

**ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN ACAK KELOMPOK  
LENGKAP PARAMETRIK DENGAN NONPARAMETRIK UJI  
PERMUTASI**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**HESTY KHUSWATUN**



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

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS COMPARISON OF COMPLETELY RANDOMIZED BLOCK DESIGN PARAMETRIC WITH NONPARAMETRIC PERMUTATION TEST**

**By**

**HESTY KHUSWATUN**

Completely Randomized Block Design (CRBD) is one of the most widely used designs in statistical analysis. Methods that can be used in CRBD are parametric and nonparametric methods. Although the parametric F test (ANOVA) method is quite effective, sometimes it is not effective if the necessary assumptions are not met. Permutation test is a nonparametric method that does not require many assumptions. This study aims to analyzing the comparison of the parametric CRBD F test with the nonparametric Permutation test of simulation data generated with normal and uniform distribution errors. After being analyzed, the best test method on simulation data generated using normally distributed errors is the parametric method F test, while the Permutation test is better for simulation data generated using uniformly distributed errors.

**Key words:** CRBD, F test (ANOVA), Permutation test, type 1 error, power test

## ABSTRAK

### ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN ACAK KELOMPOK LENGKAP PARAMETRIK DENGAN NONPARAMETRIK UJI PERMUTASI

Oleh

HESTY KHUSWATUN

Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) adalah salah satu rancangan yang paling banyak digunakan dalam analisis statistik. Metode yang dapat digunakan pada RAKL yaitu metode parametrik dan nonparametrik. Meskipun metode parametrik uji  $F$  (ANOVA) cukup efektif, terkadang ini tidak efektif jika asumsi yang diperlukan tidak terpenuhi. Uji Permutasi merupakan salah satu metode nonparametrik yang tidak memerlukan banyak asumsi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan RAKL parametrik uji  $F$  dengan nonparametrik uji Permutasi data simulasi yang dibangkitkan dengan galat berdistribusi normal dan uniform. Setelah dianalisis didapat metode pengujian terbaik pada data simulasi yang dibangkitkan menggunakan galat berdistribusi normal adalah metode parametrik uji  $F$ , sedangkan uji Permutasi lebih baik untuk data simulasi yang dibangkitkan menggunakan galat berdistribusi uniform.

**Kata Kunci:** RAKL, uji  $F$  (ANOVA), uji Permutasi, kesalahan tipe 1, *power test*.

**ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN ACAK KELOMPOK  
LENGKAP PARAMETRIK DENGAN NONPARAMETRIK UJI  
PERMUTASI**

**Oleh**

**Hesty Khuswatun**

**Skripsi**

**Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi : **ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN  
ACAK KELOMPOK LENGKAP  
PARAMETRIK DENGAN  
NONPARAMETRIK UJI PERMUTASI**

Nama Mahasiswa : **Hesty Khuswatun**

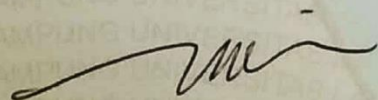
Nomor Pokok Mahasiswa : 1717031029

Program Studi : Matematika

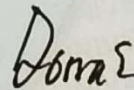
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

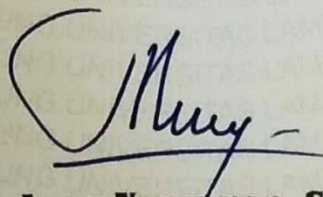


**Ir. Netti Herawati, M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19650125 199003 2 001



**Dra. Dorrah Azis, M.Si.**  
NIP 19610128 198811 2 001

2. Ketua Jurusan Matematika



**Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.**  
NIP 19740316 200501 1 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

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

Sekretaris

: **Dra. Dorrah Azis, M.Si.** .....

Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.** .....

### 2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.**

NP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **09 Agustus 2021**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Hesty Khuswatun**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717031029**

Judul : **ANALISIS PERBANDINGAN RANCANGAN  
ACAK KELOMPOK LENGKAP  
PARAMETRIK DENGAN  
NONPARAMETRIK UJI PERMUTASI**

Jurusan : **Matematika**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, bukan hasil orang lain, dan semua hasil tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya 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, 09 Agustus 2021  
Penulis



Hesty Khuswatun  
1717031029

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Hesty Khuswatun yang dilahirkan di Gisting, Tanggamus pada tanggal 01 Juni 1999, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, oleh pasangan Bapak Kawan Heldian dan Ibu Jaitun.

Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah (MI) diselesaikan di MIN Purwodadi, Tanggamus pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Gisting, Tanggamus pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Sumberejo, Tanggamus pada tahun 2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Matematika FMIPA Unila melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Statistika Nonparametrik, asisten Metodologi Penelitian, dan asisten praktikum Rancangan Percobaan, serta aktif dalam organisasi kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA) FMIPA Unila. Pada Januari 2020, penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di Badan Pusat Statistik (BPS) Tanggamus. Pada Juli 2020, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gisting Atas, Tanggamus selama 40 hari sebagai salah satu bentuk pengabdian mahasiswa dan menjalankan Tri Dharma perguruan Tinggi.



