

Prosedur RANCANGAN PERCOBAAN



Muh. Akhsan Akib, lahir di Watan Soppeng pada 2 Desember 1973. Pendidikan formalnya masing-masing di Sekolah Pertanian Pembangunan (SPP) Negeri Rappang Sidrap (1992). Kemudian pendidikan tinggi (S1) di Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar dengan Program Studi Agonomi pada tahun 1997. Sedangkan Pendidikan Magister (S2) tahun 2003 di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar dengan Kelembagaan Tanaman.

Profesi Dosen dijalani sejak tahun 2004 di Fakultas Pertanian Universitas Sulawesi Tenggara (UNSULTRA) Kendari. Selanjutnya pada tahun 2005 pindah ke Universitas Muhammadiyah Parepare (UMPAR) di Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan Program Studi Agroteknologi. Kemudian pada tahun 2011 diberikan kepercayaan untuk menjadi PR. Sekretaris Lembaga Pengabdian Masyarakat UMPAR, dan pada tahun 2013 diberikan tanggung jawab untuk menduduki jabatan Wakil Dekan II Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan.

Dalam karir sebagai Dosen, selain melaksanakan Tugasnya Pengajaran Tinggi, Pendidikan dan Pengajaran, Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, juga aktif menulis artikel dan dimuat di Jurnal Nasional Teknologi, Jurnal Bumi Kita dan Jurnal Galung Tropika, serta aktif diberbagai organisasi keagamaan dan organisasi sosial, seperti Muhammadiyah, ICMI, FLPiMAS dan MERPATI PUTIH.



LAMPENA ENTIMEDIA
Anggota IKAPI No. 01/553/xx
Jl. Senggang No. 10 P.O. BOX 12
Senggang 9010, Sulew
No. 0845 333333, 0810 400704, 0819900071



Prosedur RANCANGAN PERCOBAAN

Muh. Akhsan Akib

Prosedur Rancangan Percobaan

Application of the model in different environmental conditions



Muh. Akhsan Akib

Prosedur
RANCANGAN
PERCOBAAN

Aplication of the model in different environmental conditions

Prosedur
RANCANGAN
PERCOBAAN

*Aplication of the model in different
environmental conditions*

MUH. AKHSAN AKIB



LAMPENA INTIMEDIA
Sengkang
2019

PROSEDUR RANCANGAN PERCOBAAN

Aplication Of The Model In Different Environmental Conditions

Oleh : Muh. Akhsan Akib

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Diterbitkan oleh :

LAMPENA INTIMEDIA

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

No. 010/SSL/08

Jl. Sawerigading No. 135 PO BOX 135

Sengkang 90913, Sulsel

Telp/Faks. (0485) 3300333

HP. 08124267254, 081998000077, 081998000070

E-mail : penerbit_lampena@yahoo.com

Cetakan Pertama, Maret 2014

Cetakan kedua, Maret 2019

ISBN : 978-602-8151-60-3

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Serulah (manusia) kejalan tuhanmu dengan hikmah dan pelajaran yang baik, dan bantalah mereka dengan cara yang baik pula

(Q.s. An. Nahl: 125)

Apabila engkau memiliki sebiji kurma di tanganmu maka tanamlah, meskipun besok akan kiamat, semoga engkau mendapatkan pahala

(Al – Hadits)

Segala puji dan syukur kepada sumber dari suara-suara hati yang bersifat mulia, sumber ilmu pengetahuan, sumber segala kebenaran, Sang Maha Cahaya, Penabur Cahaya Ilham, Pilar nalar kebenaran dan kebaikan yang terindah, Sang Kekasih tercinta yang tak terbatas pencahayaan cinta-Nya bagi umat-Nya, Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Penulisan buku ini diusahakan karena mengingat bahwa ilmu yang titipkan Allah kepada saya, harus dan wajib disampaikan kepada hamba-hamba-Nya yang lain, khususnya kepada mahasiswa Fakultas Pertanian dalam menekuni Metode Perancangan Percobaan. Selain itu umumnya buku-buku Metode

Perancangan Percobaan yang ada baik yang berbahasa asing maupun yang berbahasa Indonesia memberikan contoh-contoh penerapan yang masih terbatas, sehingga menyulitkan bagi mahasiswa mempelajari dan menerapkan ilmu ini, dalam situasi yang berbeda.

Buku Metode Perancangan percobaan ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan buku-buku yang berbahasa asing maupun yang berbahasa Indonesia, tetapi justru diharapkan dapat mengantar mahasiswa untuk lebih memahami buku-buku Metode Perancangan Percobaan yang telah ada. Materi yang ada dalam buku ini tidak banyak membahas teori-teori Metode Perancangan Percobaan, melainkan pengembangan contoh-contoh Model Metode Perancangan Percobaan dalam setiap keadaan.

Dibalik terselesaikannya buku ini, ada seorang sahabat yang mendorong saya untuk menyelesaikannya, Ir. La Panga, M.Si. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sulawesi Tenggara, yang penuh perjuangan dan kesabaran untuk membangun dan mengembangkan Fakultas Pertanian agar tercapai kualitas dan kuantitas dosen dan mahasiswa yang dapat diandalkan dimasyarakat. Semoga Allah memberkahinya, Amin.

Khusus kepada kedua orang tua saya, H. M. Akib Marzuki dan Hj. Nurlelah Abbas sebagai sumber kehidupan saya, pembimbing utama hidup saya, pendidik saya, yang telah membesarkan dan mendidik saya untuk bersikap terbuka, kreatif, berani dan bijaksana, yang memiliki peran sangat

penting dan tak terhingga, sehingga rasanya ucapan terima kasih ini tidaklah cukup untuk menggambarkan wujud penghargaan saya.

Dengan penuh kesadaran diri dan dengan segala kerendahan hati, saya menyadari bahwa hanya Allah-lah yang memiliki segala kesempurnaan, sehingga tentu masih banyak lagi rahasi-Nya yang belum tergali dan belum kita ketahui. Oleh karena itu saya senantiasa mengharapkan kritik dan saran membangun dari teman-teman sekerja dan para mahasiswa, sehingga terjadi suatu sinergi yang pada akhirnya akan membuat pemikiran ini bisa disempurnakan lagi di masa yang akan datang untuk kemajuan umat manusia. Semoga buku ini bermanfaat, dapat menunjang kemudahan belajar para mahasiswa dalam menekuni pelajaran Meode Perancangan Percobaan. Amin.

Bukanlah sebaik-baik kamu orang yang bekerja untuk dunianya saja tanpa akhiratnya, dan tidak pula orang-orang yang bekerja untuk akhiratnya saja dan meninggalkan dunianya. Dan sesungguhnya, sebaik-baiknya kamu adalah orang yang bekerja untuk (akhirat) dan untuk (dunia)

(Hadits Rasulullah SAW)

Parepare, 03 Januari 2019

P E N U L I S

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Prakata	v
Daftar Isi	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II UNSUR-UNSUR PERCOBAAN	9
BAB III RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)	13
BAB IV RANCANGAN ACAK KELOMPOK (RAK)	23
BAB V RANCANGAN BUJUR SANGKAR LATIN (RBSL)	29
BAB VI PERBANDINGAN BERGANDA.....	37
BABVII PERCOBAAN FAKTORIAN.....	51
A. Percobaan Faktorial dengan Rancangan Dasar RAL	59
B. Percobaan Faktorial dengan Rancangan Dasar RAK	65
C. Percobaan Faktorial dengan Rancangan Dasar RBSL	75

BAB VIII RANCANGAN PETAK TERBAGI.....	81
A. Rancangan Petak Terbagi dengan Rancangan Dasar RAL	89
B. Rancangan Petak Terbagi dengan Rancangan Dasar RAK	93
C. Rancangan Petak Terbagi dengan Rancangan Dasar RBSL	99
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	109

BAB I

PENDAHULUAN

Sejarah Perancangan Percobaan.

Pelopori penggunaan metode statistik dalam perancangan percobaan adalah Sir Ronald A. Fisher, dia bertanggung jawab dalam statistika dan analisis data pada stasiun percobaan pertanian Rothamsted di London, Inggris. Fisher yang mengembangkan dan pertama kali menggunakan analisis ragam sebagai metode utama dari analisis statistika dalam perancangan percobaan, dan memperoleh profesor pada tahun 1933 di Universitas London. Selain Fisher, beberapa ilmuwan lain yang telah memberikan sumbangan nyata bagi pengembangan kepastakaan perancangan percobaan. Beberapa diantaranya F. Yates, G. E. P. Box, R. C. Base, O. Kempthorne, dan W. G. Cochran.

Pada awalnya, penerapan metode perancangan percobaan paling banyak dilakukan dalam ilmu-ilmu pertanian dan biologi. Namun dewasa ini penggunaan telah meluas dalam semua bidang penyelidikan ilmu kesehatan, ilmu-ilmu teknik, ilmu fisika dan ilmu-ilmu sosial adalah disiplin-disiplin ilmu dimana pendekatan statistika untuk merancang dan menganalisis percobaan di gunakan secara praktis.

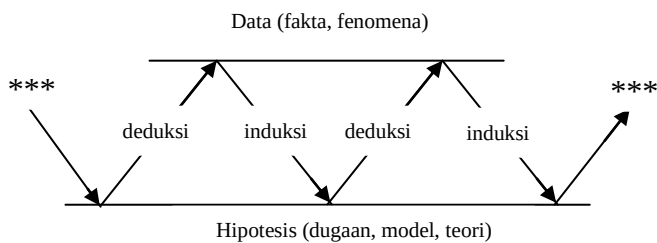
Apakah percobaan itu?

Berbagai definisi yang berbeda tersedia bagi istilah percobaan. Untuk tujuan kita, percobaan adalah penyelidikan terencana untuk mendapatkan faktor baru, untuk memperkuat atau menolak hasil-hasil percobaan terdahulu. Penyelidikan demikian ini akan membantu pengambilan keputusan misalnya merekomendasikan suatu varietas, prosedur, ataupun dosis pupuk. Percobaan demikian ini secara kasar dimasukkan kedalam tiga kategori yaitu pendahuluan, kritis dan demonstrasi; yang satu memberi petunjuk pada yang lain. Dalam percobaan pendahuluan, peneliti mencoba sejumlah besar perlakuan untuk mendapatkan petunjuk bagi percobaan mendatang; kebanyakan perlakuan hanya dicobakan sekali. Dalam percobaan kritis, peneliti membandingkan respon terhadap beberapa perlakuan yang berbeda dengan menggunakan pengamatan yang cukup jumlahnya untuk lebih memastikan dapat mendeteksi beda-beda yang bermakna. Percobaan demonstrasi sering dilakukan oleh petugas penyuluh, misalnya ketika ia membandingkan respons terhadap suatu perlakuan baru dengan yang sudah baku.

