.”

(Steve Jobs)

“Life is not about how fast you run or how high you climb, but life is how well you bounce.”

(Vivian Komori)

“This time belongs to you. No matter what happens, keep going. Because everything will be okay.”

(Anggitha Aurelia Lesmana)

SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Ukuran Sampel pada Perbandingan Ganda dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL)”**.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak yang telah membantu dan memberikan bimbingan, saran, maupun motivasi kepada penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah banyak memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Fitriani, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak membantu dan memberikan pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si., selaku Dosen Penguji atas kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Amanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas arahan dan bimbingannya selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan bantuan kepada penulis.
8. Kedua Orangtua, Kakak, dan Adik yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, semangat dan kasih sayang.
9. Sahabat-sahabat di kampus, Annisa, Dela, Eka, dan Wenty yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman seperjuangan, Dini, Hesty, Stefani, Dhea, Indah, Chaterina, yang selalu memberikan dukungan dan membantu di waktu sulit.
11. Teman-teman tercinta, Aqila, Tafanny, Tresya, Lina, Fani, Ester, Jihau, Marinda, Ega, Dedek, Dindha, Felicia, Suci, Diah, dan semua teman-teman yang telah memberikan semangat serta bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Jeno, Lutfia, Anis, Yunda Nissa, Yunda Ficka, Yunda Hanna, dan yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Seluruh mahasiswa seperjuangan Matematika 2017 atas segalanya selama masa perkuliahan hingga akhir.
14. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta inspirasi bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Bandar Lampung, Agustus 2021

Penulis

Anggitha Aurelia Lesmana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sampel.....	5
2.2 Rancangan Percobaan	7
2.3 Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	9
2.3.1 Model Linear Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	11
2.3.2 Asumsi Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	12
2.3.3 <i>Layout</i> Data pada Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	12
2.4 Analisis Ragam (ANOVA) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL)	13
2.5 Perbandingan Ganda	16
2.6 <i>Effect Size</i>	19
2.7 <i>Power Test</i>	21
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Data Penelitian	24
3.3 Metode Penelitian	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6.....	27
4.1.1 Analisis Ragam (ANOVA) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	28

4.1.2 Uji Tukey/ <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6.....	29
4.1.3 <i>Effect Size</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	30
4.1.4 <i>Power Test</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	31
4.2 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225, 240, 750, dan 1500.....	32
4.2.1 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	33
4.2.1.1 Analisis Ragam (ANOVA) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	33
4.2.1.2 Uji Tukey/ <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	34
4.2.1.3 <i>Effect Size</i> dan <i>Power Test</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	35
4.2.2 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	36
4.2.2.1 Analisis Ragam (ANOVA) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	37
4.2.2.2 Uji Tukey/ <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240.....	38
4.2.2.3 <i>Effect Size</i> dan <i>Power Test</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	39
4.2.3 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750	40
4.2.3.1 Analisis Ragam (ANOVA) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750	40
4.2.3.2 Uji Tukey/ <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750.....	42
4.2.3.3 <i>Effect Size</i> dan <i>Power Test</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750	43
4.2.4 Hasil Simulasi Data dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500	44
4.2.4.1 Analisis Ragam (ANOVA) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500	44
4.2.4.2 Uji Tukey/ <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD) Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500.....	45

4.2.4.3	<i>Effect Size</i> dan <i>Power Test</i> Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500	46
4.3	Perbandingan Ukuran Sampel dengan <i>Power Test</i> yang Telah Ditentukan Sebesar 0,8 atau 80%	48

V. KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	57
-----	------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. <i>Layout</i> Data pada Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	13
2. Analisis Ragam (ANOVA) Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ulangan Sama.....	15
3. Hasil Simulasi Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	27
4. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	28
5. Hasil Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	30
6. Hasil <i>Effect Size</i> Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6	31
7. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 6.....	32
8. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	33
9. Hasil Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	34
10. Hasil <i>Effect Size</i> Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225	35
11. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 225....	36
12. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	37

13. Hasil Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	38
14. Hasil <i>Effect Size</i> Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240	39
15. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 240....	39
16. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750.....	41
17. Hasil Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750	42
18. Hasil <i>Effect Size</i> Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750	43
19. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 750....	43
20. Hasil Analisis Ragam (ANOVA) Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500.....	45
21. Hasil Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500	46
22. Hasil <i>Effect Size</i> Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500	47
23. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Data Simulasi Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ukuran Sampel Sebanyak 1500..	47
24. Hasil Ukuran Sampel ANOVA dan Uji Tukey dengan <i>Power Test</i> yang Telah Ditentukan Sebesar 0,8 atau 80%	49
25. Hasil Efisiensi Relatif Ukuran Sampel ANOVA dan Uji Tukey dengan <i>Power Test</i> yang Telah Ditentukan Sebesar 0,8 atau 80%	51
26. Hasil <i>Power Test</i> ANOVA dan <i>Power Test</i> Uji Tukey Berbagai Ukuran Sampel Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Mean Sebesar 0.2, 0.4, 0.7 dan Ragam Sebesar 1	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Nilai <i>Power Test</i> Berbagai Ukuran Sampel Data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Mean Sebesar 0.2, 0.4, 0.7 dan Ragam Sebesar 1 ..56	

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Penentuan seberapa besar ukuran sampel yang diperlukan seringkali menjadi permasalahan dalam melakukan suatu penelitian, misalnya dalam penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penentuan ukuran sampel merupakan tindakan memilih jumlah pengamatan atau ulangan untuk dimasukkan dalam sampel statistik. Menurut Harlan (2017), penentuan ukuran sampel adalah langkah penting dalam perancangan studi untuk menjamin tercapainya tujuan penelitian secara kuantitatif.