## **KATA INSPIRASI**

*Beraniilah dalam berkata “Tidak” untuk dirimu sendiri.*

*Hidup kamu yang jalani, syukuri dan nikmati . Jangan terlalu mendengarkan perkataan orang lain sebab, mereka hanya melihat tentang keburukanmu, dan kamu hanya perlu menjadi lebih baik dari sebelumnya hingga perkataan buruk itu menjadi kunci kesuksesan untuk dirimu.*

*“Jika kamu menginginkan untuk hidup dalam kehidupan yang bahagia maka gantungkan itu pada sebuah tujuan, bukan pada orang lain atau benda-benda”*

*(Albert Einstein)*

*“Apabila sesuatu yang kau senangi tidak terjadi maka senangilah apa yang terjadi”*

*(Ali Bin Abi Thalib)*

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan mengharapkan rahmat dan keridhaan Allah SWT, ku persembahkan karya sederhana ini kepada*

### ***Bapak dan Ibu Tercinta***

*Ketika dunia menutup pintunya, Bapak dan Ibu membuka lengannya untuk saya. Ketika orang-orang menutup telinga mereka, Bapak dan Ibu membuka hatinya untuk saya. Doa dan keringat yang tak pernah henti dilakukan. Terima kasih telah menjadi orang tua yang sempurna.*

### ***Kakak Tercinta***

*Hidup menjadi begitu mudah dan lancar ketika memiliki Kakak yang lebih memahami saya dari pada diri saya sendiri. Terima kasih atas semua cinta, nasehat dan motivasi yang telah diberikan kepada saya.*

### ***Dosen Pembimbing dan Penguji***

*Yang senantiasa meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, dan ilmu yang berharga kepada saya.*

***Almamater Tercinta Universitas Lampung***

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “**Analisis Perbandingan Rancangan Acak Kelompok Lengkap Parametrik dengan Nonparametrik Uji Permutasi**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Netti Herawati, M.Sc, Ph.D. selaku dosen pembimbing satu sekaligus dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan, bantuan, dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku dosen pembimbing dua atas kesediannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Drs. Mustofa MA, Ph.D. selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung

5. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
7. Bapak, Ibu dan Masma serta keluarga besar yang selalu memberikan semangat, dukungan, baik moril maupun materil, serta doa yang tak pernah berhenti kepada penulis.
8. Sahabat tercinta, Fani, Lina dan Tresya yang telah menyediakan pundak untuk menangis dan memberi bantuan.
9. Ropiudin yang selalu memberikan perasaan bahagia, perasaan semangat, dan mengajarkan rasa sabar pada penulis.
10. Teman seperbimbingan yang selalu membantu dalam hal apapun selama menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman Jurusan Matematika dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna penelitian selanjutnya agar lebih baik.

Bandar Lampung, 09 Agustus 2021  
Penulis

Hesty Khuswatun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Inferensia .....	5
2.1.1 Statistika Parametrik .....	6
2.1.2 Statistika Nonparametrik .....	6
2.2 Rancangan Percobaan .....	7
2.3 Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) .....	8
2.4 Uji $F$ atau Analisis Ragam (ANOVA) dalam RAKL .....	9
2.4.1 Model Linear dan Analisis Ragam untuk RAKL .....	9
2.4.2 Tabel ANOVA pada RAKL .....	14
2.5 Transformasi Data .....	15
2.6 Uji Permutasi .....	17
2.7 <i>Power Test</i> .....	19
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Data Penelitian .....	20
3.3 Prosedur Simulasi Data .....	21
3.4 Metode Penelitian .....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Uji Asumsi RAKL Data Sekunder .....	24
4.2 Transformasi Data Sekunder Hasil Panen Kapas .....	27
4.3 Hasil Analisis Uji $F$ dan Uji Permutasi Data Sekunder .....	30
4.4 Hasil Simulasi .....	32
4.4.1 Hasil Simulasi <i>Power Test</i> $H_0$ Uji $F$ dengan Uji Permutasi untuk Galat Berdistribusi Normal $\varepsilon \sim N(0, 4)$ dan Uniform $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ ..	32

4.4.2 Hasil Simulasi *Power Test* Uji  $F$  dengan Uji Permutasi untuk Galat Berdistribusi Normal  $\varepsilon \sim N(0, 4)$  dan Uniform  $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$  .. 33

## **V. KESIMPULAN**

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Data Pengamatan untuk RAKL.....	9
2.2 ANOVA untuk RAKL .....	14
4.1 Hasil Uji Asumsi Normalitas Data Hasil Panen Gabah dan Hasil Panen Kapas.....	25
4.2 Hasil Uji Asumsi Homogenitas Data Hasil Panen Gabah dan Hasil Panen Kapas .....	25
4.3 Hasil Uji Asumsi Aditifitas Data Hasil Panen Gabah dan Data Hasil Panen Kapas .....	26
4.4 Hasil Uji Asumsi Normalitas Transformasi Data Hasil Panen Kapas .....	28
4.5 Hasil Uji Asumsi Homogenitas Transformasi Data Hasil Panen Kapas .....	29
4.6 Hasil Uji Asumsi Aditifitas Transformasi Data Hasil Panen Kapas .....	29
4.7 Perbandingan Hasil <i>P-value</i> Analisis Uji <i>F</i> dan Uji Permutasi .....	30
4.8 $H_0$ Uji <i>F</i> dengan Uji Permutasi untuk Galat Berdistribusi Normal $\varepsilon \sim N(0, 4)$ dan Uniform $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ .....	32
4.9 Perbandingan <i>Power Test</i> Hipotesis 1 dan 2 Uji <i>F</i> dengan Uji Permutasi untuk Galat Berdistribusi Normal $\varepsilon \sim N(0, 4)$ .....	33
4.10 Perbandingan <i>Power Test</i> Hipotesis 1 dan 2 Uji <i>F</i> dengan Uji Permutasi untuk Galat Berdistribusi Uniform $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4.1 Perbandingan plot histogram dan P-P plot data hasil panen gabah dan hasil panen kapas.....	24
4.2 Perbandingan plot sebaran data hasil panen gabah dan hasil panen kapas .....	27
4.3 Plot histogram dan P-P plot transformasi data hasil panen kapas.....	28
4.4 Plot sebaran transformasi data hasil panen kapas .....	30
4.5 Perbandingan <i>power test</i> hipotesis 1 uji $F$ dengan uji Permutasi untuk galat berdistribusi normal $\varepsilon \sim N(0, 4)$ .....	34
4.6 Perbandingan <i>power test</i> hipotesis 2 uji $F$ dengan uji Permutasi untuk galat berdistribusi normal $\varepsilon \sim N(0, 4)$ .....	35
4.7 Perbandingan <i>power test</i> hipotesis 1 uji $F$ dengan uji Permutasi untuk galat berdistribusi uniform $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ .....	38
4.8 Perbandingan <i>power test</i> hipotesis 2 uji $F$ dengan uji Permutasi untuk galat berdistribusi uniform $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ .....	39



## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang dan Masalah**

Statistika merupakan salah satu cabang matematika yang berkaitan dengan pengumpulan data, pengolahan data, penyajian data, analisis data, dan pengambilan keputusan. Sehingga statistika sangat dibutuhkan dalam hal pengambilan keputusan untuk menentukan arah kebijakan strategis suatu kinerja. Pengambilan keputusan dalam dunia statistik diambil atas dasar hasil analisis dan interpretasi data (Harini & Turmudi, 2010).

Menurut Mattjik & Sumertajaya (2000), sebelum adanya pengambilan keputusan dalam kegiatan statistik perlu dilakukan pengumpulan data. Rancangan percobaan merupakan suatu rancangan yang menjadi dasar pengambilan data sebuah penelitian. Salah satu aspek utama rancangan percobaan adalah mengenai efisiensi. Terdapat beberapa rancangan percobaan yang dapat diterapkan dalam sebuah percobaan, sehingga ketepatan pemilihan rancangan akan membawa pada analisa obyektif demi tercapainya tujuan percobaan. Salah satu metode rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL).

RAKL adalah salah satu rancangan yang paling banyak digunakan dalam analisis statistik. Juga memiliki berbagai aplikasi di bidang pertanian, kedokteran hewan, penelitian medis dan lain-lain. Menurut Mawati, Nugroho, & Rizal (2013), RAKL merupakan suatu rancangan acak terbatas dengan mula-mula mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup-grup yang homogen, dinamakan kelompok (*block*), dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam kelompok-kelompok tersebut.

Terdapat dua metode statistika yang dapat digunakan dalam mengestimasi data RAKL, yaitu metode statistika parametrik dan nonparametrik. Metode statistika parametrik dilakukan apabila semua asumsi parametrik terpenuhi, jika terdapat asumsi yang tidak terpenuhi maka dilakukan transformasi data. Uji  $F$  atau analisis ragam (ANOVA) adalah uji yang paling sering digunakan dalam metode ini. Sedangkan metode statistika nonparametrik dapat dilakukan tanpa memenuhi asumsi parametrik.

Uji Permutasi merupakan salah satu metode nonparametrik yang tidak memerlukan banyak asumsi, misalnya data berdistribusi normal atau berdistribusi tertentu. Uji ini jarang ditemui dan dilakukan karena biasanya uji yang sering diterapkan pada beberapa model adalah uji  $t$ . Prinsip dasar pengujian ini adalah membangkitkan distribusi koefisien di bawah hipotesis nol dengan pengambilan contoh berulang dari data yang ada (Good, 2005). Selanjutnya dihitung nilai  $P$ -value yang akan dibandingkan dengan taraf nyata dan ini berguna untuk

mengambil keputusan terhadap hipotesis yang telah dibuat sehingga diketahui peubah yang signifikan.

Berdasarkan uraian tersebut peneliti tertarik untuk menganalisis perbandingan RAKL parametrik uji  $F$  dengan nonparametrik uji Permutasi pada data simulasi dengan galat yang dibangkitkan menggunakan distribusi normal dan uniform.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengkaji perbandingan pengujian metode parametrik uji  $F$  dengan nonparametrik uji Permutasi.
2. Untuk menentukan metode terbaik pada prosedur pengujian parametrik uji  $F$  dengan nonparametrik uji Permutasi data simulasi yang dibangkitkan dengan galat berdistribusi normal dan uniform.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui perbandingan metode pengujian dengan metode parametrik uji  $F$  dan nonparametrik uji Permutasi, serta mempelajari prosedur pengujian dari kedua metode.

2. Mendapatkan hasil yang nantinya dapat dimanfaatkan atau digunakan dalam penelitian lain yang berhubungan dengan perbandingan metode pengujian dengan metode parametrik uji  $F$  dan nonparametrik uji Permutasi.
3. Menambah ilmu pengetahuan, pengenalan, dan pemahaman dari informasi atau fakta yang terjadi dalam penelitian ini.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Statistika Inferensia**

Statistika inferensia atau statistika induktif adalah statistika yang menggunakan data pada suatu sampel untuk menjelaskan atau menarik kesimpulan mengenai populasi dari mana sampel tersebut diambil (Mawati, Nugroho, & Rizal, 2013). Pengambilan kesimpulan mengenai keseluruhan populasi berdasarkan data yang ada dari sampel, kesimpulan ini membutuhkan asumsi dimana terdapat beberapa persyaratan atau kondisi-kondisi tertentu yang harus dipenuhi.

Komponen-komponen penting dalam statistika inferensia, yaitu membuat dugaan tentang parameter populasi dan menguji hipotesis tentang karakteristik populasi. Terdapat dua macam teknik statistika inferensia yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis penelitian, yaitu statistika parametrik dan statistika nonparametrik. Kedua jenis statistik ini bekerja menggunakan data sampel, dan pengambilan sampelnya harus dilakukan secara acak. Perbedaan dalam kedua statistik ini yaitu pada pemenuhan suatu persyaratan atau asumsi.