1. Munculkan ilmu baru dari percobaan.

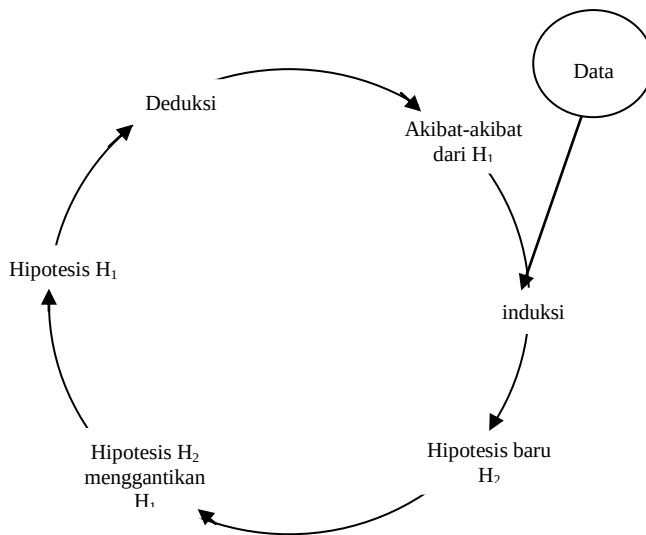
Percobaan pada umumnya dilakukan untuk menemukan sesuatu. Oleh karena itu secara teoritis, percobaan diartikan sebagai tes (Montgomery, 1991 *Cis* Suhaemi, 2011) atau penyelidikan terencana untuk mendapatkan fakta baru (Steel dan Torrie, 1991). Dan rancangan percobaan dapat diartikan sebagai tes atau serangkaian tes dimana perubahan yang berarti dilakukan pada variabel dari suatu proses atau sistem sehingga kita dapat mengamati dan

mengidentifikasi alasan-alasan perubahan pada respon output (Montgomery, 1991 Cis Suhaemi, 2011). Sedangkan menurut Milliken dan Johnson (1992) rancangan percobaan merupakan hal yang sangat berhubungan dengan perencanaan penelitian untuk mendapatkan informasi maksimum dari bahan-bahan yang tersedia. Dan dapat juga diartikan sebagai seperangkat aturan/cara/prosedur untuk menerapkan perlakuan kepada satuan percobaan (Steel dan Torrie, 1995). Namun Nasoetion dan Barizi (1975) mengemukakan langkah-langkah pengembangan pengetahuan melalui pengalaman diawali oleh penemuan suatu masalah atas dasar pengalaman itu. Masalah itu kemudian dikaji untuk dikenali secara mendalam untuk akhirnya disarikan menjadi suatu hipotesis yang berbentuk suatu pernyataan yang dapat diuji. Dalam tingkatan penelitian yang lanjut pernyataan ini akan berbentuk suatu kalimat matematika yang disebut dengan model matematika.



Gambar 1. Proses Penelitian Sebagai Proses Belajar Berulang

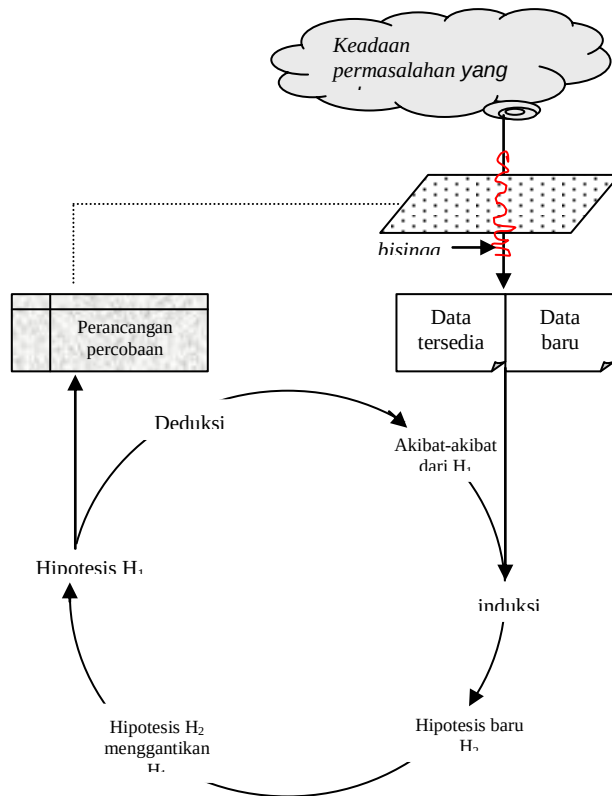
Box, Hunter dan Hunter (1978) mengemukakan proses penelitian itu sebagai proses belajar berulang dalam pengalaman melalui penerapan deduksi dan induksi secara silih berganti (lihat gambar 1).



Gambar 2. Proses Belajar Sebagai Suatu Putaran Umpanbalik

Pada gambar 1, suatu hipotesis awal mengantar kita melalui deduksi ke sekumpulan akibat yang dapat dibandingkan terhadap data yang telah dikumpul melalui pengamatan. Kalau akibat proses dan data tidak sesuai, disusunlah suatu hipotesis baru melalui induksi. Hipotesis baru ini kemudian dibandingkan dengan data yang telah ada dan dengan yang baru. Perbandingan ini kemudian dapat menimbulkan perbaikan terhadap hipotesis dan muncullah pengetahuan baru. Proses belajar ini juga dilukiskan sebagai suatu putaran umpan balik (lihat gambar 2), dimana ketidak cocokan antara data dan akibat-akibat dari hipotesis H_1 , menyebabkan disusunlah suatu hipotesis baru H_2 , jika masih belum, maka dari hipotesis H_2 disusun lagi hipotesis H_3 dan seterusnya.

Dengan menggunakan pandangan-pandangan diatas, maka langkah-langkah penelitian secara umum dapat dilukiskan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembangkitan Dan Analisis Data Dalam Penelitian Ilmiah (Box, Hunter Dan Hunter, 1978)

2. Statistika dalam penelitian percobaan

Statistika dalam kegiatan penelitian pada dasarnya dimaksudkan agar penelitian sebagai suatu proses belajar menjadi lebih efisien dan efektif. Barizi (1984) mengungkapkan bahwa

beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam rancangan percobaan. Secara umum dikatakan bahwa tujuan diadakannya suatu percobaan adalah untuk memperoleh keterangan tentang bagaimana respons yang akan diberikan oleh suatu objek pada berbagai keadaan tertentu yang ingin diperhatikan. Data suatu percobaan keadaan tertentu ini biasanya sengaja diciptakan atau di timbulkan, yaitu melalui pemberian perlakuan atau pengaturan keadaan lingkungan.

Namun demikian, meskipun pemberian perlakuan telah ditentukan dan keadaan lingkungan telah diatur dengan cermat, penelaahan mengenai respon ini tidak akan luput dari gangguan keragaman alami yang khas dimiliki oleh setiap objek serta pengaruh berbagai faktor yang memang tidak dapat dibuat persis sama bagi setiap objek dalam percobaan. Dalam hal ini statistika dapat membuat peneliti untuk memisah-misahkan dalam mengusut apa saja yang menimbulkan keragaman respons yang terjadi, beberapa bagian yang disebabkan oleh perlakuan, berapa bagian yang disebabkan oleh lingkungan dan berapa bagian yang ditimbulkan oleh berbagai pengaruh yang terjadi dapat terusut dengan jelas.

Ada tiga hal penting yang perlu diperhatikan dalam suatu percobaan, yaitu (1) respon yang diberikan oleh objek atau disebut rancangan respon (2) keadaan tertentu yang sengaja diciptakan untuk menimbulkan respon atau disebut rancangan perlakuan, dan (3) keadaan lingkungan serta keragaman alami atau disebut rancangan percobaan.

Rancangan perlakuan. Jenis perlakuan yang akan dicoba sangat ditentukan oleh tujuan percobaan atau pertanyaan-pertanyaan yang ingin dijawab melalui suatu percobaan. Bagaimana kaitan

perlakuan yang satu dengan yang lain, hubungannya dengan respon yang akan diperhatikan dari satuan-satuan percobaan. Rancangan perlakuan merupakan hal yang sangat penting dalam suatu percobaan dan perlu disusun sebaik-baiknya, karena merupakan strategi utama bagi peneliti untuk mendapatkan informasi yang ingin diperoleh dari percobaan itu.

Rancangan percobaan. Merupakan penerapan perlakuan pada satuan-satuan percobaan secara adil melalui pengacakan perlakuan dengan maksud agar keragaman respons yang ditimbulkan oleh keadaan lingkungan dan keheterogenan bahan percobaan yang digunakan dapat diwadahi dan diminimalkan. Sekarang ini telah tersedia berbagai rancangan percobaan dasar (standar) yang disusun untuk maksud-maksud tadi, misalnya rancangan acak lengkap, rancangan acak kelompok dan rancangan bujur sangkar latin.

Rancangan respon. Menyangkut pemilihan dan penentuan sifat atau karakteristik (parameter) suatu objek percobaan yang akan digunakan untuk menilai atau mengukur pengaruh perlakuan dan bagaimana cara melakukan penilaian atau pengukuran. Hal yang perlu diperhatikan ialah apakah sifat atau karakteristik yang dipilih itu memang relevan dan dapat mencerminkan pengaruh berbagai perlakuan yang dipelajari.

BAB II

UNSUR-UNSUR PERCOBAAN

Agar suatu penelitian atau percobaan memberikan fakta yang dapat diolah dan digunakan untuk menarik kesimpulan yang sah, maka dalam merancang suatu penelitian, haruslah dipertimbangkan tiga prinsip pokok yang merupakan gagasan dasar dari R. A. Fisher dan F. Yates dari stasiun percobaan Rothamsted. Prinsip-prinsip tersebut adalah (1) pengacakan (randomisation), (2) pengulangan (replication) dan (3) pengendalian local (local control). Prinsip ini dibutuhkan untuk pendugaan yang sah (valid) dari galat percobaan (experimental error) dan usaha meminimumkan galat percobaan guna meningkatkan ketelitian percobaan.

Pengacakan (randomisation).

Pengacakan yaitu setiap unit percobaan harus memiliki peluang yang sama untuk diberi suatu perlakuan tertentu, untuk menjamin bahwa setiap objek percobaan mendapatkan kesempatan yang sama, atau objektif dalam penempatannya pada satuan-satuan percobaan. Pengacakan perlakuan pada unit-unit percobaan dapat menggunakan tabel bilangan acak, sistem lotere secara manual atau dapat juga menggunakan komputer

Fungsi pengacakan adalah untuk memastikan bahwa kita memperoleh nilai dugaan yang sah atau tak-bias bagi galat percobaan, nilai tengah perlakuan dan beda antar nilai-tengah itu. Pengacakan

merupakan salah satu dari beberapa ciri modern perancangan percobaan yang muncul atas gagasan R. A. Fisher. Acak (random) berbeda dengan sembarangan (haphazard), dimana sembarang akan merusak atau melemahkan teknik percobaan.

Pengulangan (Replication).

Bila suatu perlakuan diberikan lebih dari satu kali dalam suatu percobaan, maka dikatakan perlakuan itu mempunyai ulangan. Pengulangan dilakukan agar data yang akan dianalisis lebih mendekati pada populasi, berdasarkan sampel yang digunakan. Jumlah pengulangan sifatnya fleksibel, tergantung kepada tujuan penelitian, aspek statistik, maupun aspek ekonomi. Fungsi dari pengulangan adalah:

1. Memberikan suatu dugaan dari galat percobaan.
2. Meningkatkan ketelitian suatu percobaan melalui pengurangan simpangan baku dari nilai tengah perlakuan.
3. Memperluas cakupan penarikan kesimpulan dari suatu percobaan, yaitu melalui pemilihan dan penggunaan satuan-satuan percobaan yang lebih bervariasi.
4. Menduga dan mengendalikan ragam galat percobaan.

Pengendalian local (local control) atau pengendalian galat.

Pengendalian lokal atau pengendalian lingkungan, yaitu usaha untuk mengendalikan keragaman yang muncul akibat keheterogenan kondisi lingkungan dengan melakukan pengelompokkan terhadap satuan-satuan percobaan yang relatif lebih seragam.