Sampel yang besar terkadang sulit dikendalikan, membutuhkan biaya yang tinggi, serta memerlukan waktu yang panjang dalam pengumpulan dan pengolahan datanya. Namun demikian, generalisasi yang diperoleh akan lebih tinggi kekuatannya. Begitupula sebaliknya, sampel yang kecil memiliki beberapa keuntungan, seperti biaya yang diperlukan relatif lebih kecil dan lebih mudah pengumpulan serta pengolahan datanya. Namun demikian, sampel yang lebih kecil memiliki kesalahan sampling (*sampling error*) yang lebih besar dan daya generalisasinya lebih kecil (Soeratno & Arsyad, 1995).

Dalam menentukan ukuran sampel, tidak selalu memberikan *power test* (kekuatan uji statistik) yang cukup untuk beberapa metode perbandingan ganda yang biasanya dilakukan setelah uji signifikansi analisis ragam. Para peneliti biasanya melakukan penelitian dengan mengharapkan *power test (desired power)* sebesar 70% atau 80% untuk menemukan perbedaan yang signifikan antar sampel (Brooks & Johanson, 2011). Dengan demikian, analisis *power test* (probabilitas untuk menolak hipotesis nol ketika hipotesis nol salah) akan menentukan berapa banyak sampel yang dibutuhkan agar mendapatkan *power* yang besar.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan jenis rancangan percobaan yang paling sederhana di antara rancangan-rancangan percobaan yang baku (Hinkelmann, 2012). Rancangan Acak Lengkap (RAL) memiliki banyak kelebihan, diantaranya tidak terdapat pembatasan dalam hal banyaknya perlakuan ataupun banyaknya ulangan dalam perlakuan serta analisis data yang mudah dilakukan. Dalam melakukan suatu penelitian dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) apabila data telah memenuhi asumsi dan terdapat pengaruh yang signifikan antar perlakuan, maka dapat dilakukan uji lanjutan (perbandingan perlakuan) untuk mengetahui perlakuan mana yang signifikan/berpengaruh nyata. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan perbandingan perlakuan adalah perbandingan ganda. Ada beberapa uji perbandingan ganda dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD), uji Beda Nyata Terkecil (BNT)/*Least Significant Difference* (HSD), uji *Student-Newman-Keuls* (SNK), uji *Duncan's New Multiple Range* (DNMR), uji Dunnett, uji Bonferroni, dan uji Scheffe (Nugroho, 2008).

Uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) adalah uji yang umumnya direkomendasikan dalam penelitian. Penelitian menunjukkan bahwa uji ini mempunyai *power* yang lebih besar daripada pengujian perbandingan ganda lainnya (Psy, 2020). Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis pengaruh ukuran sampel dengan melihat nilai *power test* pada metode perbandingan ganda uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh ukuran sampel dengan melihat *power test* pada analisis ragam (ANOVA) dan *power test* pada uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL).

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah informasi tentang pengaruh ukuran sampel pada metode perbandingan ganda uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL).
2. Mengetahui pengaruh *power test* dan *effect size* terhadap ukuran sampel.

3. Sebagai salah satu referensi dalam menentukan ukuran sampel yang sesuai untuk mendapatkan nilai *power test* yang besar pada penelitian dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampel

Dalam melakukan suatu penelitian, seringkali kita tidak dapat mengamati seluruh individu dalam suatu populasi. Hal ini dapat dikarenakan jumlah populasi yang sangat besar, cakupan wilayah penelitian yang luas, dan keterbatasan biaya penelitian. Menurut Furqon (2004), sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki dalam suatu populasi. Pemilihan sampel dengan metode yang tepat dapat menggambarkan kondisi populasi sesungguhnya yang akurat dan dapat menghemat biaya penelitian secara efektif. Idealnya, sampel haruslah benar-benar menggambarkan atau mewakili karakteristik populasi yang sebenarnya.

Menurut Harlan (2017), beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan ukuran sampel dalam suatu penelitian antara lain yaitu:

1. Ukuran sampel tidak dihitung sebagai persentase tertentu terhadap ukuran populasi.
2. Tidak ada rumus ukuran sampel yang sederhana dan berlaku secara universal untuk setiap rancangan studi.

3. Tiap rancangan studi umumnya memiliki rumus perhitungan ukuran sampel yang berbeda.
4. Tidak semua rancangan studi memiliki rumus perhitungan ukuran sampel yang sederhana dan mudah diaplikasikan.

Perhitungan ukuran sampel untuk uji hipotesis merupakan salah satu metode dalam perhitungan ukuran sampel. Ukuran sampel yang dimaksud adalah ukuran sampel minimum yang dibutuhkan untuk melaksanakan uji hipotesis pada tingkat signifikansi tertentu dengan *power* yang dispesifikasikan. Perhitungan ukuran sampel untuk uji hipotesis ini harus dilakukan pada setiap studi analitik dengan uji hipotesis sebelum pengumpulan data dan pelaksanaan penelitian dimulai (Harlan, 2017).