### **2.1.1 Statistika Parametrik**

Statistika parametrik adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data interval atau rasio, yang diambil dari populasi yang berdistribusi normal (Sugiyono, 2001). Sesuai dengan namanya yaitu statistika parametrik maka parameter merupakan komponen penting dalam pengujiannya, dimana parameter adalah suatu indikator dari suatu distribusi hasil pengukuran. Indikator dari distribusi pengukuran berdasarkan statistika parametrik digunakan untuk menjadi parameter bagi sebaran normal

### **2.1.2 Statistika Nonparametrik**

Statistika nonparametrik adalah kebalikan dari statistika parametrik. Metode statistik nonparametrik tidak menetapkan syarat-syarat tertentu tentang bentuk sebaran parameter populasinya. Menurut Nugroho (2008), statistika dapat dikatakan nonparametrik apabila memenuhi paling sedikit satu kriteria sebagai berikut:

1. Metode ini digunakan untuk data pengamatan dengan skala nominal.
2. Metode ini digunakan untuk data pengamatan dengan skala ordinal.

Metode ini dapat digunakan pada data dengan skala pengukuran interval atau rasio, dimana fungsi sebaran peubah acak yang menghasilkan data tak diketahui atau diketahui kecuali untuk sebanyak tak hingga parametrik yang tak diketahui.

## 2.2 Rancangan Percobaan

Percobaan adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk menemukan beberapa prinsip atau pengaruh yang belum diketahui serta untuk menguji, menguatkan, atau menjelaskan beberapa pendapat atau kebenaran yang diketahui atau diduga sebelumnya. Menurut Hanafiah (2011), rancangan percobaan (experimental design) adalah pola atau tata cara penerapan tindakan-tindakan (perlakuan dan nonperlakuan) dalam suatu percobaan pada kondisi/lingkungan tertentu yang kemudian menjadi dasar penataan dan metode analisis statistik terhadap data hasilnya.

Tujuan yang ingin dicapai dari rancangan percobaan adalah untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi yang sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penyelidikan persoalan yang akan dibahas. Dalam mencapai tujuan ini perlu dipertimbangkan faktor-faktor kendala dalam melaksanakan percobaan. Untuk itu, suatu rancangan percobaan yang baik harus bersifat sebagai berikut:

1. Efektif, yaitu sesuai dengan tujuan dan kegunaan percobaan.
2. Efisien, yaitu memiliki ketepatan tinggi, tetapi hemat waktu, biaya, tenaga dan bahan percobaan.
3. Sederhana, yaitu mudah diselenggarakan dan dianalisis.

Menurut Mattjik & Sumertajaya (2000), istilah dalam suatu rancangan percobaan yang perlu diketahui adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan (Treatment)

Perlakuan merupakan suatu prosedur atau metode yang diterapkan pada unit percobaan. Prosedur atau metode yang diterapkan dapat berupa pemberian pupuk dengan jenis yang berbeda, dosis pemupukan yang berbeda, jenis varietas yang berbeda, jenis pakan yang berbeda atau kombinasi dari semua taraf-teraf beberapa faktor.

2. Unit Percobaan

Unit percobaan adalah unit terkecil dalam suatu percobaan yang diberi suatu perlakuan. Unit terkecil ini bisa berupa petak lahan, individu, sekandang ternak dan lain-lain tergantung dari bidang penelitian yang sedang dipelajari.

3. Unit Amatan

Unit amatan adalah anak gugus dari unit percobaan dimana respon perlakuan diukur

### **2.3 Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)**

Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) merupakan salah satu metode dari rancangan percobaan. Rancangan ini terjadi apabila kelompok dari satuan percobaan terdapat  $t$  perlakuan, yang muncul dalam jumlah yang sama dan sejumlah  $t$  perlakuan tersebut ditempatkan secara acak pada tiap kelompok (*block*). RAKL sangat baik digunakan jika dalam satu kelompok bersifat homogen dan antar kelompok bersifat heterogen. Apabila dalam setiap percobaan terdapat perbedaan, maka dalam percobaan tersebut ada faktor lain yang



berpengaruh pada besarnya respon. Pengaruh tersebut dapat ditentukan dan digunakan dalam formasi kelompok-kelompok tersebut.

Tabel 2.1. Data Pengamatan untuk RAKL

Kelompok	Perlakuan				Total Kelompok
	1	2	...	$t$	
1	$Y_{11}$	$Y_{21}$	...	$Y_{t1}$	$Y_{.1}$
2	$Y_{12}$	$Y_{22}$	...	$Y_{t2}$	$Y_{.2}$
...	...	...	...	...	...
$b$	$Y_{1b}$	$Y_{2b}$	...	$Y_{tb}$	$Y_{.b}$
Total Perlakuan	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	...	$Y_{t.}$	$Y_{..}$

## 2.4 Uji $F$ atau Analisis Ragam (ANOVA) dalam RAKL

### 2.4.1 Model Linier dan Analisis Ragam untuk RAKL

Menurut Mawati, Nugroho, & Rizal (2013), model adalah sesuatu yang dibuat untuk menirukan keadaan yang sesungguhnya dalam kehidupan. Model terbagi dua yaitu model matematis dan model statistik. Model RAKL ini termasuk model statistik, dan merupakan pengembangan sederhana dari Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan komponen tambahan yaitu pengelompokan atau pemblokkan. Total variasi pada RAKL, dibagi menjadi tiga yaitu variasi pemblokkan, variasi perlakuan, dan variasi galat.

Model pada RAKL dikatakan linier karena pangkat parameternya satu. Model linier RAKL dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, b \quad (2.1)$$

dengan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

$\mu$  = rata-rata umum

$\tau_i$  = pengaruh perlakuan ke-i

$\beta_j$  = pengaruh kelompok ke-j

$\varepsilon_{ij}$  = pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke-i, kelompok ke-j

Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi agar simpulan valid, untuk model pengaruh tetap adalah

1.  $\varepsilon_{ij}$  menyebar bebas identik menurut sebaran Normal  $(0, \sigma_\varepsilon^2)$  untuk tiap i dan j.
2. Selain itu harus terpenuhinya asumsi bahwa  $\sum_i \tau_i = 0$  dan  $\sum_j \beta_j = 0$ .