Usaha-usaha pengendalian lingkungan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengelompokkan (blocking) satu arah, dua arah, maupun multi arah. Pengelompokkan dikatakan baik jika keragaman di dalam kelompok lebih kecil dibandingkan dengan keragaman antar kelompok

Suatu teknik yang baik untuk mengurangi galat percobaan adalah menentukan perlakuan-perlakuan pada petak percobaan dengan cara sedemikian rupa, sehingga keragaman yang ada diantara petak-petak percobaan atau satuan-satuan percobaan tidak “masuk kedalam” perbedaan diantara perlakuan. Teknik ini dikenal sebagai “pengendalian local atau pengendalian galat”.

Pengendalian local dapat dilakukan melalui.

1. Perancangan percobaan.
2. Penggunaan pengamatan konkomitan/pengiring (concomitant observations) atau peubah konkomitan/pengiring (concomitant variabel)
3. Pemilihan ukuran satuan-satuan percobaan

Selain prinsip pengulangan (replication), pengacakan (randomization) , dan pengendalian lokal (local control), terdapat lagi beberapa prinsip tambahan dalam rancangan percobaan. Salah satu diantaranya adalah prinsip efisien. Suatu rancangan dikatakan lebih efisien dari rancangan lain apabila galat percobaan rancangan pertama lebih kecil dari galat percobaan rancangan kedua

Perancangan percobaan. Penggunaan rancangan percobaan untuk pengendalian galat percobaan telah digunakan secara luas oleh peneliti dalam melaksanakan percobaannya. Pengendalian galat percobaan melalui pemilihan rancangan percobaan biasanya dilakukan

melalui pengelompokan satuan-satuan percobaan, dengan menggunakan rancangan acak kelompok (randomised block desing). Melalui cara ini ketelitian dari percobaan akan meningkat, karena keragaman diantara kelompok (pengulangan) dan keragaman diantara perlakuan tidak “masuk ke dalam” galat percobaan.

Penggunaan peubah pengiring/konkomitant. Dalam banyak percobaan tingkat ketelitian dapat ditingkatkan melalui penggunaan peubah pengiring dan dalam statistika teknik ini disebut analisis peragam (analysis of covariance). Analisis ini digunakan bila keragaman diantara satuan-satuan percobaan ada, dalam hal mana keragaman dari karakteristik lain yang dapat diukur tidak cukup terkendali melalui prinsip-prinsip diatas.

Pemilihan ukuran dari satuan-satuan percobaan. Telah menjadi suatu aturan bahwa ukuran satuan percobaan yang besar akan menunjukkan keragaman yang lebih kecil daripada satuan-satuan percobaan yang sedikit. Sayangnya, semakin besar ukuran satuan percobaan sering mengakibatkan menurunnya banyaknya ulangan yang dapat dilakukan, karena biasanya jumlah bahan percobaan yang tersedia sangat terbatas. Ulangan yang mencukupi dengan petak-petak kecil biasanya lebih mudah diperoleh daripada ulangan yang cukup tetapi dengan petak-petak yang besar.

BAB III

RANCANGAN ACAK LENGKAP

Pendahuluan.

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang baku. Rancangan ini digunakan bila satuan percobaannya homogen, artinya keragaman antarsatuan percobaan tersebut kecil, dan mengelompokkannya ke dalam kelompok tidak memberi manfaat. Umumnya rancangan ini digunakan pada percobaan laboratorium, dalam beberapa percobaan rumah kaca, atau dalam percobaan pada beberapa jenis bahan percobaan tertentu yang mempunyai sifat relatif homogen.

Beberapa keuntungan dari penggunaan RAL, antara lain.

1. Sangat luwes, dalam arti bahwa banyaknya perlakuan dan ulangan hanya dibatasi oleh banyaknya satuan percobaan yang tersedia.
2. Besarnya ulangan boleh berbeda-beda dari perlakuan satu ke lainnya, meskipun demikian lebih dikehendaki ulangan yang sama untuk setiap perlakuan.
3. Analisis statistiknya sederhana, bahkan meskipun banyaknya ulangan berbeda dari perlakuan satu ke lainnya dan perlakuan-perlakuan itu mempunyai ragam tak sama, yang biasanya disebut sebagai ketakhomogenan galat percobaan.
4. Kehilangan informasi relatif sedikit dalam hal data hilang dibandingkan rancangan lain.
5. Denah perancangan percobaannya lebih mudah.

Selain keuntungan tersebut, rancangan ini juga mempunyai beberapa keterbatasan bahwa rancangan ini seringkali tidak efisien. Karena pengacakannya tidak dibatasi, galat percobaannya mencakup seluruh keragaman antarsatuan percobaan kecuali yang disebabkan oleh perlakuan.

Pengacakan Dan Ley Out Rancangan

Sebagaimana yang dijelaskan pada bab II bahwa acak memberikan kesempatan yang sama kepada masing-masing satuan percobaan untuk dikenakan perlakuan atau dengan kata lain acak memberikan peluang yang sama kepada setiap satuan percobaan untuk memperoleh suatu perlakuan. Pengacakan dapat dilakukan dengan cara undian (loterai) atau menggunakan table angka acak.

Bayangkan bahwa kita akan mencoba 5 perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, berarti harus tersedia 15 satuan percobaan. Misalkan perlakuan tersebut adalah perlakuan L, I, N, A dan K. dengan melalui pengundian atau menggunakan tabel angka acak, maka dapat dibuat denah percobaan dari rancangan acak lengkap sebagai berikut.

		Ulangan				
No.petak	→	1	4	7	10	13
Perlakuan	→	L ₁	A ₁	L ₃	I ₂	N ₃
		2	5	8	11	14
		I ₃	N ₁	A ₃	K ₁	K ₂
		3	6	9	12	15
		N ₂	A ₂	I ₁	K ₃	L ₃

Gambar 1. Denah percobaan RAL dengan 5 perlakuan diulang 3 kali

Model Linear Dan Analisis Ragam

Dalam RAL, data percobaan diabstrasikan melalui model

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1, 2, 3 \dots t \\ j = 1, 2, 3 \dots r$$

dimana:

u = Nilai tengah populasi.

α_i = Pengaruh additif dari perlakuan ke-i

ε_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pengamatan ke-j

Analisis Ragam dan contoh penerapannya

Pada kasus ulangan yang sama

Langkah-langkah mengenai sidik ragam untuk data percobaan RAL dengan banyaknya ulangan yang sama diberikan sebagai berikut. Digunakan data percobaan penambahan getah pada proses pembuatan minyak kelapa (Tabel 1).

Hipotesis

Hipotesis yang akan diuji melalui model ini adalah

$H_0 = 0$: yang berarti tidak ada keragaman kadar air yang dihasilkan oleh penambahan getah.

$H_0 > 0$: yang berarti ada keragaman kadar air yang dihasilkan oleh penambahan getah

Tabel 1. Hasil pengamatan kadar air dari percobaan penambahan getah pada proses pembuatan minyak kelapa dengan menggunakan 3 (r) ulangan dan 4 (t) perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rataan
	I	II	III		
Kontrol	15,16	14,18	15,79	45,13	15,04
G. Pepaya	9,11	8,14	8,96	26,21	8,74
G. Jarak	14,16	13,75	12,95	40,86	13,62
G. Sukun	9,18	10,12	11,13	30,43	10,14
Total jendral				142,63	
Rata-rata umum					11,86

Proses perhitungan dapat mengikuti tahap-tahap berikut

a) Tentukan faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{total \cdot banyaknya \cdot pengamatan}$$

$$FK = \{(143,63)^2 / (3 \times 4)\} = 1695,28$$

b) Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = \text{total banyaknya pengamatan} - 1$$

$$DB \text{ Total} = (3 \times 4) - 1 = 11$$

$$DB \text{ Perlakuan} = \text{total banyaknya perlakuan} - 1$$

$$DB \text{ Perlakuan} = 4 - 1 = 3$$

$$DB \text{ Galat} = DB \text{ Total} - DB \text{ Perlakuan}$$

$$DB \text{ Galat} = 11 - 3 = 8$$

c) Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK \cdot \text{Total} = (\text{data} \cdot \text{pengamatan})^2 - FK$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (15,16)^2 + (14,18)^2 + \dots + (11,13)^2 - FK \\ &= 82,31 \end{aligned}$$

$$JK \cdot \text{Perlakuan} = \frac{(\text{total} \cdot \text{perlakuan})^2}{\text{ulangan}} - FK$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= [\{(45,13)^2 + \dots + (30,43)^2\} / 3] - FK \\ &= 77,79 \end{aligned}$$

$$JK \cdot \text{Galat} = JK \cdot \text{total} - JK \cdot \text{perlakuan}$$

$$JK \text{ galat} = 82,31 - 77,79 = 4,52$$

d) Tentukan kuadrat tengah (KT)

$$KT \cdot Perlakuan = \frac{JK \cdot Perlakuan}{DB \cdot Perlakuan}$$

$$KT \cdot Perlakuan = \frac{77,79}{3} = 25,93$$

$$KT \cdot Galat = \frac{JK \cdot Galat}{DB \cdot Galat}$$

$$KT \cdot Galat = \frac{4,52}{8} = 0,56$$

e) Tentukan F hitung (FH)

$$FH = \frac{KT \cdot Perlakuan}{KT \cdot Galat}$$

$$FH = \frac{25,93}{0,56} = 46,31$$

f) Tentukan koefisien keragaman (kk)

$$kk = \frac{\sqrt{(KT \cdot Galat)}}{\text{rata-rata} \cdot \text{umum}} \times 100$$

$$kk = \frac{\sqrt{0,56}}{11,86} \times 100 = 6,31\%$$

g) Susun tabel ANOVA

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, disusunlah table analisis ragam seperti pada table 2.

Tabel 2. Analisis Ragam untuk kadar air minyak kelapa

Sumber keragaman	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	77,79	25,93	46,31 ^{**}	4,07	7,59
Galat	8	4,52	0,56			
Total	11	82,31				

kk = 6,31 %

Pada kasus ulangan yang tidak sama

Langkah-langkah mengenai sidik ragam untuk data percobaan RAL dengan banyaknya ulangan yang tidak sama digunakan data percobaan penambahan asam cuku pada proses pembuatan Nata de coco.

Denah percobaan

1 A ₁	2 C ₁	3 C ₃	4 A ₂
5 B ₃	6 A ₃	7 B ₂	8 B ₁
9 C ₂	10 B ₄	11 A ₄	

Gambar 2. Denah percobaan RAL dengan 4 perlakuan dengan ulangan yang tidak sama.

Hipotesis

$H_0 = 0$: tidak terdapat keragaman waktu pembentukan lapisan selulosa yang dihasilkan oleh dosis asam cuka.

$H_0 > 0$: terdapat keragaman waktu pembentukan lapisan selulosa yang dihasilkan oleh dosis asam cuka

Tabel 3. Hasil pengamatan waktu (jam) pembentukan lapisan selulosa dari percobaan penambahan berbagai dosis asam cuka pada proses pembuatan Nata de coco.