Nilai-nilai yang perlu dispesifikasikan pada perhitungan ukuran sampel untuk uji hipotesis adalah sebagai berikut (Harlan, 2017):

1. Tingkat signifikansi (kesalahan tipe I) uji hipotesis. Dianjurkan menggunakan $\alpha = 0,05$.
2. *Power* uji hipotesis ($1 - \beta$) atau kesalahan tipe II. Umumnya dipilih *power* sebesar 80%.
3. Variansi sebaran nol dan sebaran alternatif. Umumnya diasumsikan sama untuk kedua sebaran ($\sigma_0 = \sigma_1 = \sigma$).

2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan merupakan rangkaian kegiatan berupa pemikiran dan tindakan yang dipersiapkan secara kritis dan seksama mengenai berbagai aspek yang dipertimbangkan dan sedapat mungkin diupayakan dapat diselenggarakan dalam suatu percobaan dalam rangka menemukan suatu pengetahuan baru (Hanafiah, 2003). Menurut Harjosuwono, dkk. (2011), rancangan percobaan adalah suatu pola atau prosedur yang dipergunakan untuk mengumpulkan atau memperoleh data dalam penelitian. Upaya untuk mendeteksi perbedaan-perbedaan nyata antar rataan perlakuan harus digunakan rancangan percobaan yang paling sensitif, yaitu rancangan yang memiliki kesalahan percobaan yang paling kecil (Nugroho, 2008). Dalam merancang suatu penelitian, peneliti sering melakukan kontrol terhadap pengaruh-pengaruh tertentu seperti perlakuan, populasi, dan kombinasi perlakuan. Oleh karena itu, rancangan percobaan digunakan sehingga dapat memainkan peranan penting dalam proses pengembangan dan proses mencari dan memecahkan kesulitan guna meningkatkan penelitian.

Suatu rancangan percobaan memiliki beberapa unsur yang sangat berpengaruh terhadap hasil percobaan (Mattjik & Sumertajaya, 2006). Unsur-unsur tersebut antara lain:

1. Satuan percobaan

Satuan percobaan adalah satuan terkecil dalam suatu percobaan yang diberikan suatu perlakuan. Satuan terkecil ini dapat berupa petak lahan,

individu, sekelompok ternak, dan sebagainya, tergantung percobaan yang sedang dilakukan.

2. Perlakuan

Perlakuan merupakan suatu prosedur atau metode yang diterapkan pada satuan percobaan. Umumnya perlakuan ini merupakan faktor yang ingin diselidiki dalam suatu percobaan.

3. Satuan amatan

Satuan amatan adalah gugus dari satuan percobaan tempat, dimana respon perlakuan diukur. Satuan amatan ini merupakan bagian yang nantinya akan diamati responnya terhadap perlakuan yang diberikan.

4. Galat

Galat percobaan berguna untuk menguji ada atau tidaknya pengaruh perlakuan atau menguji asal perlakuan dari populasi yang sama atau tidak.

Rancangan percobaan dikatakan sah atau valid jika memenuhi tiga prinsip dasar, yaitu sebagai berikut:

1. Ulangan

Ulangan adalah diterapkannya suatu perlakuan terhadap lebih dari satu satuan percobaan. Pengulangan dilakukan dengan maksud untuk menduga ragam dari galat percobaan, menduga galat baku dari rata-rata perlakuan, meningkatkan ketepatan percobaan, dan memperluas presisi kesimpulan percobaan, yaitu melalui pemilihan dan penggunaan satuan-satuan percobaan yang lebih bervariasi.

2. Pengacakan

Pengacakan adalah penerapan perlakuan kepada satuan percobaan, sehingga setiap satuan percobaan mempunyai peluang yang sama untuk menerima suatu perlakuan. Pengacakan perlakuan pada satuan percobaan dapat dilakukan dengan menggunakan tabel bilangan acak, sistem lotere, atau dengan bantuan *software* komputer (Harjosuwono, dkk., 2011).

3. Pengelompokan

Pengelompokan adalah teknik yang digunakan untuk meningkatkan ketelitian percobaan. Pengelompokan dilakukan apabila terdapat sumber keragaman lain selain perlakuan yang dapat diketahui dan pengaruhnya dapat diperkirakan sehingga dapat dikeluarkan dari galat percobaan.

2.3 Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan jenis rancangan percobaan yang paling sederhana di antara rancangan-rancangan percobaan yang baku (Hinkelmann, 2012). Rancangan ini digunakan dengan menerapkan perlakuan kepada seluruh satuan percobaan secara acak untuk menghindari bias. Rancangan Acak Lengkap (RAL) baik diterapkan pada percobaan dengan satuan percobaan yang homogen dimana keragaman antar satuan percobaan sangat kecil dan pengelompokan satuan percobaan kedalam kelompok tidak efisien dan tidak memberi arti. Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan dengan faktor tunggal. Faktor ini paling sedikit terdiri dari tiga taraf. Tiap taraf disebut dengan perlakuan. Rancangan ini disebut juga desain acak sempurna karena

selain perlakuan semua variabel yang berpengaruh dapat dikendalikan (Sarmanu, 2017). Di dalam percobaan dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL), setiap perlakuan sedikitnya diulang sebanyak dua kali (Cortina & Nouri, 2012). Satuan percobaan yang digunakan dalam percobaan disyaratkan homogen. Penempatan perlakuan kedalam satuan percobaan dilakukan secara acak lengkap, artinya setiap satuan percobaan memiliki peluang yang sama untuk memperoleh perlakuan.