Menurut Dean & Voss (1999), asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis ragam sebagai berikut:

1. Normalitas (Kenormalan Galat)

Normalitas berarti nilai galat dalam setiap perlakuan (kelompok) yang terkait dengan nilai pengamatan harus terdistribusi secara normal.

2. Homogenitas (Kehomogenan Ragam)

Asumsi lain yang mendasari statistika parametrik adalah kehomogenan ragam atau asumsi homogenitas. Homogenitas berarti bahwa ragam dari nilai galat bersifat konstan. Asumsi homogenitas mensyaratkan bahwa distribusi galat untuk masing-masing perlakuan atau kelompok harus memiliki ragam yang sama.

### 3. Independensi (Kebebasan Galat)

Nilai galat dan data setiap pengamatan satuan percobaan harus saling bebas, baik di dalam perlakuan itu sendiri (*within group*) atau diantara perlakuan (*between group*). Apabila kondisi ini tidak terpenuhi, akan sulit untuk mendeteksi perbedaan nyata yang mungkin ada.

### 4. Pengaruh Aditifitas

Pengaruh dari faktor perlakuan dan lingkungan bersifat aditif, maksudnya tinggi rendahnya respons semata-mata akibat dari pengaruh penambahan perlakuan dan atau kelompok.

Seluruh asumsi harus terpenuhi agar bisa dilakukannya pengujian secara parametrik, apabila terdapat asumsi yang tidak terpenuhi maka dapat melakukan transformasi data atau dengan menggunakan pengujian secara nonparametrik.

Dari model linier pada persamaan (2.1), dapat dicari penduga sampel bagi masing-masing parameter dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, sehingga diperoleh penduga parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat galat.

$$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j \quad (2.2)$$

sehingga diperoleh,

$$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij}^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j)^2 \quad (2.3)$$

misalkan

$$Q = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij}^2 = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j)^2 \quad (2.4)$$

untuk mencari penduga  $\mu$ ,  $Q$  diturunkan terhadap  $\mu$ , sehingga diperoleh:

$$\frac{\partial Q}{\partial \mu} = -2 \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j)^2 \quad (2.5)$$

$$\hat{\mu} = \frac{1}{bt} \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b Y_{ij}$$

$$\hat{\mu} = \bar{Y} \quad (2.6)$$

untuk mencari penduga  $\tau_i$ ,  $Q$  diturunkan terhadap  $\tau_i$ , sehingga diperoleh persamaan:

$$\frac{\partial Q}{\partial \tau_i} = -2 \sum_{j=1}^b (Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j) \quad (2.7)$$

$$\hat{\tau}_i = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^b Y_{ij} - \frac{b}{b} \hat{\mu}$$

$$\hat{\tau}_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..} \quad (2.8)$$

untuk mencari penduga  $\beta_j$ ,  $Q$  diturunkan terhadap  $\beta_j$ , sehingga diperoleh:

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_j} = -2 \sum_{i=1}^t (Y_{ij} - \mu - \tau_i - \beta_j) \quad (2.9)$$

$$\hat{\beta}_j = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_{ij} - \hat{\mu}$$

$$\hat{\beta}_j = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} \quad (2.10)$$

sisanya adalah

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij} &= \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..} - (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) - (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) \\ &= \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..} \\ &= \bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..} \end{aligned} \quad (2.11)$$

selanjutnya, model diganti dengan penduganya

$$\bar{Y}_{ij} = \bar{Y}_{..} + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})$$

$$\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..} = (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}) \quad (2.12)$$

karena nilai  $A, B$ , dan  $C$  adalah 0, sehingga diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2 \\ &\quad + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2 \\ &= b \sum_{i=1}^t (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2 \\ &\quad + \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2 \end{aligned} \quad (2.13)$$

sehingga diperoleh suatu hubungan persamaan analisis ragam (ANOVA):

$$JK[Total] = JK[Perlakuan] + JK[Blok] + JK[Galat] \quad (2.14)$$

## 2.4.2 Tabel ANOVA pada RAKL

Tabel 2.2. ANOVA untuk RAKL

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	NHKT Model Tetap	F
Kelompok	$b - 1$	JKK	KTK	$\sigma_{\varepsilon}^2 + \frac{t}{b-1} \sum_{j=1}^b \beta_j^2$	$F_K = \frac{KTK}{KTG}$
Perlakuan	$t - 1$	JKP	KTP	$\sigma_{\varepsilon}^2 + \frac{b}{t-1} \sum_{i=1}^t \tau_i^2$	$F_P = \frac{KTP}{KTG}$
Galat	$(b - 1)(t - 1)$	JKG	KTG	$\sigma_{\varepsilon}^2$	
Total	$bt - 1$	JKT			

Apabila asumsi model tetap ini terpenuhi maka tahapan dilanjutkan dengan pengujian hipotesis, pembuatan selang kepercayaan, serta perbandingan. Untuk model tetap digunakan hipotesis

Kelompok

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b$$

$H_1$  : paling sedikit satu  $\beta_j$  berbeda dengan lainnya

Perlakuan

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

$H_1$  : paling sedikit satu  $\tau_i$  berbeda dengan lainnya

Setelah menentukan hipotesis, selanjutnya dilakukan pengujian pada taraf uji  $\alpha$ , uji yang digunakan adalah uji  $F$  dimana pengujian ini berasal dari rasio atau hasil pembagian antara:

$$KTK = \frac{JKK}{b-1} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2}{b-1} \quad (2.15)$$

$$KTP = \frac{JKP}{t-1} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2}{t-1} \quad (2.16)$$

$$KTG = \frac{JKG}{(t-1)(b-1)} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2}{(t-1)(b-1)} \quad (2.17)$$

Berdasarkan rumusan di atas dapat dilihat bahwa Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) berdistribusi Kai-kuadrat dengan derajat bebas  $(t-1)$  dan untuk Kuadrat Tengah Galat (KTG) juga berdistribusi Kai-kuadrat dengan derajat bebas  $(b-1)(t-1)$ . Hasil pembagian atau rasio dari KTP dan KTG ini menjadi

berdistribusi  $F$ . Sehingga diperoleh statistik uji untuk Rancangan Acak Kelompok Lengkap, dengan rumusan sebagai berikut:

$$F_K = \frac{KTK}{KTG} \quad (2.18)$$

$$F_P = \frac{KTP}{KTG} \quad (2.19)$$

Setelah diperoleh nilai  $F$  selanjutnya nilai tersebut dibandingkan dengan nilai  $F$  tabel dengan derajat bebas  $(b - 1), (b - 1)(t - 1)$  untuk kelompok dan  $(t - 1), (b - 1)(t - 1)$  untuk perlakuan.