Ulangan	Perlakuan			Total
	A	B	C	
1	382.5	350.5	285.0	
2	379.6	345.6	276.3	
3	380.0	351.3	280.7	
4	375.9	340.6	-	
Jumlah	1518.0	1388.0	842.0	3748
J.Ulgan	4	4	3	11
Rataan	379.5	374.0	280.7	340.7

Prosedur Analisis untuk RAL ulangan tidak sama pada umumnya sama dengan analisis untuk RAL ulangan sama, terkecuali pada penentuan nilai JK perlakuan. JK perlakuan dianalisis sebagai berikut:

$$JK \cdot Perlakuan = \frac{(total \cdot perlakuan)^2}{ulangan} - FK$$

$$JKP = \frac{(15180)^2}{4} + \frac{(13880)^2}{4} + \frac{(8420)^2}{3} - 127704582$$

$$= 16992.51$$

setelah dilakukan analisis, maka diperoleh table Analisis Ragam sebagai berikut

Tabel 4. Analisis Ragam untuk waktu pembentukan lapisan

SK	DB	JK	KT	FH	F _{tabel}	
					5%	1%
P	2	16992,51	8496,26	508,15*	4,46	8,61
G	8	133,73	16,72	*		
T	10	17126,24				

kk = 1.20%

Catatan

Nilai F_{tabel} ditentukan melalui Table F dengan menggunakan DB perlakuan sebagai f₁ dan DB galat sebagai f₂. Sebagai contoh pada table anova untuk RAL ulangan sama, nilai F table untuk DB 3 dan 8 (f₁ = 3 dan f₂ = 8) pada taraf α 0,05 dan 0,01 berturut-turut adalah 4,07 dan 7,59.

Kaidah keputusan

Sebagai kaidah keputusan pengujian adalah sebagai berikut.

- a. Jika F_{hitung} lebih besar daripada F_{tabel} pada taraf 0,01, maka pengaruh perlakuan dikatakan berpengaruh sangat nyata {(pada hasil F_{hitung} ditandai dua tanda bintang (**)}.
- b. Jika F_{hitung} lebih besar daripada F_{tabel} pada taraf 0,05 tetapi lebih kecil daripada F_{tabel} pada taraf 0,01, maka pengaruh perlakuan dikatakan berpengaruh nyata {(pada hasil F_{hitung} ditandai dengan satu tanda bintang (*))}
- c. Jika F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} pada taraf 0,05, maka pengaruh perlakuan dikatakan berpengaruh tidak nyata {(pada hasil F_{hitung} ditandai dengan tanda tn)}

Demikianlah langkah-langkah yang dapat diikuti apabila melakukan proses pengujian dari suatu percobaan yang menggunakan RAL baik dengan ulangan yang sama maupun dengan ulangan yang tidak sama.

Dari perhitungan diatas, ditemukan nilai $kk = 6,31\%$ untuk ulangan yang sama dan $1,20\%$ untuk ulangan yang tidak sama. Nilai kk menunjukkan derajat ketepatan dalam suatu percobaan tertentu. Ia menunjukkan galat percobaan sebagai persentase dari nilai tengah umum, sehingga jika nilai semakin besar menunjukkan keterandalan suatu percobaan semakin rendah. Walaupun tidak ada patokan berapa sebaiknya nilai kk , tetapi percobaan yang cukup terandal sebaiknya diusahakan nilai kk tidak melebihi 20% . Tentu saja nilai kk yang rendah lebih diharapkan, namun demikian mengingat keragaman yang ada di alam, maka nilai kk yang relatif sangat kecil juga patut dicurigai bahwa peneliti telah “mengatur” data percobannya.

BAB IV

RANCANGAN ACAK KELOMPOK

Pendahuluan

Rancangan Acak Kelompok (RAK) merupakan salahsatu rancangan percobaan yang paling luas digunakan dalam penelitian pertanian. Rancangan ini terutama cocok untuk percobaan lapangan. Rancangan ini dicirikan adanya kelompok dalam jumlah yang sama, dan setiap kelompok dikenakan perlakuan-perlakuan, dengan pengelompokan yang tepat, maka rancangan ini dapat mengurangi galat percobaan, rancangan ini juga fleksibel dan sederhana. Keragaman yang dipelajari dalam rancangan ini berasal dari kelompok, perlakuan dan galat. Satuan percobaan yang digunakan tidak perlu homogen, karena tingkat kehomogenan akan diperoleh pada saat satuan-satuan tersebut dikelompokkan. Dengan demikian proses pengelompokan adalah membuat keragaman dalam kelompok menjadi sekecil mungkin dan keragaman antar kelompok menjadi semakin besar. Keterbatasan penggunaan rancangan ini yaitu tidak dapat diterapkan apabila jumlah perlakuan tidak sama setiap kelompok.

Pengacakan dan denah percobaan.

Sebelum pengacakan, daerah percobaan dibagi dalam beberapa kelompok sebagai ulangan. Setiap kelompok kemudian dibagi lagi ke dalam jumlah yag sesuai dengan banyaknya perlakuan

yang akan dicobakan. Dalam denah percobaan RAK ditetapkan bahwa semua perlakuan harus muncul satu kali didalam setiap kelompok, dan pengacakan dilakukan secara terpisah atau setiap kelompok. Pengacakan dapat dilakukan dengan menggunakan undian atau table angka acak.

Contoh denah percobaan RAK diperlihatkan sebagai berikut. Diketahui, suatu percobaan mempunyai 4 perlakuan (L, I, N, A) yang masing-masing dikelompokkan sebanyak 4 kali.

I	II	III	IV
A ₁	L ₂	N ₃	L ₄
N ₁	N ₂	I ₃	A ₄
I ₁	A ₂	A ₃	I ₄
L ₁	I ₂	L ₃	N ₄

Model linear

$$Y_{ij} = \mu + \nu_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{matrix} i ; 1, 2, \dots, t \\ j ; 1, 2, \dots, r \end{matrix}$$

Dimana

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j

μ = Nilai tengah populasi (populasi mean)

ν_i = Pengaruh additif dari perlakuan ke-i

β_j = Pengaruh additif dari kelompok ke-j

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i pada kelompok ke-j

Analisi ragam dan contoh penerapannya

Misalkan suatu percobaan agronomi yang mengamati pengaruh pemberian methanol dengan dosis yang berbeda terhadap laju fotosintesis pada tanaman kapas.

Kelompok	Perlakuan				Total Kelompok
	A	B	C	D	
I	2	5	8	6	21
II	3	4	7	5	19
III	3	5	10	5	23
IV	5	5	9	2	21
Total Perlakuan	13	19	34	18	84
Rataan	3,25	4,75	8,50	4,50	5,25

Analisis Data

a) Tentukan Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{total \cdot banyaknya\ pengamatn}$$

$$FK = \frac{(84)^2}{4 \times 4} = 441$$

b) Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = \text{Total banyaknya pengamatan} - 1$$

$$DB \text{ Total} = 16 - 1 = 15$$

$$DB \text{ Kelompok} = \text{Total banyaknya kelompok} - 1$$

$$DB \text{ Kelompok} = 4 - 1 = 3$$

$$DB \text{ Perlakuan} = \text{Total banyaknya perlakuan} - 1$$

$$DB \text{ Perlakuan} = 4 - 1 = 3$$

$$DB \text{ Galat} = DBT - DBP - DBK$$

$$DB \text{ Galat} = 15 - 3 - 3 = 9$$

b) Tentukan Jumlah Kuadrat (JK)

$$JK \text{ Total} = \text{Jumlah kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK \text{ Total} = (2)^2 + (3)^2 + \dots + (5)^2 + (2)^2 - 441 = 81$$

$$JK \cdot \text{Kelompok} = \frac{(\text{total} \cdot \text{kelompok})^2}{\text{Jumlah} \cdot \text{perlakuan}} - FK$$

$$JKK = \frac{(21)^2 + (19)^2 + \dots + (21)^2}{4} - 441 = 2$$

$$JK \cdot Perlakuan = \frac{(total \cdot perlakuan)^2}{Jum \cdot kelompok} - FK$$

$$JKP = \frac{(13)^2 + (19)^2 + + (18)^2}{4} - 441 = 61,5$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ T} - JK \text{ K} - JK \text{ P}$$

$$JKG = 81 - 2 - 61,5 = 17,5$$

c) Buat Tabel Analisis Ragam (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	1%
K	3	2.0	0.67	10.54**	3.86	6.99
P	3	61.5	20.50			
G	9	17.5	1.94			
T	15	81				

Jika hipotesis yang akan diuji adalah

$H_0 = 0$: pemberian methanol tidak meningkatkan laju fotosintesis pada tanaman kapas, dan

$H_0 > 0$: pemberian methanol meningkatkan laju fotosintesis pada tanaman kapas.

Maka berdasarkan hasil analisis ragam diatas, yang memberikan nilai F hitung lebih besar dari nilai F. table pada α 0,01, berarti hipotesis $H_0 > 0$ dapat diterima atau terdapat keragaman laju fotosintesis yang dihasilkan oleh pemberian methanol.

Catatan penting untuk RAK, dalam ANOVA pengaruh kelompok tidak di uji F karena pembentukan kelompok tidak dilakukan secara acak sebagaimana penentuan perlakuan, hal ini disebabkan dalam pembentukan kelompok yang diutamakan adalah mengurangi keragaman satuan percobaan dalam setiap kelompok atau dengan kata lain mengusahakan kehomogenan satuan percobaan dalam kelompok, sehingga pembentukan kelompok tidak dilakukan secara acak melainkan berdasarkan kriteria tertentu seperti umur, berat badan awal dan sebagainya.

BAB V

RANCANGAN

BUJUR SANGKAR LATIN

Pendahuluan

Dalam Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL), kita menyusun perlakuan-perlakuan didalam kelompok dengan dua cara, yaitu melalui baris dan kolom. Persyaratan RBSL yang kadang-kadang dianggap sebagai suatu keterbatasannya adalah bahwa jumlah ulangan harus sama dengan jumlah perlakuan. Keterbatasan yang lain adalah, bahwa jumlah perlakuan yang lebih kecil dari empat akan mengakibatkan jumlah derajat bebas galat percobaan menjadi sangat kecil dengan konsekuensinya bahwa galat percobaan menjadi besar. Dengan demikian, secara umum RBSL hanya digunakan untuk percobaan yang terdiri dari empat sampai delapan perlakuan. Selain keterbatasan tersebut RBSL juga mempunyai beberapa kelebihan yaitu kemampuannya yang besar dalam pengendalian galat percobaan, dan sangat efektif digunakan dalam pengantisipasi masalah kekurangan satuan percobaan.

Pengacakan dan Denah percobaan

Denah percobaan untuk RBSL, diawali dengan membuat denah bujur sangkar latin. Setelah itu dilakukan pengacakan antara baris dan kolom. Dalam denah tersebut disyaratkan bahwa setiap

perlakuan hanya muncul satu kali dalam baris dan kolom. Pengacakan dapat dilakukan dengan menggunakan undian atau tabel angka acak.

Denah percobaan

K o l o m					
B a r i s	G	O	M	E	Z
	O	M	E	Z	G
	M	E	Z	G	O
	E	Z	G	O	M
	Z	G	O	M	E

Model linear

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana

Y_{ijk} = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-k dalam baris ke-i dan kolom ke-j

μ = Nilai tengah populasi

- α_i = Pengaruh additif dari baris ke-i
- β_j = Pengaruh additif dari kolom ke-j
- γ_k = Pengaruh additif dari perlakuan ke-k
- ε_{ijk} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-k pada baris ke-i dan kolom ke-j

Teladan penerapan dan analisis ragam

Suatu percobaan dari bidang ilmu peternakan yang akan menguji pengaruh berbagai jenis ransum (A, B, C, D, E) terhadap pertambahan berat badan sapi, dengan menggunakan lima ekor sapi (Q, R, S, T, U), yang diulang lima kali. Diduga bahwa jenis ransum akan memberikan berat badan sapi yang berbeda ($H_0 > 0$).