Menurut Lentner & Bishop (1986), terdapat keuntungan dan kerugian dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Keuntungan dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) antara lain:

1. Pelaksanaannya mudah, artinya tidak terdapat pembatasan dalam hal banyaknya perlakuan ataupun banyaknya ulangan dalam perlakuan.
2. Analisis data mudah, artinya Rancangan Acak Lengkap (RAL) sangat mudah dianalisis bahkan dengan ulangan setiap perlakuan yang tidak sama.
3. Derajat bebas yang diberikan adalah maksimum untuk pendugaan galat percobaan.

Kerugian dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) antara lain:

1. Tingkat presisi percobaan mungkin tidak memuaskan, kecuali satuan percobaan benar-benar homogen.
2. Hanya sesuai untuk jumlah perlakuan yang tidak terlalu banyak.

3. Pengulangan percobaan mungkin tidak konsisten (lemah) apabila satuan percobaan tidak benar-benar homogen, terutama apabila jumlah ulangannya relatif sedikit.

2.3.1 Model Linear Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Menurut Lentner & Bishop (1986), bentuk umum model linear untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan yang sama dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad ; i = 1, 2, \dots, t \text{ dan } j = 1, 2, \dots, r \quad (2.1)$$

dengan:

Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ = rata-rata umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke- $i = \mu_i - \mu$

ε_{ij} = penyimpangan pengamatan ke- ij dari rata-rata perlakuan (komponen galat)

μ_i = model rata-rata perlakuan ke- i

Sebelum melakukan proses analisis data hasil pengamatan, terlebih dahulu perlu dirumuskan hipotesis agar jelas maksud dan tujuan percobaan dilakukan. Bentuk hipotesis yang diuji untuk model nilai tengah Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

H_1 : paling sedikit satu μ_i berbeda dengan lainnya

Bentuk hipotesis yang diuji untuk model pengaruh perlakuan tetap Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah:

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

H_1 : paling sedikit satu τ_i berbeda dengan lainnya

Hipotesis tersebut dirumuskan untuk menguji bahwa tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati. Dengan kata lain, rata-rata setiap perlakuan dalam suatu percobaan adalah sama (Montgomery, 1997).

2.3.2 Asumsi Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Menurut Ryan (2007), asumsi-asumsi yang digunakan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan model pengaruh perlakuan tetap adalah:

1. μ adalah konstanta tetap untuk semua perlakuan pengamatan.

2. $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$

ε_{ij} menyebar mengikuti sebaran normal dan saling bebas dengan nilai rata-rata 0, serta ragam σ_ε^2 .

3. $\sum_{i=1}^t \tau_i = 0$.

2.3.3 Layout Data pada Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Pengacakan dilakukan agar analisis data yang dilakukan menjadi valid.

Pengacakan dapat dilakukan dengan menggunakan undian atau angka acak.

Misalkan terdapat t perlakuan yang akan dicobakan dan masing-masing perlakuan diulang dengan perulangan yang sama yaitu r kali, sehingga terdapat tr satuan

percobaan dengan hasil undian atau angka acak yang diperoleh perlakuan-perlakuan tersebut ditempatkan pada satuan percobaan tersebut.

Menurut Lentner & Bishop (1986), data hasil percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 1. *Layout* Data pada Rancangan Acak Lengkap (RAL)

	Pengamatan/Ulangan						Total Perlakuan	Rataan Perlakuan	
		1	2	...	J	...			R
Perlakuan	1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1j}	...	Y_{1r}	Y_1	\bar{Y}_1
	2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2j}	...	Y_{2r}	Y_2	\bar{Y}_2

	I	Y_{i1}	Y_{i2}	...	Y_{ij}	...	Y_{ir}	Y_i	\bar{Y}_i

	T	Y_{t1}	Y_{t2}	...	Y_{tj}	...	Y_{tr}	Y_t	\bar{Y}_t
Total Ulangan		Y_1	Y_2	...	Y_j	...	Y_r	$Y_{..}$	\bar{Y}

2.4 Analisis Ragam (ANOVA) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Analisis ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) adalah suatu uji yang dapat digunakan untuk menganalisis perbedaan lebih dari dua kelompok independen.

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) terbentuk dari perlakuan dan galat.

Sebagai konsekuensinya, analisis ragam (ANOVA) untuk Rancangan Acak

Lengkap (RAL) hanya mencantumkan suatu sumber keragaman perlakuan dan galat.

Untuk melakukan analisis ragam dari suatu Rancangan Acak Lengkap (RAL) diperlukan langkah-langkah sebagai berikut (Harjosuwono, dkk., 2011):

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(T_{ij})^2}{(r \times t)} \quad (2.2)$$

dengan:

T_{ij} = jumlah total data

r = jumlah ulangan

t = jumlah perlakuan

2. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\begin{aligned} JKT &= T(Y_{ij}^2) - FK \\ &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} Y_{ij}^2 - FK \end{aligned} \quad (2.3)$$

dengan:

$T(Y_{ij})$ = jumlah total data untuk setiap perlakuan pada setiap ulangan

Y_{ij} = data untuk setiap perlakuan pada setiap ulangan

FK = faktor koreksi

3. Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(T_s)^2}{r} - FK \\ &= \sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r_i} - FK \end{aligned} \quad (2.4)$$

dengan:

T_s = jumlah data untuk setiap perlakuan,

r = jumlah ulangan.