## 2.5 Transformasi Data

Transformasi data adalah upaya yang dilakukan dengan tujuan utama untuk mengubah skala pengukuran data asli menjadi bentuk lain sehingga data dapat memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari analisis ragam (Hidayat, 2013).

Tujuan dilakukannya transformasi data adalah:

1. Mengubah data menjadi skala yang berbeda
2. Meningkatkan kecocokan data dengan asumsi yang mendasari pada proses pemodelan
3. Melinearisasikan hubungan antara 2 variabel yang hubungannya tidak linear
4. Memodifikasi rentang nilai dari suatu variable
5. Mengetahui distribusi dari suatu data
6. Memudahkan interpretabilitas
7. Menormalkan suatu data

Terdapat tiga macam transformasi data yang paling umum digunakan

1. Transformasi logaritma

Untuk data yang simpangan bakunya sebanding dengan rata-rata atau data kelipatan. Jika nilai yang digunakan cukup kecil (kurang dari 10), maka gunakan transformasi  $\log(X_i + 1)$ , jika tidak, gunakan transformasi  $\log X_i$

2. Transformasi akar kuadrat

Untuk data bilangan bulat kecil, seperti data yang diperoleh dari menghitung kejadian yang jarang. Jika nilai yang digunakan cukup kecil (kurang dari 10), terutama angka 0 gunakan transformasi  $\sqrt{X_i + 0.5}$ , jika tidak, gunakan transformasi  $\sqrt{X_i}$ .

3. Transformasi arc sin

Disebut juga transformasi sudut, untuk data perbandingan yang diperoleh dengan penghitungan, juga untuk data yang dinyatakan sebagai decimal atau persentase, dengan kisaran 0-100%

## 2.6 Uji Permutasi

Menurut Setiawan & Mutaqin (2008), uji Permutasi adalah metode pengambilan contoh berulang (resampling) yang bertujuan membentuk sebaran yang mendasari uji statistik di bawah hipotesis nol yang kemudian dapat digunakan untuk menghitung nilai *P-value* sebagai nilai pembanding pada kriteria penolakan hipotesis nol. Uji ini adalah salah satu uji alternatif jika asumsi kenormalan data tidak terpenuhi. Uji Permutasi adalah suatu teknik statistik yang menggunakan komputer secara intensif yang diperkenalkan oleh R.A Fisher pada tahun 1930.



Ide dasarnya bebas dari asumsi-asumsi matematika yaitu tidak memperhatikan sebaran yang mendasarinya. Uji ini layak digunakan untuk semua sebaran, baik sebaran normal ataupun sebaran yang jauh dari asumsi kenormalan

Uji permutasi termasuk dalam metode nonparamaterik sehingga berbeda dengan pengujian statistik konvensional yang mengasumsikan sebaran hipotesis nol dengan beberapa teori sebaran. Metode ini membentuk sebaran hipotesis nol dengan sebaran empiris yang dihasilkan melalui resampling dari sampel data yang ada.

Uji Permutasi memiliki beberapa kelebihan menurut uji parametrik dan nonparametrik. Salah satu kelebihan dari uji Permutasi, tidak memerlukan asumsi tentang sampel yang diambil dari distribusi populasi uji parametrik tersebut. Kelebihan lain dari uji Permutasi adalah bahwa nilai-nilai nyata digunakan sebagai pengganti jumlah peringkat data. Pengaturan data sama dengan uji Friedman, yaitu memiliki perlakuan  $t$  dalam  $b$  kelompok dari RAKL.

Algoritma untuk menghitung nilai  $P$ -value menggunakan pendekatan uji Permutasi dapat diberikan seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Menghitung nilai  $F$ -statistik untuk data asli
2. Menggabungkan jumlah data kelompok dan perlakuan untuk mengambil sampel permutasi secara acak sebanyak  $N$  kali
3. Menghitung  $F$ -statistik untuk masing-masing sampel hasil replikasi permutasi

4. Biarkan nilai  $F$ -statistik replika hasil permutasi ini menjadi  $F_1^*, F_2^*, \dots, F_N^*$
5. Hitung nilai  $P$ -value sebagai berikut

$$P\text{-value} = \frac{\sum(F_i^* \geq F\text{-statistik})}{N} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

6. Mengambil keputusan. Tolak  $H_0$  jika  $P\text{-value} < \alpha$

Kemungkinan jumlah replikasi permutasi data untuk ANOVA yang memiliki  $t$  perlakuan dan  $b$  kelompok dapat dihitung dengan persamaan  $(bt)!/[b! (t!)^b]$  (Anderson, 2001). Oleh karena itu uji Permutasi memiliki beberapa keterbatasan. Ketika jumlah kemungkinan replikasi permutasi sangat tinggi, uji Permutasi membutuhkan waktu komputer yang cukup lama (Anderson & Robinson, 2001).