Denah percobaan

	Jenis Sapi				
	Q	R	S	T	U
H a r i	B ₁	A ₁	E ₁	C ₁	D ₁
	C ₂	D ₂	B ₂	A ₂	E ₂
	E ₃	B ₃	C ₃	D ₃	A ₃
	A ₄	C ₄	D ₄	E ₄	B ₄
	D ₅	E ₅	A ₅	B ₅	C ₅

Data hasil pengamatan

	Kel. Kolom (Jenis sapi)					Total baris
	Q	R	S	T	U	
Kell. Baris (Hari)	14	10	11	12	10	57
	10	10	11	8	12	51
	14	12	13	11	9	59
	11	11	10	10	13	55
	13	12	9	10	13	57
Total kolom	62	55	54	51	57	279

Tabel perlakuan

Ulangan	Perlakuan					
	A	B	C	D	E	
1	10	14	12	10	11	
2	8	11	10	10	12	
3	9	12	13	11	14	
4	11	13	11	10	10	
5	9	10	13	13	12	
T.Prlkn	47	60	59	54	59	279
Rataan	9,4	12	11,8	10,8	11,8	

a) Tentukan derajat bebas (DB)

DB Total (DB T) = total banyaknya pengamatan – 1

$$DB\ T = (5 \times 5) - 1 = 24$$

DB Baris (DB B)= banyaknya baris – 1

$$DB\ B = 5 - 1 = 4$$

DB Kolom (DB K)= banyaknya kolom – 1

$$DB\ K = 5 - 1 = 4$$

DB Perlakuan (DB P)= banyaknya perlakuan – 1

$$DB\ P = 5 - 1 = 4$$

DB Galat (DB G) = DBT – DBB – DBK – DBP

$$DB\ G = 24 - 4 - 4 - 4 = 12$$

Tentukan faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyak \cdot pengamatan}$$

$$FK = \frac{(279)^2}{5 \times 5} = 3113,64$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

JK Total (JKT) = jum kuadrat nilai pengamatan - FK

$$JK\ T = 14^2 + 10^2 + \dots + 13^2 - FK = 61,36$$

$$JK \cdot Baris = \frac{(total \cdot baris)^2}{ulangan} - FK$$

$$JKB = \frac{57^2 + 51^2 + \dots + 55^2 + 57^2}{5} - FK = 7,36$$

$$JK \cdot Kolom = \frac{(total \cdot kolom)^2}{ulangan} - FK$$

$$JKK = \frac{62^2 + 55^2 + \dots + 51^2 + 57^2}{5} - FK = 13,36$$

$$JK \cdot Perlakuan = \frac{(total \cdot perlakuan)^2}{ulangan} - FK$$

$$JKP = \frac{47^2 + 60^2 + \dots + 59^2}{5} - FK = 23,76$$

$$JK \text{ Galat} = JKT - JKB - JKK - JKP$$

$$JKG = 61,36 - 7,36 - 13,36 - 23,76 = 16,88$$

Sidik ragam

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Baris	4	7,36	1,84	1,30 ^{tn}	3,28	5,41
Kolom	4	13,36	3,34	2,37 ^{tn}	3,28	5,41
Perlakuan	4	23,76	5,94	4,21*	3,28	5,41
Galat	12	16,88	1,41			
Total	24	61,36				

kk = 10,64 %

Berdasarkan hasil analisis ragam yang diperoleh di atas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah ransum ternyata memberikan berat badan sapi yang berbeda atau kita menerima hipotesis $H_0 > 0$.

BAB VI

PERBANDINGAN BERGANDA

Pendahuluan

Uji F digunakan untuk menguji perbedaan perlakuan yang dicobakan. Jika hipotesis $H_0 = 0$ diterima dan $H_0 > 0$ ditolak, berarti semua perlakuan yang dicobakan semua sama (F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel}), maka ini memberikan konsekuensi untuk tidak perlu lagi melakukan pengujian lanjutan, tetapi jika hipotesis $H_0 = 0$ ditolak dan $H_0 > 0$ diterima (F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel}), berarti paling sedikit ada dua nilai tengah perlakuan yang berbeda, maka untuk mengetahui nilai-nilai tengah mana yang berbeda harus dilakukan pengujian lanjutan.

Untuk melacak nilai-nilai tengah yang berbeda pada saat hipotesis $H_0 = 0$ ditolak dan $H_0 > 0$ diterima maka ada beberapa macam cara untuk mengetahuinya, dalam hal ini akan dijelaskan uji lanjutan Least Significant Different (Beda Nyata Terkecil/BNT), Honestly Significant Different (uji Tukey atau Beda Nyata jujur/BNJ) dan Duncan's Multiple Range Test (Uji Wilayah Berganda Duncan).

Least Significant Different (LSD)

Least Significant Different (LSD) atau Beda Nyata Terkecil (BNT) atau Beda Nyata Terkecil Fisher (Fisher LSD) atau Uji t berganda (Multiple t test) atau Uji perbandingan Terencana, merupakan nama-nama uji lanjutan yang berbeda nama namun analisisnya tetap sama.

Aturan dasar yang perlu diperhatikan agar uji BNT dapat digunakan secara efektif yaitu tidak menggunakan uji BNT bila percobaan mencakup lebih dari 5 perlakuan dan gunakan uji BNT untuk perbandingan terencana tanpa memperhatikan banyaknya perlakuan.

Rumus nilai pembanding BNT/LSD pada taraf α dengan perlakuan yang mempunyai *ulangan yang sama*

$$NP \text{ BNT/LSD}_{\alpha} = t_{\alpha} (2.S^2 / r)^{1/2}$$

Dimana:

t_{α} : Nilai t (table t) pada taraf α (berdasarkan nilai DB galat pada table analisis ragam)

S^2 : KT galat pada table analisis ragam

r : Jumlah ulangan

Untuk menilai apakah 2 nilai tengah perlakuan berbeda atau tidak secara statistik, maka bandingkan selisih (beda) 2 nilai tengah perlakuan tersebut dengan NP BNT/LSD setelah nilai tengah tersebut diurut dari nilai terbesar ke terkecil. *Jika beda (selisih) 2 nilai tengah perlakuan lebih besar dari nilai NP BNT/LSD, maka 2 nilai tengah tersebut dikatakan berbeda secara nyata pada taraf α , demikian pula sebaliknya.* **Contoh** penerapan dengan menggunakan kasus RAL dengan *ulangan sama*, data pengamatan dan hasil sidik ragam sebagai berikut.

Data hasil pengamatan dari suatu percobaan.

Ulangan	Perlakuan					
	A	B	C	D	E	F
1	19.4	17.7	17.0	20.7	14.3	17.3
2	32.6	24.8	19.9	21.0	14.4	19.4
3	27.0	27.9	9.1	20.5	11.8	19.1
4	32.1	25.2	11.9	18.8	11.6	16.9
5	33.0	24.3	15.8	18.6	14.2	20.8
Jumlah	144.1	119.9	73.2	99.6	66.3	93.5
Rataan	28.8	24.0	19.6	19.9	13.3	18.7

Hasil sidik ragam

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	1%
P	5	847,05	169,41	14,37**	2,62	3,90
G	24	282,93	11,79			
T	29	1129,98				

Dari table data pengamatan dan sidik ragam diketahui:

DB galat = 24

KT galat = 11,79

Ulangan = 5

Nilai table t berdasarkan nilai DB galat = 2,064 (0,05) dan = 2,064 (0,01)

Jadi:

$$\text{NP BNT}_{\alpha 0,05} = 2,064 * \left\{ 2 * \frac{11,79}{5} \right\}^{1/2}$$

$$= \mathbf{4,5}$$

$$\text{NP BNT}_{\alpha 0,01} = 2,797 * \left\{ 2 * \frac{11,79}{5} \right\}^{1/2}$$

$$= \mathbf{6,1}$$

Tabel BNT/LSD

Perlakuan	Rata-rata	Beda pada $\alpha 0,05$	Beda pada $\alpha 0,01$
A	28,8	a	a
B	24,0	b	ab
D	19,9	bc	bc
F	18,7	cd	bcd
C	14,6	de	cd
E	13,3	e	d

Rumus nilai pembandingan BNT/LSD pada taraf α dengan perlakuan yang mempunyai ***ulangan yang tidak sama***

$$\text{NP BNT/LSD}_{\alpha} = t_{\alpha} \left\{ S^2 * \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \right\}^{1/2}$$

Dimana:

t_{α} : Nilai t (table t) pada taraf α (berdasarkan nilai db

galat pada table analisis ragam

S^2 : KT galat pada table analisis ragam

r_1 : jumlah ulangan 1

r_2 : jumlah ulangan 2

Contoh penerapan dengan menggunakan kasus RAL dengan *ulangan tidak sama*, data pengamatan dan hasil sidik ragam sebagai berikut. Data hasil pengamatan dari suatu percobaan.

Data Pengamatan

Ulangan	Perlakuan			Total
	A	B	C	
1	382.5	350.5	285.0	
2	379.6	345.6	276.3	
3	380.0	351.3	280.7	
4	375.9	340.6	-	
Jumlah	1518.0	1388.0	842.0	3748
J.Ulgan	4	4	3	11
Rataan	379.5	347.0	280.7	340.7

Hasil sidik ragam

SK	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					5%	1%
P	2	16992,51	8496,26	508,15**	4,46	8,61
G	8	133,73	16,72			
T	10	17126,24				

Diketahui:

DB galat = 8; KT galat = 16,72

r₁ = 4; r₂ = 3

Nilai table t berdasarkan nilai DB galat = 2.306 (0,05) dan 3.355 (0,01)

Jadi:

$$\text{NP BNT}_{\alpha 0,05} = 2,306 * \left\{ 16,72 * \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3} \right) \right\}^{1/2}$$

$$= \mathbf{7,20}$$

$$\text{NP BNT}_{\alpha 0,01} = 3,355 * \left\{ 16,72 * \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3} \right) \right\}^{1/2}$$

$$= \mathbf{10,48}$$

Tabel BNT/LSD

Perlakuan	Rata-rata	Beda pada $\alpha 0,05$	Beda pada $\alpha 0,01$
A	379,5	a	a
B	374,0	a	a
C	280,7	b	b

Honesty Significant Difference (uji tukey = HSD)

Uji tukey sering juga disebut uji Beda Nyata Jujur/BNJ (*honesty significant difference test*) yang diperkenalkan oleh jw. Tukey (1953).

Rumus NP BNJ/HSD untuk perlakuan dengan ***ulangan yang sama*** adalah

$$W = Q_{\alpha} * S_Y$$

Dimana

W = Nilai pembanding

Q_{α} = Nilai table berdasarkan pada

P : Jumlah perlakuan

Fe : DB galat

S_Y = Galat baku nilai tengah

$$S_Y = (s^2 / r)^{1/2}$$

Dimana

s^2 = Kuadrat tengah galat (KTG)

r = Jumlah ulangan

Contoh : Penerapan UJI BNJ dengan menggunakan data pengamatan dan hasil sidik ragam yang telah digunakan pada uji lanjutan BNT dengan ulangan yang sama.

Diketahui:

$P = 6$; $r = 5$; $Fe = 24$; KTG = 11,79

Nilai Q_{α} berdasarkan nilai P dan Fe adalah 4,37 ($Q_{\alpha 0,05}$) dan 5,37 ($Q_{\alpha 0,01}$).