4. Menghitung Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP \quad (2.5)$$

5. Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{t-1} \quad (2.6)$$

6. Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{t(r-1)} \quad (2.7)$$

7. Menghitung nilai F

$$F = \frac{KTP}{KTG} \quad (2.8)$$

8. Menyimpulkan hasil analisis

Setelah dilakukan perhitungan di atas, akan didapatkan tabel analisis ragam (ANOVA) untuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Ragam (ANOVA) Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Ulangan Sama

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hitung}	F_{α}
Perlakuan	$t - 1$	JKP	KTP	KTP/KTG	$F_{\alpha(t-1),t(r-1)}$
Galat	$t(r - 1)$	JKG	KTG		
Total	$tr - 1$	JKT			

Setelah diperoleh nilai F_{hitung} , selanjutnya nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai F_{α} pada tabel titik kritis sebaran F pada taraf signifikansi tertentu. Langkah untuk menentukan nilai $F_{\alpha(v_1, v_2)}$ pada tabel dapat dilakukan dengan mencari tabel F dengan α yang telah ditentukan sebelumnya, umumnya nilai $\alpha = 0,05$ atau $\alpha = 0,01$. Apabila nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang diinterpretasikan signifikan, berarti perlakuan memberikan pengaruh yang

nyata terhadap respon yang diamati. Sebaliknya, jika nilai F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang diinterpretasikan tidak signifikan, berarti perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap respon yang diamati.

2.5 Perbandingan Ganda

Analisis ragam (ANOVA) hanya memberikan informasi dasar tentang pengaruh perlakuan, yaitu bahwa ada atau tidak adanya pengaruh perlakuan. Bila pengaruh perlakuan signifikan (nyata), tidak ada informasi mengenai perlakuan mana yang benar-benar memberi pengaruh. Perbandingan ganda merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan perbandingan perlakuan. Perbandingan ganda digunakan untuk menilai pengaruh macam-macam perlakuan dan mengetahui adanya perbedaan atau persamaan antar dua variabel dari populasi yang sama. Hal-hal yang perlu diketahui dalam analisis perbandingan ganda yaitu sebagai berikut (Susilawati, 2015):

1. Jika dalam pengujian H_0 pada uji analisis ragam (ANOVA) tidak ditolak, maka telah dapat diambil kesimpulan dan pengujian dapat dihentikan dengan kesimpulan semua rata-rata relatif sama.
2. Jika dalam pengujian analisis ragam (ANOVA) H_0 ditolak, untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya yaitu melihat rata-rata populasi mana yang benar-benar berbeda maka dilakukan uji menggunakan analisis perbandingan ganda.

3. Syarat dapat dilakukannya pengujian perbandingan ganda ini adalah jumlah level faktornya (perlakuan) lebih dari dua.

Terdapat beberapa uji perbandingan ganda yang dapat digunakan dalam melakukan penelitian, yaitu uji Beda Nyata Terkecil (BNT)/*Least Significant Difference* (LSD), uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD), uji *Student-Newman-Keuls* (SNK), uji *Duncan's New Multiple Range* (DNMR), uji Dunnett, uji Bonferroni, dan uji Scheffe (Nugroho, 2008). Di dalam penelitian ini yang akan dibahas lebih lanjut adalah uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) sebagai metode perbandingan ganda yang akan digunakan.

Uji Tukey atau disebut juga sebagai uji Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) diperkenalkan oleh Tukey (1953). Uji Tukey merupakan suatu uji yang digunakan untuk membandingkan seluruh pasangan rata-rata perlakuan setelah uji analisis ragam (ANOVA) dilakukan. Uji Tukey menghitung nilai kritis baru yang dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah perbedaan antar perlakuan adalah signifikan. Nilai kritis sedikit berbeda karena melibatkan perbedaan rata-rata yang harus dilampaui untuk mencapai signifikansi. Uji ini hanya menghitung satu nilai kritis dan selisih antara semua kemungkinan pasangan perlakuan. Setiap perbedaan kemudian dibandingkan dengan nilai kritis Tukey. Jika selisihnya lebih besar dari nilai kritis Tukey, maka perbandingannya signifikan (Psy, 2020). Uji Tukey digunakan apabila ukuran sampel yang sama

pada setiap perlakuan (*equal*). Berbeda dengan uji Tukey-Kramer yang digunakan ketika ukuran sampel tidak sama (*unequal*).

Langkah-langkah dalam melakukan analisis uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) adalah sebagai berikut:

a. Menghitung nilai Tukey

Adapun langkah-langkah untuk menghitung nilai Tukey adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai Kuadrat Tengah Galat (KTG) dan derajat bebasnya yang diperoleh dari tabel ANOVA.
2. Menentukan nilai kritis dari tabel *Studentized Range*

$$HSD_{\alpha} = q_{\alpha;t;db\ galat} \sqrt{\frac{KTG}{r}} \quad (2.9)$$

dengan $q_{\alpha;t;db\ galat}$ adalah nilai pada distribusi *studentized range* dengan taraf signifikansi α , banyak perlakuan t , banyak ulangan r , dan derajat bebas galat (db_{galat}).

3. Kriteria pengujian

Jika nilai selisih mutlak lebih besar dari HSD_{α} ($|\mu_i - \mu_j| \geq HSD_{\alpha}$), pada taraf signifikan rendah umumnya 5%, maka tolak H_0 (uji tersebut berbeda nyata). Jika nilai selisih mutlak lebih kecil atau sama dengan HSD_{α} ($|\mu_i - \mu_j| \leq HSD_{\alpha}$), pada taraf signifikan rendah umumnya 5%, maka terima H_0 (uji tersebut tidak berbeda nyata).