## 2.7 Power Test

*Power test* merupakan salah satu hal terpenting dalam rancangan percobaan. Kesalahan tipe I atau alfa ( $\alpha$ ) adalah probabilitas untuk menolak hipotesis nol padahal benar, dengan kata lain pengujian membuat kesalahan. Ketika uji hipotesis tidak menolak hipotesis nol padahal salah, maka kesalahan tipe II atau beta ( $\beta$ ) telah dibuat. *Power test* adalah probabilitas untuk menolak hipotesis nol jika salah, dengan kata lain pengujian tidak membuat kesalahan tipe II.. Jadi *power test* didefinisikan sebagai berikut:

$$Power = 1 - P(\beta) = P(\text{menolak } H_0 \text{ saat } H_0 \text{ salah}) \quad (2.19)$$

Menghitung *power test* yaitu dengan cara menghitung banyaknya tolak  $H_0$  pada kondisi  $H_0$  salah dibagi dengan ulangan. Semakin kecil alfa semakin kecil

kemungkinan hipotesis nol akan ditolak. Saat alfa meningkat, beta menurun, maka *power* meningkat, dan sebaliknya. Suatu uji dikatakan baik apabila memiliki nilai alfa yang rendah dan *power* yang tinggi. Sebelum menghitung *power* sebaiknya dilakukan pendugaan alfa untuk mengetahui apakah metode yang akan dibandingkan benar-benar akurat atau tidak. Untuk menduga *power*, maka data dibangkitkan pada kondisi  $H_0$  salah.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

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

#### 3.2 Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data simulasi dan data sekunder. Pada data simulasi, data dibangkitkan menggunakan *software* R. Data simulasi ini digunakan sebagai pembanding data sekunder.

Pada data sekunder berupa data RAKL yang diperoleh dari penelitian Lalmohan Bhar dengan judul "*Outlier in Design Experiment*", yaitu antara lain:

1. Data hasil panen gabah (kwintal) tiap petak (4.00 m x 1.80 m) dengan perlakuan lima taraf tingkatan Fosfor yang berbeda dan empat ulangan di Crop Research Centre (Bhar, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk melihat tingkat Fosfor yang berbeda dan Bakteri Pelarut Fosfat pada produktivitas urd.

2. Data hasil panen kapas (kg) tiap petak dengan perlakuan enam taraf pupuk lahan pertanian (FYM) dan empat pengelompokan replika lahan (Bhar, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk melihat respon hasil panen tanaman kapas yang berkaitan dengan dekomposisi organik dan kandungan sintesis pupuk dalam tanah.

### 3.3 Prosedur Simulasi Data

Dalam simulasi ini data RAKL dibangkitkan secara acak, kemudian diasumsikan sebagai berikut:

1. Data dibangkitkan dengan galat berdistribusi normal  $\varepsilon \sim N(0, 4)$ , terdiri dari 4 kelompok dan 5 perlakuan. Nilai parameter yang digunakan dalam simulasi ini yaitu:

$$\mu = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$$

$$\beta_0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0)', \beta_1 = (0 \ -1 \ 1 \ 0)', \beta_2 = (0 \ -2 \ 2 \ 0)', \beta_3 = (0 \ -3 \ 3 \ 0)', \beta_4 = (0 \ -4 \ 4 \ 0)',$$

$$\beta_5 = (0 \ -5 \ 5 \ 0)', \beta_6 = (0 \ -6 \ 6 \ 0)'$$

$$\tau_0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)', \tau_1 = (0 \ 1 \ 0 \ -1 \ 0)', \tau_2 = (0 \ 2 \ 0 \ -2 \ 0)', \tau_3 = (0 \ 3 \ 0 \ -3 \ 0)',$$

$$\tau_4 = (0 \ 4 \ 0 \ -4 \ 0)', \tau_5 = (0 \ 5 \ 0 \ -5 \ 0)', \tau_6 = (0 \ 6 \ 0 \ -6 \ 0)'$$

2. Data dibangkitkan dengan galat berdistribusi uniform  $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$ , terdiri dari 4 kelompok dan 6 perlakuan. Nilai parameter yang digunakan dalam simulasi ini yaitu:

$$\mu = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$$

$$\beta_0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0)', \beta_1 = (0 \ -0.2 \ 0.2 \ 0)', \beta_2 = (0 \ -0.4 \ 0.4 \ 0)', \beta_3 = (0 \ -0.8 \ 0.8 \ 0)',$$

$$\beta_4 = (0 \ -1 \ 1 \ 0)', \beta_5 = (0 \ -1.2 \ 1.2 \ 0)', \beta_6 = (0 \ -1.4 \ 1.4 \ 0)'$$

$$\begin{aligned}\tau_0 &= (0\ 0\ 0\ 0\ 0)^\prime, \tau_1 = (0\ 0.2\ 0\ -0.2\ 0)^\prime, \tau_2 = (0\ 0.4\ 0\ -0.4\ 0)^\prime, \\ \tau_3 &= (0\ 0.8\ 0\ -0.8\ 0)^\prime, \tau_4 = (0\ 1\ 0\ -1\ 0)^\prime, \tau_5 = (0\ 1.2\ 0\ -1.2\ 0)^\prime, \\ \tau_6 &= (0\ 1.4\ 0\ -1.4\ 0)^\prime.\end{aligned}$$