Nilai S_Y adalah

$$S_Y = \left(\frac{11,79}{5} \right)^{1/2} = 1,54$$

Jadi nilai pembanding adalah

$$W_{0,05} = 1,54 * 4,37 = \mathbf{6,7}$$

$$W_{0,01} = 1,54 * 5,37 = \mathbf{8,3}$$

Tabel perbedaan

Perlakuan	Rata-rata	$W_{0,05}$	$W_{0,01}$
A	28.8	a	a
B	24.0		ab
D	19.9		bc
F	18.7	bc	bc
C	14.6	bc	c
E	13.3	c	c
		c	

Rumus BNJ/HSD untuk perlakuan dengan *ulangan yang tidak sama* adalah

$$W = Q_{\alpha} * S_Y$$

Dimana

W = Nilai pembanding

Q_{α} = Nilai table * s

Dimana :

Nilai table berdasarkan pada:

P : Jumlah perlakuan

Fe : DB galat

s : $KTG^{1/2}$

$$S_Y = \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \right\}^{1/2}$$

Dimana:

r = Jumlah ulangan

Contoh Penerapan Uji BNJ dengan menggunakan data pengamatan dan hasil sidik ragam yang telah digunakan pada uji lanjutan BNT dengan ulangan yang tidak sama.

Diketahui:

$$P = 3 \quad Fe = 8$$

Nilai table α berdasarkan nilai P dan Fe adalah 4,04 ($\alpha_{0,05}$) dan 5,63 ($\alpha_{0,01}$)

$$r_1 = 4 \quad r_2 = 3$$

$$KTG = 16,72$$

$Q\alpha$ adalah

$$Q_{0,05} = 4,04 * (16,72)^{1/2} = 16,52$$

$$Q_{0,01} = 5,63 * (16,72)^{1/2} = 23,02$$

S_Y adalah

$$S_Y = \left\{ \frac{1}{2} * \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3} \right) \right\}^{1/2} = 0,54$$

Jadi nilai penbandingnya adalah

$$W_{0,05} = 16,52 * 0,54 = \mathbf{8,92}$$

$$W_{0,01} = 23,02 * 0,54 = \mathbf{12,43}$$

Perlakuan	Rata-rata	$W_{0,05}$	$W_{0,01}$
A	379,5	a	a
B	374,0	a	a
C	280,7	b	b

Duncan's Multiple Range Test (Uji Wilayah Berganda Duncan)

Duncan's Multiple Range Test (Uji Wilayah Berganda Duncan) digunakan untuk menguji perbedaan diantara semua pasangan perlakuan yang mungkin, *tanpa memperhatikan jumlah perlakuan* yang ada dari percobaan.

Rumus Duncan

untuk percobaan dengan ulangan yang sama:

$$S_Y = (s^2 / r)^{1/2}$$

Dimana:

s^2 = Nilai Kuadrat tengah galat (KTG)

r = Ulangan.

Contoh Penerapan UJI Duncan dengan menggunakan data pengamatan dan hasil sidik ragam yang telah digunakan pada uji lanjutan BNT dengan ulangan yang sama.

Diketahui:

$$KTG = 11,79$$

$$DBG = 24$$

$$r = 5$$

1. Tentukan Galat Baku dari nilai tengah perlakuan

$$S_y = \left(\frac{11,79}{5} \right)^{1/2} = 1,54$$

2. Tentukan nilai “ Wilayah Nyata Student (WYS)” (gunakan table student) berdasarkan nilai DBG (24) pada taraf α 0,05 dan 0,01

	0,05	0,01
2	2,92	3,96
3	3,07	4,14
4	3,15	4,24
5	3,22	4,33
6	3,28	4,39

3. Tentukan Nilai Pembanding (NP) taraf 5 % dan 1 % dengan menggunakan persamaan

$$NP = WYS * S_y$$

	0,05	0,01
2	4.4968	6.0984
3	4.7278	6.3756
4	4.8510	6.5296
5	4.9588	6.6682
6	5.0512	6.7606

4. Tentukan perlakuan yang berbeda berdasarkan nilai pembading pada taraf alfa, dengah mengurut nilai rata-rata perlakuan dari nilai terbesar ke terkecil

Perlakuan	Rataan	0,05	0,01
A	28.8	a	a
B	24.0	b	ab
D	19.9	bc	bc
F	18.7	cd	bcd
C	14.6	de	cd
E	13.3	e	d

Rumus Duncan,

untuk percobaan dengan ulangan yang tidak sama:

$$S_Y = (s^2)^{1/2}$$

Dimana :

s^2 = Nilai kuadrat tengah (KTG)

Contoh Penerapan Uji Duncan dengan menggunakan data pengamatan dan hasil sidik ragam yang telah digunakan pada uji lanjutan BNT dengan ulangan yang tidak sama.

II. Diketahui:

KTG = 16,72

DBG = 8

r_1 = 5

r_2 = 3

1. Tentukan Galat Baku dari nilai tengah perlakuan

$$S_Y = (16,72)^2 = 4,09$$

2. Tentukan nilai “Wilayah Nyata Student (WYS)” (gunakan table student) berdasarkan nilai DBG (8) pada taraf α 0,05 dan 0,01

	0,05	0,01
2	3.26	4.74
3	3,39	5.00

3. Tentukan nilai “Wilayah Nyata Terpendek (WYT)” dengan menggunakan rumus

$$WYT = WNS * S_Y$$

	0,05	0,01
2	13,3334	19,3866
3	13,8651	20,4500

4. Tentukan Nilai Pembandingan (NP) taraf 5 % dan 1 % dengan menggunakan persamaan

$$NP = WYT * \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right) \right\}^{1/2}$$

Contoh perhitungan

$$NP A: B_{(0,05)} = 13,3334 \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) \right\}^{1/2} = 7,18$$

$$NP A: B_{(0,01)} = 19,3866 \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) \right\}^{1/2} = 10,44$$

Nilai pembandingan

	0,05	0,01
A : B	6.6667	9.6933
A : C	7.4666	11.0126
B : C	5.0772	10.4400

Tentukan perlakuan yang berbeda berdasarkan nilai pembandingan pada taraf alfa, dengan mengurut nilai rata-rata perlakuan dari nilai terbesar ke terkecil

Perlakuan	Rataan	0,05	0,01
A	379.5	a	a
B	374.0	a	a
C	280.7	b	b

BAB VII

PERCOBAAN FAKTORIAL

Pendahuluan

Pada percobaan-percobaan yang lalu, kita hanya mengamati pengaruh factor tunggal terhadap respons tertentu. Dalam melaksanakan percobaan tersebut kita menggunakan rancangan dasar, apakah RAL, RAK, atau RBSL. Rancangan-rancangan dasar ini tetap akan dipergunakan dalam setiap melakukan percobaan faktorial.

Dalam pembahasan berikut ini akan dikemukakan percobaan-percobaan yang terdiri dari 2 faktor atau lebih. Percobaan sejenis ini biasanya dikenal sebagai percobaan faktorial atau percobaan berfaktor.

Perlu diingat bahwa suatu factor akan terdiri atas beberapa perlakuan yang biasanya dikenal sebagai taraf factor, misalnya:

Faktor material (M) terdiri atas:

Material A (M_1) ; Material B (M_2) ; Material C (M_3)

Faktor Temperatur (T) terdiri atas:

Temperatur 50°F (T_1) ; Temperatur 65°F (T_2) ; Temperatur 80°F (T_3)

Maka kombinasi perlakuan adalah

M_1T_1	M_1T_2	M_1T_3
M_2T_1	M_2T_2	M_2T_3
M_3T_1	M_3T_2	M_3T_3

Patut juga diingat bahwa dalam percobaan faktorial kita selalu berurusan dengan kombinasi perlakuan. Dalam contoh diatas kita mencoba sembilan kombinasi perlakuan

Beberapa keuntungan dari percobaan faktorial yaitu lebih efisien dalam menggunakan sumber-sumber yang ada. Informasi yang diperoleh lebih komprehensif, karena kita mempelajari berbagai interaksi yang ada. Hasil percobaan dapat diterapkan dalam suatu kondisi yang lebih luas karena kita mempelajari kombinasi dari berbagai faktor. Sedangkan keterbatasan dari factor ini adalah Analisis statistiknya menjadi lebih kompleks. Terdapat kesulitan dalam menyediakan satuan percobaan yang relatif homogen, dan pengaruh dari kombinasi perlakuan tertentu mungkin tidak berarti apa-apa sehingga terjadi pemborosan sumber daya yang ada.

A. PERCOBAAN FAKTORIAL
DENGAN RANCANGAN DASAR RAL
(jumlah ulangan yang sama)

Suatu percobaan agronomi yang dilaksanakan di rumah kaca untuk mempelajari pengaruh pemupukan Nitrogen dan Varietas padi terhadap hasil panen. Diduga bahwa hasil panen dipengaruhi oleh interaksi pemupukan nitrogen dan varietas atau $H_0 > 0$

Factor pemupukan (N) terdiri dari

Dosis 0 kg N/ha (N_0)

Dosis 60 kg N/ha (N_1)

Factor Varietas padi (V) terdiri dari

Varietas IR (V_1)

Varietas Ciliwung (V_2)

Rancangan dilakukan dengan rancangan dasar RAL yang masing-masing diulang sebanyak 5 kali. Percobaan tersebut merupakan percobaan factorial 2 x 2 sehingga terdapat empat kombinasi perlakuan yaitu

V_1N_0 V_1N_1
 V_2N_0 V_2N_1

Pengacakan dan denah percobaan

$(V_1N_1)_5$	$(V_2N_0)_1$	$(V_1N_1)_3$	$(V_1N_0)_3$
$(V_2N_0)_2$	$(V_2N_1)_1$	$(V_2N_0)_4$	$(V_2N_1)_3$
$(V_2N_1)_4$	$(V_1N_0)_2$	$(V_2N_1)_5$	$(V_1N_0)_5$
$(V_2N_1)_2$	$(V_1N_1)_4$	$(V_1N_1)_2$	$(V_2N_0)_5$
$(V_1N_0)_4$	$(V_2N_0)_3$	$(V_1N_0)_1$	$(V_1N_1)_1$

Model linear dan Analisis data

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana :

Y_{ijk} = Nilai produksi varietas padi pada petak percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ke-ij.

μ = Rata-rata produksi varietas padi yang sesungguhnya.

α_i = Pengaruh additif dari varietas padi pada ke-i

β_j = Pengaruh additif dari pemupukan nitrogen ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara varietas padi ke-i dan taraf pemupukan nitrogen ke-j.

ε_{ijk} = Pengaruh galat percobaan pada petak percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ke-ij.