- b. Mengurutkan nilai rata-rata perlakuan dari kecil ke besar atau sebaliknya.
- c. Menghitung perbedaan di antara rata-rata perlakuan untuk menentukan rata-rata perlakuan yang sama dan berbeda dengan memberikan notasi

huruf pada nilai rata-rata tersebut. Setelah prosedur perbandingan selesai, maka kriteria pengujiannya yaitu jika ($|\mu_i - \mu_j| \geq HSD_\alpha$) dengan hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka perlakuan dengan μ_i memiliki perbedaan terhadap perlakuan dengan μ_j . Dengan selang kepercayaan $(1 - \alpha)100\%$ adalah: $|\mu_i - \mu_j| \pm HSD_\alpha$.

Uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) merupakan uji yang umumnya direkomendasikan dalam penelitian. Penelitian menunjukkan bahwa uji ini mempunyai *power* yang lebih besar daripada pengujian perbandingan ganda lainnya (Psy, 2020). *Power* uji Tukey bergantung pada asumsi bahwa semua kemungkinan pasangan perbandingan telah ditentukan. Untuk memaksimalkan *power* uji Tukey diperlukan pemeriksaan perbandingan perlakuan bahkan ketika ANOVA secara keseluruhan tidak signifikan (Ramsey & Ramsey, 2008).

2.6 *Effect Size*

Effect size merupakan ukuran mengenai besarnya efek suatu variabel pada variabel lain atau besarnya perbedaan maupun hubungan yang bebas dari pengaruh besarnya sampel (Olejnik & Algina, 2000). Variabel-variabel yang terkait biasanya berupa variabel respon (variabel independen) dan variabel hasil (variabel dependen). *Effect size* umumnya tidak diketahui dan sulit ditebak, juga memerlukan pertimbangan berbagai faktor seperti kekuatan manipulasi variabel dan variabilitas dalam ukuran dependen (Lipsey, 1990). Walaupun rumit,

penentuan *effect size* merupakan hal terpenting dalam melakukan analisis *power test*. *Effect size* dibutuhkan karena signifikansi statistik tidak memberikan informasi yang cukup berarti, terkait dengan besarnya perbedaan atau korelasi. Signifikansi statistik hanya menggambarkan besarnya kemungkinan munculnya statistik dengan nilai tertentu dalam suatu distribusi (Olejnik & Algina, 2000). Besarnya *effect size* akan menentukan besarnya sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Menurut Cohen (1988), acuan mengenai besarnya *effect size* yaitu 0.1 untuk *effect size* yang kecil, 0.25 untuk *effect size* yang sedang, dan 0.4 untuk *effect size* yang besar. Namun demikian, acuan ini merupakan acuan sementara jika belum ada penelitian sebelumnya dalam bidang yang diteliti.

Untuk menentukan *effect size* (Δ) digunakan rumus sebagai berikut (Cohen, 1988):

$$\Delta = \frac{\sigma_{\mu}}{\sigma} \quad (2.10)$$

dimana,

$$\sigma_{\mu} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^t (\mu_i - \mu)^2}{t}} \quad (2.11)$$

dengan:

Δ = *effect size*

σ_{μ} = standar deviasi antar rata-rata (*mean*)

σ = standar deviasi umum

μ_i = rata-rata (*mean*) antar perlakuan i

μ = rata-rata umum

t = jumlah perlakuan (grup).

2.7 Power Test

Dalam statistik, kesalahan tipe II yang dilambangkan dengan β (beta) merupakan kemungkinan (probabilitas) jangka panjang sebuah penelitian gagal menolak hipotesis nol ketika hipotesis nol tidak benar. Sedangkan *power test* atau kekuatan uji statistik (kuasa uji) adalah kemungkinan (probabilitas) menolak hipotesis nol yang salah atau merupakan kontrol terhadap kesalahan tipe II (*false negative*) yang dilambangkan dengan $1 - \beta$. *Power test* ini merupakan aspek penting dalam melakukan suatu penelitian. *Power* memungkinkan peneliti untuk menentukan ukuran sampel yang diperlukan untuk merancang suatu penelitian dengan probabilitas optimal untuk menolak hipotesis nol yang salah (Aberson, 2015).

Sebelum melakukan suatu penelitian, peneliti harus melakukan analisis *power* untuk memperkirakan jumlah observasi yang diperlukan agar memiliki peluang yang baik untuk mendeteksi efek yang ingin dicari. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan biaya dan waktu dalam melakukan suatu penelitian (David, 2018). Sebagian besar penelitian memberikan toleransi 20% terjadinya kesalahan tipe II, sehingga penelitian-penelitian tersebut memiliki *power* sebesar 80% (*desired power*) (Cohen, 1988). Hal ini berarti dalam pengambilan data yang dilakukan berkali-kali dengan batas tidak terhingga, terdapat kemungkinan 80% atau lebih untuk menyimpulkan bahwa suatu efek tidak ada, ketika efek tersebut memang tidak ada.

Secara umum, antara signifikansi (α) dan *power* ($1 - \beta$) memiliki hubungan yang positif. Signifikansi atau kesalahan tipe I yang disimbolkan dengan α (alfa) merupakan probabilitas jangka panjang sebuah penelitian menolak hipotesis nol ketika hipotesis nol benar. Sebagian besar penelitian memberikan toleransi 5% ($\alpha = 0,05$) terhadap terjadinya kesalahan tipe I (*false positives*). Hal ini berarti dalam pengambilan data yang dilakukan berkali-kali dengan batas tidak terhingga, terdapat kemungkinan 5% atau kurang bahwa efek yang ditemukan dalam observasi sebenarnya tidak ada.