### 3.4 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan rancangan acak kelompok lengkap parametrik dengan nonparametrik uji Permutasi. Data diolah dengan menggunakan *software* R. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan uji asumsi untuk data sekunder
2. Menganalisis secara parametrik dengan menggunakan uji  $F$  (ANOVA) bagi data yang sudah memenuhi asumsi, yang kemudian dicatat nilai  $P$ -value yang nantinya dibandingkan dengan nilai  $P$ -value uji Permutasi
3. Melakukan transformasi data bagi data yang tidak memenuhi asumsi. Kemudian dilakukan uji asumsi kembali, jika data transformasi sudah memenuhi asumsi maka dapat dilakukan analisis parametrik menggunakan uji  $F$  (ANOVA)
4. Menganalisis secara nonparametrik dengan uji Permutasi untuk data yang memenuhi asumsi maupun tidak memenuhi asumsi, yaitu dengan cara menggabungkan jumlah data kelompok dan perlakuan untuk mengambil kelompok dan perlakuan sampel permutasi secara acak, kemudian menghitung  $F$ -statistik hasil replikasi permutasi tersebut dengan diulang

sebanyak  $N$  kali, biarkan nilai  $F$ -statistik replika hasil permutasi ini menjadi

$$F_1^*, F_2^*, \dots, F_N^*, \text{ yang kemudian didapat } P\text{-value} = \frac{\sum(F_i^* \geq F\text{-statistik})}{N}.$$

5. Membandingkan hasil  $P$ -value analisis uji  $F$  (ANOVA) dan uji Permutasi
6. Melakukan simulasi data sesuai prosedur simulasi 3.3
7. Menguji ke-tak biasan metode parametrik uji  $F$  dan metode nonparametrik uji permutasi terhadap kelompok  $H_0: \beta = 0$  maupun faktor perlakuan  $H_0: \tau = 0$  dengan  $\mu = 0,2; 0,4; 0,6; \text{ dan } 0,8$  pada simulasi RAKL yang dibangkitkan dengan galat berdistribusi normal  $\varepsilon \sim N(0, 4)$  dan galat berdistribusi uniform  $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$
8. Mencari nilai  $power\ test$  pada kedua metode dengan cara simulasi data sebanyak 1000 kali ulangan dengan cara menghitung banyaknya tolak  $H_0$  pada kondisi  $H_0$  salah dibagi dengan jumlah ulangan.
9. Menentukan metode terbaik pada prosedur analisis parametrik dan nonparametrik uji Permutasi berdasarkan nilai  $power\ test$  yang didapat.
10. Membuat kesimpulan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan pengujian metode parametrik uji  $F$  dengan metode nonparametrik uji Permutasi pada data simulasi yang telah disajikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa metode pengujian terbaik berdasarkan *power test* pada data simulasi yang dibangkitkan menggunakan galat berdistribusi normal  $\varepsilon \sim N(0, 4)$  adalah metode parametrik uji  $F$  ini dikarenakan nilai *power test* uji  $F$  lebih besar dibandingkan uji Permutasi. Akan tetapi pada data simulasi yang dibangkitkan menggunakan galat berdistribusi uniform  $\varepsilon \sim U(0.1, 3)$  memiliki nilai *power test* yang hampir sama, namun terlihat bahwa uji Permutasi sedikit lebih baik dibandingkan uji  $F$ .



## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M.J. 2001. Permutation Tests for Univariate or Multivariate Analysis of Variance and Regression. *Aquat. Sci.* **58**(1): 626-639.
- Anderson, M.J. & Robinson, J. 2001. Permutation Tests for Linear Models. *Aust. N. Z J Stat.* **43**(1): 75-88.
- Bhar, L. 2006. Outlier in Desiged Experiments. *Research Gate.* **14**(3): 43-56.
- Bhar, L. 2012. *Outlier in Desiged Experiments.* Library Avenue, New Delhi
- Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan.* PT Gramedia, Jakarta
- Dean, A & Voss, D. 1999. *Design and Analysis of Experiments.* Springer Verlag, New York
- Efron, B. & Tibshirani, R.J. 1993. *An Introduction to the Bootdtap.* Chapman & Hall, New York
- Good, P. 2005. *Permutation, Parametric and Bootstrap Test of Hypotheses.* 3<sup>rd</sup> ed. Springer, New York.
- Gokpinar, E., Gul, H.H., Gokpinar, F., Bayrak, H., & Ozonur, D. 2014. Permutation Approach for Ordered Alternatives in Randomized Complete Block Design: A Comparative Study. *GU J Sci.* **27**(1): 645-651.
- Hanafiah, K.A. 2011. *Rancangan Percobaan.* Edisi Ketiga. Rajawali Pers, Jakarta.

- Harini, S. & Turmudi. 2010. *Pengantar Statistika*. UIN Maliki Press, Malang.
- Herawati, N., Setiawan, E., & Nisa, K. 2018. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi SAS*. Pustaka Media, Bandar Lampung
- Hogg, R.V. & Craig, A.T. 1995. *Introduction to Mathematical Statistics*. Fifth Edition. Macmillan Publishing Company, New York
- Marzuki. 2011. Pengaruh Bimbingan Belajar terhadap Nilai Mahasiswa dengan Uji Permutasi. *Statistika*. **11**(1): 39-50
- Mattjik, A.A. & Sumertajaya, I.M. 2000. *Tafsir Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. Edisi Kedua. IPB Press, Bogor.
- Mawati, R., Nugroho, S., & Rizal, J. 2013. Uji Friedman dan Uji Anderson pada Rancangan Acak Kelompok Lengkap Dasar Nonparametrik. *Statistika*. **12**(2): 89-106.
- Murti, B. 1996. *Penerapan Metode Statistika Nonparametrik dalam Ilmu-Ilmu Kesehatan*. PT Gramedia, Jakarta
- Nugroho, S. 2008. *Rancangan Percobaan*. UNIB Press, Bengkulu
- Onder, H. 2007. Using Permutation Test to Reduce Type I and II Error for Small Ruminant Research. *Journal of Applied Animal Research*. **32**(1): 69-72.
- Setiawan, D. & Mutaqin, A.K. 2008. Uji Permutasi untuk Masalah Dua Sampel Saling Bebas: Studi Kasus di LAFI-DITKES AD Bandung Jawa Barat. *Statistika*. **8**(2): 119-127.
- Sugiyono. 2001. *Statistika Nonparametrik Untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung
- Yitnosumarto, S. 1991. *Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Gramedia, Jakarta