Data hasil percobaan

ulangan	Perlakuan				Total
	V_1N_0	V_1N_1	V_2N_0	V_2N_1	
1	8,53	17,53	32,00	39,14	
2	20,53	21,07	32,80	26,20	
3	12,53	20,80	28,87	31,33	
4	14,00	17,33	25,06	45,80	
5	10,80	20,07	29,33	40,20	
Total	66,39	96,80	139,06	182,67	484,92
Rataan	13,28	19,36	27,81	36,53	24,25

Table total perlakuan

Faktor N	Faktor V		Total
	V ₁	V ₂	
N ₀	66,39	139,06	205,45
N ₁	96,80	182,67	279,47
Total	163,19	321,73	484,92

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(484,92)^2}{2 \times 2 \times 5} = 11757,37$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = (ulangan \times faktor N \times faktor V) - 1$$

$$DB T = (5 \times 2 \times 2) - 1 = 19$$

$$DB \text{ Perlakuan} = (faktor V \times faktor N) - 1$$

$$DB \text{ Perlakuan} = (2 \times 2) - 1 = 3$$

$$DB (V) = faktor V - 1$$

$$DB (V) = 2 - 1 = 1$$

$$DB (N) = \text{factor } N - 1$$

$$DB (N) = 2 - 1 = 1$$

$$DB (VN) = DB (V) \times DB (N)$$

$$DB (VN) = 1 \times 1 = 1$$

$$DB \text{ Galat} = DBT - DBP$$

$$DB \text{ Galat} = 19 - 3 = 16$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK \text{ Total} = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK \text{ Total} = (8,53)^2 + (20,53)^2 + \dots + (40,20)^2 - FK = 1919,33$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{(\text{total} \cdot \text{perlakuan})^2}{\text{ulangan}} - FK$$

$$JK_{Perlakuan} = \frac{(66,39)^2 + \dots + (182,67)^2}{5} - FK = 1539,41$$

$$JK(V) = \frac{(\text{total} \cdot \text{faktor} \cdot V)^2}{\text{ulangan} \times \text{faktor} \cdot N} - FK$$

$$JK(V) = \frac{(163,19)^2 + (321,73)^2}{5 \times 2} - FK = 1256,75$$

$$JK(N) = \frac{(total \cdot faktor \cdot N)^2}{ulangan \times faktor \cdot V} - FK$$

$$JK(N) = \frac{(205,45)^2 + (279,47)^2}{5 \times 2} - FK = 273,95$$

$$JK(VN) = JKP - JK(V) - JK(N)$$

$$JK(VN) = 1539,41 - 1256,75 - 273,95 = 8,71$$

$$JK\ Galat = JKT - JKP$$

$$JK\ Galat = 1919,33 - 1539,41 = 379,92$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1539,41				
V	1	1256,75	1256,75	52,92 ^{**}	4,49	8,53
N	1	273,95	273,95	11,53 ^{**}		
VN	1	8,71	8,71	0,37 ^{tn}		
Galat	16	379,92	23,75			
Total	19	1919,33				

kk = 20 %

Berdasarkan hasil sidik ragam yang diperoleh, ternyata F hitung kedua perlakuan (V dan N) secara individu lebih besar dari nilai F table α 0,01, hal ini tidak akan berbeda jika kita menganalisis perlakuan V dan N secara sendiri-sendiri. Dalam hipotesis diduga bahwa interaksi kedua perlakuan akan mempengaruhi produksi, tetapi dugaan tersebut tidak terbukti karena F hitung lebih kecil dari F table 0,05 sehingga hipotesis $H_0 > 0$ harus ditolak.

A. PERCOBAAN FAKTORIAL

DENGAN RANCANGAN DASAR RAL

(Jumlah ulangan yang tidak sama).

Pada prinsipnya denah percobaan dan model linear untuk rancangan factorial dengan rancangan dasar RAL dengan jumlah ulangan yang tidak sama, sama dengan denah percobaan dan model linear pada rancangan factorial dengan rancangan dasar RAL ulangan yang sama, hanya karena perbedaan jumlah ulangan setiap perlakuan maka model analisis sedikit berbeda.

Contoh analisis data dua factor untuk jumlah ulangan yang tidak sama adalah sebagai berikut.

Data hasil pengamatan

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan
	1	2	3	4		
W_1K_1	117.05	113.63	135.25	86.39	452.32	113.08
W_1K_2	122.74	102.80	82.95	74.94	383.43	95.86
W_1K_3	100.21	91.83	73.17	-	265.21	88.40
W_1K_4	80.26	60.67	62.34	49.69	252.96	63.24
W_2K_1	116.78	84.87	90.79	90.77	383.21	95.80
W_2K_2	127.26	97.01	90.47	-	315.74	105.25
W_2K_3	86.91	73.42	63.64	61.94	285.91	71.48
W_2K_4	70.02	52.65	54.29	55.76	232.72	58.18
W_3K_1	93.09	65.94	88.77	70.27	318.07	79.52
W_2K_2	106.59	63.88	62.08	42.58	275.13	68.78
W_2K_3	73.66	56.56	52.83	45.41	228.46	57.11
W_2K_4	64.06	45.70	41.14	40.73	191.63	47.19
Total					3584.79	

Perlakuan	Jum Ulangan	Perlakuan	Jum ulangan	Perlakuan	Jum ulangan
W ₁ K ₁	4	W ₂ K ₁	4	W ₃ K ₁	4
W ₁ K ₂	4	W ₂ K ₂	3	W ₂ K ₂	4
W ₁ K ₃	3	W ₂ K ₃	4	W ₂ K ₃	4
W ₁ K ₄	4	W ₂ K ₄	4	W ₂ K ₄	4

Tabel Perlakuan

Faktor W	Faktor K				Total	Jum data
	K1	K2	K3	K4		
W1	452.32	383.43	265.21	252.96	1353.92	15
W2	383.21	315.74	285.91	232.72	1217.58	15
W3	318.07	275.13	228.46	191.63	1013.29	16
Total	1153.6	974.30	779.58	677.31	3584.79	
Jum-dat	12	11	11	12		

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(3584,79)^2}{46} = 27936346$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$**DB Total = (Banyaknya pengamatan) - 1**$$

$$DB T = 46 - 1 = 45$$

$$**DB Perlakuan = (faktor W \times faktor K) - 1**$$

$$DB Perlakuan = (3 \times 4) - 1 = 11$$

$$**DB (W) = faktor W - 1**$$

$$DB (W) = 3 - 1 = 2$$

$$**DB (K) = faktor K - 1**$$

$$DB (K) = 4 - 1 = 3$$

$$**DB (WK) = DB (W) \times DB (K)**$$

$$DB (WK) = 2 \times 3 = 6$$

$$**DB Galat = DBT - DBP**$$

$$DB Galat = 45 - 11 = 34$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK \text{ Total} = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (117,05)^2 + (122,74)^2 + \dots + (40,73)^2 - FK \\ &= 27273,65 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{Perlakuan}} = \frac{(\text{total} \cdot \text{perlakuan})^2}{\text{ulangan}} - FK$$

$$\begin{aligned} JK_{\text{Perlakuan}} &= \frac{(452,32)^2}{4} + \frac{(383,43)^2}{4} + \frac{(265,21)^2}{3} + \dots + \frac{(191,63)^2}{4} \\ &\quad - FK \\ &= 18346,28 \end{aligned}$$

$$JK(W) = \frac{(\text{total} \cdot \text{faktor} \cdot W)^2}{\text{Jumlah} \cdot \text{data}} - FK$$

$$JK(W) = \frac{(1353,92)^2}{15} + \frac{(1217,58)^2}{15} + \frac{(1013,29)^2}{16} - FK = 5848,86$$

$$JK(K) = \frac{(\text{total} \cdot \text{faktor} \cdot K)^2}{\text{Banyaknya} \cdot \text{data}} - FK$$

$$\begin{aligned} JK(K) &= \frac{(1153,6)^2}{12} + \frac{(974,30)^2}{11} + \frac{(779,58)^2}{11} + \frac{(677,31)^2}{12} \\ &\quad - FK \\ &= 11310,97 \end{aligned}$$

$$JK(WK) = JKP - JK(W) - JK(K)$$

$$JK(WK) = 18346,28 - 5848,86 - 11310,97 = 1186,45$$

$$JK\ Galat = JKT - JK(W) - JK(K) - JK(WK)$$

$$JK\ Galat = 27273,65 - 5848,86 - 11310,97 - 1186,45 = 8927,37$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Perlakuan	11	18346,28				
W	2	5848,86	2924,43	11,14 ^{**}	3,28	5,29
K	3	11310,97	3770,32	14,36 ^{**}	2,88	4,42
WK	6	1186,45	197,74	0,75 ^{tn}	2,38	3,38
Galat	34	8927,37	262,57			
Total	45	27273,65				

kk = 20 %

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan table analisis ragam diatas tidak berbeda dengan kesimpulan yang telah diperoleh pada percobaan faktorial dengan jumlah ulangan yang sama.

B. PERCOBAAN FAKTORIAL

DENGAN RANCANGAN DASAR RAK

Percobaan factorial dengan rancangan dasar RAK tidak lain adalah menggunakan RAK sebagai rancangan percobaannya, sedangkan factor yang dicobakan lebih dari satu factor. Penerapan percobaan factorial ini umumnya digunakan dalam bidang pertanian. Agar pemahaman tentang percobaan factorial lebih luas maka diuraikan contoh penerapan dan analisis percobaan factorial yang terdiri dari tiga faktor.

Factor penambahan Lysine (L) terdiri dari

Lysine 0 % (L_1)

Lysine 0,05 % (L_2)

Lysine 0,10 % (L_3)

Lysine 0,15 % (L_4)

Factor penambahan Methionine (M) terdiri dari

Methionine 0 % (M_1)

Methionine 0,025 % (M_2)

Methionine 0,050 % (M_3)

Factor pemberian Tepung Kedelai (P) terdiri dari

Tepung kedelai 12 % (P_1)

Tepung kedelai 14 % (P_2)

Percobaan tersebut merupakan percobaan factorial $4 \times 3 \times 2$ sehingga terdapat 24 kombinasi perlakuan, yang dikelompokkan dalam dua kelompok. Kombinasi perlakuan tersebut adalah sebagai berikut;

$L_1M_1P_1$	$L_2M_1P_1$	$L_3M_1P_1$	$L_4M_1P_1$
$L_1M_1P_2$	$L_2M_1P_2$	$L_3M_1P_2$	$L_4M_1P_2$
$L_1M_2P_1$	$L_2M_2P_1$	$L_3M_2P_1$	$L_4M_2P_1$
$L_1M_2P_2$	$L_2M_2P_2$	$L_3M_2P_2$	$L_4M_2P_2$
$L_1M_3P_1$	$L_2M_3P_1$	$L_3M_3P_1$	$L_4M_3P_1$
$L_1M_3P_2$	$L_2M_3P_2$	$L_3M_3P_2$	$L_4M_3P_2$

Pengacakan dan denah percobaan

I	II
$L_1M_1P_1$	$L_1M_1P_2$
$L_4M_3P_2$	$L_1M_2P_2$
$L_2M_3P_1$	$L_1M_3P_1$
$L_3M_2P_1$	$L_2M_3P_2$
$L_4M_1P_1$	$L_3M_3P_1$
$L_3M_3P_2$	$L_4M_3P_1$
$L_1M_3P_2$	$L_3M_2P_2$
$L_2M_2P_2$	$L_2M_2P_1$
$L_3M_1P_1$	$L_1M_2P_1$
$L_4M_2P_1$	$L_2M_1P_1$
$L_2M_1P_2$	$L_3M_1P_2$
$L_1M_1P_2$	$L_4M_2P_2$
$L_1M_2P_2$	$L_4M_1P_2$
$L_1M_3P_1$	$L_2M_3P_1$
$L_2M_3P_2$	$L_3M_2P_1$
$L_3M_3P_1$	$L_4M_1P_1$
$L_4M_3P_1$	$L_3M_3P_2$

$L_3M_2P_2$	$L_1M_3P_2$
$L_2M_2P_1$	$L_2M_2P_2$
$L_1M_2P_1$	$L_3M_1P_1$
$L_2M_1P_1$	$L_4M_2P_1$
$L_3M_1P_2$	$L_2M_1P_2$
$L_4M_2P_2$	$L_1M_1P_2$
$L_4M_1P_2$	$L_1M_2P_2$

Model linear dan Analisis data

$$Y_{ijkl} = \mu + K_l + L_i + M_j + P_k + (LM)_{ij} + (LP)_{ik} + (MP)_{jk} + (LMP)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dimana :

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan (respon) dari kelompok ke-l, yang memperoleh taraf ke-i dari faktor L, taraf ke-j dari faktor M, dan taraf ke-k dari faktor P.
- μ = Rata-rata yang sesungguhnya.
- K_l = Pengaruh additif dari kelompok ke-l
- L_i = Pengaruh additif dari taraf ke-i faktor L
- M_j = Pengaruh additif dari taraf ke-j faktor M
- P_k = Pengaruh additif dari taraf ke-k faktor P
- $(LM)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor L dan taraf ke-j faktor M.
- $(LP)_{ik}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor L dan taraf ke-k faktor P.
- $(MP)_{jk}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-j faktor M dan taraf ke-k faktor P.