Menurut Osmena (2010), sebelum menghitung nilai *power* dengan t perlakuan (grup) diperlukan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \text{ dengan } i \neq j$$

dengan μ_i adalah rata-rata (*mean*) dari perlakuan (grup) i dan t adalah jumlah perlakuan (grup).

Pengujian diasumsikan memiliki sebaran normal dengan $N \geq t + 1$ dan $r_i \geq 1$ dimana N adalah jumlah seluruh sampel dan r_i adalah ulangan (ukuran sampel setiap i perlakuan). Oleh karena itu, rumus *power* adalah sebagai berikut (Osmena, 2010):

$$Power = P(F(t - 1, N - t, \lambda) \geq F_{1-\alpha}(t - 1, N - t)) \quad (2.12)$$

dimana,

$$\lambda = \Delta^2 r(t) \quad (2.13)$$

dengan,

$$\Delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^t \frac{1}{t} (\mu_i - \mu)^2}}{\sigma} \quad (2.14)$$

Dengan substitusi Persamaan 2.14 kedalam Persamaan 2.13 didapatkan,

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^t \frac{1}{t} (\mu_i - \mu)^2}{\sigma^2} rt \quad (2.15)$$

karena $rt = N$ sehingga,

$$\lambda = N \left(\frac{\sum_{i=1}^t \frac{1}{t} (\mu_i - \mu)^2}{\sigma^2} \right) \quad (2.16)$$

dengan:

Δ = *effect size*

λ = parameter nonsentral

σ = standar deviasi umum

μ_i = rata-rata (*mean*) antar perlakuan i

μ = rata-rata umum

N = jumlah seluruh sampel

r = jumlah ulangan (ukuran sampel tiap perlakuan)

t = jumlah perlakuan (grup).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2020/2021 bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data simulasi yang dibangkitkan dengan menggunakan *software* R-Studio. Data yang dibangkitkan adalah data Rancangan Acak Lengkap (RAL) berukuran 6 sampel dengan 3 perlakuan dan 2 ulangan. Data dibangkitkan dengan sebaran normal dengan pengulangan sebanyak 100 kali menggunakan nilai mean sebesar 0.2, 0.4, 0.7, ragam sebesar 1, dan taraf signifikansi sebesar 0,05.

3.3 Metode Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi data Rancangan Acak Lengkap (RAL) berukuran 6 sampel dengan 3 perlakuan dan 2 ulangan. Perlakuan diasumsikan sebagai grup dan ulangan diasumsikan sebagai sampel tiap perlakuan (grup), sehingga terdapat 3 grup (perlakuan) dengan jumlah 2 sampel tiap grup (ulangan). Grup 1 dibangkitkan dengan sebaran normal menggunakan mean 0.2 dan ragam 1, grup 2 dibangkitkan dengan sebaran normal menggunakan mean 0.4 dan ragam 1, dan grup 3 dibangkitkan dengan sebaran normal menggunakan mean 0.7 dan ragam 1. Data dibangkitkan dengan pengulangan sebanyak 100 kali dengan taraf signifikansi 0,05.

Untuk mendapatkan data Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 2 ulangan dibangkitkan berdasarkan model linear yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad ; i = 1,2,3 \text{ dan } j = 1,2$$

dengan:

$$\sum_{i=1}^3 \tau_i = 0 \text{ dan } \mu = 0.4333$$

Simulasi perlakuan 1 : ε_{11} menyebar normal, mean 0.2, dan ragam 1

ε_{12} menyebar normal, mean 0.2, dan ragam 1

Simulasi perlakuan 2 : ε_{21} menyebar normal, mean 0.4, dan ragam 1

ε_{22} menyebar normal, mean 0.4, dan ragam 1

Simulasi perlakuan 3 : ε_{31} menyebar normal, mean 0.7, dan ragam 1

ε_{32} menyebar normal, mean 0.7, dan ragam 1

2. Melakukan analisis perbandingan perlakuan dengan metode perbandingan ganda uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) dengan taraf signifikansi 0,05.
3. Menentukan nilai *effect size* data hasil simulasi.
4. Melakukan analisis *power test* ANOVA dan *power test* uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) data hasil simulasi.
Apabila belum mencapai *power test* yang diinginkan (*desired power*) sebesar 0,8 atau 80%, maka akan dilakukan simulasi data kembali dengan ukuran sampel yang berbeda hingga mendapat ukuran sampel dengan *power test* sebesar 0,8 atau 80%.
5. Melakukan analisis perhitungan ukuran sampel dengan *power test* ANOVA dan *power test* uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) yang telah ditentukan sebesar 0,8 atau 80% menggunakan mean yang bervariasi antara 0 sampai 0,8.
6. Membandingkan hasil ukuran sampel data hasil simulasi menggunakan *power test* ANOVA dan *power test* uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) yang belum ditentukan dengan hasil ukuran sampel apabila *power test* ANOVA dan *power test* uji Tukey/Beda Nyata Jujur (BNJ)/*Honestly Significant Difference* (HSD) telah ditentukan sebesar 0,8 atau 80%.
7. Menarik kesimpulan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, semakin besar ukuran sampel yang digunakan dalam penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), akan menghasilkan nilai *power test* ANOVA dan nilai *power test* perbandingan uji Tukey yang semakin besar. Untuk menentukan ukuran sampel, tidak hanya melihat nilai *power test* pada ANOVA saja, tetapi harus melihat nilai *power test* pada perbandingan uji Tukey, karena nilai *power test* yang besar pada ANOVA tidak menjamin nilai *power test* yang besar pada perbandingan perlakuan yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis perhitungan ukuran sampel yang telah dilakukan, memperlihatkan bahwa hasil perkiraan ukuran sampel yang dibutuhkan ANOVA dan perbandingan uji Tukey untuk mencapai nilai *power test* sebesar 0,8 atau 80% menggunakan nilai mean 0.2, 0.4, 0.7, dan ragam 1 hampir serupa dengan hasil perkiraan ukuran sampel yang dibutuhkan ANOVA dan perbandingan uji Tukey menggunakan nilai mean 0, 0.2, 0.5, dan ragam 1 yaitu 234 sampel untuk ANOVA, 1512 sampel untuk perbandingan uji Tukey P1 vs P2, 660 sampel untuk perbandingan uji Tukey P2 vs P3, dan 249 sampel untuk perbandingan uji Tukey P1 vs P3. Hal ini dapat disimpulkan bahwa ukuran sampel tidak tergantung pada nilai mean, namun nilai mean mempengaruhi nilai *effect size* yang akan digunakan dalam perhitungan *power test*. Untuk mendapatkan *power test* yang besar (*desired power*) sebesar 0,8

atau 80%, nilai *effect size* harus kecil dengan ukuran sampel yang besar.

Sebaliknya, apabila nilai *effect size* besar, ukuran sampel harus kecil. Namun

apabila nilai *effect size* besar dan jumlah ukuran sampel besar maka akan

menghasilkan nilai *power test* yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberson, C.L. 2015. *Statistical Power Analysis*. Wiley, New York.
- Brooks, G. & Johanson, G. 2011. Sample Size Considerations for Multiple Comparison Procedures in ANOVA. *Modern Applied Statistical Methods*. **10**(1): 97-109.
- Charles, Z. 2020. Power of Tukey HSD Test. Real Statistics Using Excel. 22 Desember 2020. <https://www.real-statistics.com/one-way-analysis-of-variance-anova/power-tukey-hsd-test/>. Diakses pada 4 Januari 2021.
- Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd Edition. Lawrence Erlbaum Associates, New York.
- Cortina, J. & Nouri, H. 2012. *Effect Size for ANOVA Designs*. Sage Publications Inc., New Jersey.
- David, L. 2018. Power Analysis in R. RPubS by RStudio. 11 Agustus 2018. <https://rpubs.com/davidtnly/411707>. Diakses pada 4 Januari 2021.
- Furqon. 2004. *Statistika Terapan untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- Hanafiah, K.A. 2003. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Harjosuwono, B.A., Arnata, I.W., & Puspawati, G.A.K.D. 2011. *Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi SPSS, dan Excel*. Lintas Kata Publishing, Malang.

- Harlan, J. 2017. *Perhitungan Ukuran Sampel, Power, dan Ukuran Efek*. Gunadarma, Depok.
- Herawati, N., Setiawan E., & Nisa, K. 2018. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi SAS*. Pusaka Media, Bandar Lampung.
- Hinkelmann, K. 2012. *Design and Analysis of Experiments: Special Designs and Applications*. 3rd Edition. John Wiley & Sons, Canada.
- Lentner, M. & Bishop, T. 1986. *Experimental Design and Analysis*. Valey Book Company, Blacksburg.
- Lipsey, M.W. 1990. *Design Sensitivity: Statistical Power for Experimental Research*. Sage Publications Inc., Newbury Park.
- Mattjik, A.A. & Sumertajaya, I.M. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. IPB Press, Bogor.
- Montgomery, D.C. 1997. *Design and Analysis of Experiments*. 5th Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Nugroho, S. 2008. *Dasar-Dasar Rancangan Percobaan*. UNIB Press, Bengkulu.
- Olejnik, S. & Algina, J. 2000. Measures of Effect Size for Comparative Studies: Applications, Interpretations, and Limitations. *Contemporary Educational Psychology*. **25**(3): 241-286.
- Osmena, P. 2010. *Statistical Power Analysis Using SAS and R*. California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- Psy, N. 2020. Post Hoc Tests. *Univariate Quantitative Methods*. 521-621.
- Rahmawati, A.S. & Erina, R. 2020. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Uji ANOVA Dua Jalur. *Jurnal Pendidikan Fisika*. **4**(1): 54-62.

Ramsey, P.H. & Ramsey, P.P. 2008. Power of Pairwise Comparisons in the Equal Variance and Unequal Sample Size Case. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*. **61**: 115-131.

Ryan, T.P. 2007. *Modern Experimental Design*. Wiley, Canada.

Sarmanu. 2017. *Dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Statistika*. Airlangga University Press, Surabaya.

Soeratno & Arsyad, L. 1995. *Metodologi Penelitian*. UPP AMP YKPN, Yogyakarta.

Steel, G.D. & Torrey, H. 1981. *Principle and Procedures of Statistics A Biometrical Approach*. 2nd Edition. McGraww-Hill, London.

Susilawati, M. 2015. *Perancangan Percobaan*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana, Bali.