$(LMP)_{ijk}$ = Pengaruh interaksi antara taraf ke-i faktor L, taraf ke-j faktor M dan taraf ke-k faktor P.

ε_{ijkl} = Pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-l yang memperoleh taraf ke-i faktor L, taraf ke-j faktor M dan taraf ke-k faktor P.

Data hasil percobaan

L	M	P	Kelompok		Total	Rataan
			I	II		
L ₁	M ₁	P ₁	1.11	0.97	2.08	1.04
		P ₂	1.52	1.45	2.97	1.49
	M ₂	P ₁	1.09	0.99	2.08	1.04
		P ₂	1.27	1.22	2.49	1.25
	M ₃	P ₁	0.85	1.21	2.06	1.03
		P ₂	1.67	1.24	2.91	1.46
L ₂	M ₁	P ₁	1.30	1.00	2.30	1.15
		P ₂	1.55	1.53	3.08	1.54
	M ₂	P ₁	1.03	1.21	2.24	1.12
		P ₂	1.24	1.34	2.58	1.29
	M ₃	P ₁	1.12	0.96	2.08	1.04
		P ₂	1.76	1.27	3.03	1.52
L ₃	M ₁	P ₁	1.22	1.13	2.35	1.18
		P ₂	1.38	1.08	2.46	1.23
	M ₂	P ₁	1.34	1.41	2.75	1.38
		P ₂	1.40	1.21	2.61	1.31
	M ₃	P ₁	1.34	1.19	2.53	1.27
		P ₂	1.46	1.39	2.85	1.43
L ₄	M ₁	P ₁	1.19	1.03	2.22	1.11
		P ₂	0.80	1.29	2.09	1.05
	M ₂	P ₁	1.36	1.16	2.52	1.26
		P ₂	1.42	1.39	2.81	1.41
	M ₃	P ₁	1.46	1.03	2.49	1.25
		P ₂	1.62	1.27	2.89	1.45
Total			31.50	28.97	60.47	

Tabel interaksi L x M

Faktor L	Faktor M			Total L
	M ₁	M ₂	M ₃	
L ₁	5.05	4.57	4.97	14.59
L ₂	5.38	4.82	5.11	15.31
L ₃	4.81	5.36	5.38	15.55
L ₄	4.31	5.33	5.38	15.02
Total M	19.55	20.08	20.84	60.47

Tabel interaksi L x P

Faktor L	Faktor P		Total L
	P ₁	P ₂	
L ₁	6.22	8.37	14.59
L ₂	6.62	8.69	15.31
L ₃	7.63	7.92	15.55
L ₄	7.23	7.79	15.02
Total P	27.7	32.77	60.47

Tabel interaksi M x P

Faktor L	Faktor P		Total L
	P ₁	P ₂	
M ₁	8.95	10.60	19.55
M ₂	9.59	10.49	20.08
M ₃	9.16	11.68	20.84
Total P	27.7	32.77	60.47

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(60,47)^2}{4 \times 3 \times 2 \times 2} = 76,1796$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = (Kelompok \times fak L \times fak M \times fak P) - 1$$

$$DB T = (2 \times 4 \times 3 \times 2) - 1 = 47$$

$$DB \text{ Perlakuan} = (fak L \times fak M \times fak P) - 1$$

$$DB \text{ Perlakuan} = (4 \times 3 \times 2) - 1 = 23$$

$$DB \text{ Kelompok} = kel - 1$$

$$DB \text{ Kelompok} = 2 - 1 = 1$$

$$DB \text{ Galat} = DBT - DBP - DBK$$

$$DB \text{ Galat} = 47 - 23 - 1 = 23$$

$$DB (L) = fak L - 1$$

$$DB (L) = 4 - 1 = 3$$

$$DB (M) = fak M - 1$$

$$DB (M) = 3 - 1 = 2$$

$$DB (P) = fak P- 1$$

$$DB (P) = 2 - 1 = 1$$

$$DB (LM) = DB L \times DB M$$

$$DB (LM) = 3 \times 2 = 6$$

$$DB (LP) = DB L \times DB P$$

$$DB (LP) = 3 \times 1 = 3$$

$$DB (MP) = DB M \times DB P$$

$$DB (MP) = 2 \times 1 = 2$$

$$DB (LMP) = DB L \times DB M \times DB P$$

$$DB LPM = 3 \times 2 \times 1 = 6$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK Total = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK Total = (1,11)^2 + (1,52)^2 + \dots + (1,27)^2 - FK = 2,0409$$

$$JK \cdot Perlakuan = \frac{(\text{total} \cdot \text{perlakuan})^2}{\text{Kelompok}} - FK$$

$$JK Perlakuan = \frac{(2,08)^2 + (2,97)^2 + \dots + (2,89)^2}{2} - FK = 1,2756$$

$$JK \cdot Kelompok = \frac{(total \cdot kelompok)^2}{fak \cdot L \times fak \cdot M \times fak \cdot P} - FK$$

$$JKKelompok = \frac{(31,50)^2 + (28,97)^2}{4 \times 3 \times 2} - FK = 0,1333$$

$$JK \text{ Galat} = JKT - JKP - JKK$$

$$JKGalat = 2,0409 - 1,2756 - 0,1333 = 0,632$$

$$JK(L) = \frac{(total \cdot faktor \cdot L)^2}{Kel \times fak \cdot M \times fak \cdot P} - FK$$

$$JK(L) = \frac{(14,59)^2 + \dots + (15,02)^2}{2 \times 3 \times 2} - FK = 0,0426$$

$$JK(M) = \frac{(total \cdot faktor \cdot M)^2}{Kel \times fak \cdot L \times fak \cdot P} - FK$$

$$JK(M) = \frac{(19,55)^2 + \dots + (20,84)^2}{2 \times 4 \times 2} - FK = 0,0525$$

$$JK(P) = \frac{(total \cdot faktor \cdot P)^2}{kel \times fak \cdot L \times fak \cdot M} - FK$$

$$JK(P) = \frac{(27,7)^2 + (32,77)^2}{2 \times 4 \times 3} - FK = 0,5355$$

$$JK(LP) = \frac{(\text{nilai} \cdot LP)^2}{kel \times fak \cdot M} - FK - JK(L) - JK(P)$$

$$JK(LP) = \frac{(6,22)^2 + \dots + (7,79)^2}{2 \times 3} - FK - JK(L) - JK(P) = 0,24$$

$$JK(LM) = \frac{(\text{nilai} \cdot LM)^2}{kel \times fak \cdot P} - FK - JK(L) - JK(M)$$

$$JK(LM) = \frac{(5,05)^2 + \dots + (5,38)^2}{2 \times 2} - FK - JK(L) - JK(M) = 0,25$$

$$JK(MP) = \frac{(\text{nilai} \cdot MP)^2}{kel \times fak \cdot L} - FK - JK(M) - JK(P)$$

$$JK(MP) = \frac{(8,95)^2 + \dots + (11,68)^2}{2 \times 4} - FK - JK(M) - JK(P) = 0,08$$

$$JK(LMP) = JKP - JK(L) - JK(M) - JK(P) - JK(LP) - JK(LM) - JK(MP)$$

$$JK(LMP) = 1,2756 - 0,0426 - 0,0525 - 0,5355 - 0,24 - 0,25 - 0,08 = 0,0683$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Kelompok	3	0,1333	-			
Perlakuan	23	1,2756	-			
L	3	0,0426	0,0142	0,52 ^{tn}	3,03	4,76
M	3	0,0525	0,0262	0,95 ^{tn}	3,42	5,66
P	1	0,5355	0,5355	19,47 ^{**}	4,28	7,88
LM	6	0,2524	0,0424	1,54 ^{tn}	2,53	3,71
LP	3	0,2400	0,0800	2,91 ^{tn}	3,03	4,76
MP	2	0,0822	0,0411	1,49 ^{tn}	3,42	5,66
LMP	6	0,0683	0,0114	0,52 ^{tn}	2,53	3,71
Galat	23	0,6320	0,0275			
Total	47	2,0409				

kk = 13,16 %

C. PERCOBAAN FAKTORIAL

DENGAN RANCANGAN DASAR RBSL

Untuk memahami analisis percobaan factorial dengan rancangan dasar RBLS alangkah baiknya jika kita langsung menerapkan dalam sebuah kasus sebagai berikut. Dalam percobaan tersebut tersedia 4 jenis mobil {Sedan (P), Daihatzu (M), Feroza (N), dan kijang (S)} yang akan digunakan untuk mengetahui pengaruh jenis oli dan jumlah liter terhadap berbagai jenis mobil dalam menghemat penggunaan bahan bakar.

Factor Jenis OLI (O) terdiri dari
Mesran (O_1)

Evalup (O_2)

Factor jumlah liter (L) terdiri dari
1 liter (L_1)

2 liter (L_2)

Kombinasi perlakuan

O_1L_1 O_2L_1

O_1L_2 O_2L_2

Masing-masing kombinasi diulang 4 kali

Pengacakan dan denah percobaan

	K o l o m			
B a r i s	(O_1L_1)	(O_1L_2)	(O_2L_1)	(O_2L_2)
	(O_1L_2)	(O_2L_1)	(O_2L_2)	(O_1L_1)
	(O_2L_1)	(O_2L_2)	(O_1L_1)	(O_1L_2)
	(O_2L_2)	(O_1L_1)	(O_1L_2)	(O_2L_1)

Model linear dan Analisis data

$$Y_{ijk_r} = \mu + B_i + K_j + O_k + L_r + (OL)_{kr} + \varepsilon_{ijk_r}$$

Dimana

Y_{ijk_r} = Nilai pengamatan dari perlakuan ke-k dalam baris ke-i dan kolom ke-j

μ = Nilai tengah populasi

B_i = Pengaruh additif dari baris ke-i

K_j = Pengaruh additif dari kolom ke-j

O_k = Pengaruh additif dari taraf ke-k faktor O

L_r = Pengaruh additif dari taraf ke-r factor L

$(OL)_{kr}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-k factor O dan taraf ke-r factor L

ε_{ijk_r} = Pengaruh galat percobaan pada baris ke-i kolom ke-j yang memperoleh taraf ke-k factor O, dan taraf ke-r factor L.

Data kolom baris

Baris (hari)	Kolom (Jenis Mobil)				Total Baris
	P	M	N	S	
1	14	10	11	12	47
2	10	10	11	8	39
3	14	12	13	11	50
4	11	11	10	10	42
Tot. kolom	49	43	45	41	178

Data Perlakuan

Ulangan	Perlakuan			
	O ₁ L ₁	O ₂ L ₁	O ₁ L ₂	O ₂ L ₂
1	14	10	11	12
2	8	10	10	11
3	13	11	14	12
4	11	10	10	11
Tot. Perlakuan	46	41	45	46

Tabel interaksi O x L

Faktor L	Faktor O		Total L
	O ₁	O ₂	
L ₁	46	45	91
L ₂	41	46	87
Total O	87	91	178

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(178)^2}{4^2} = 1980,25$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB\ Total = (Ulangan \times fak\ O \times fak\ L) - 1$$

$$DB\ T = (4 \times 2 \times 2) - 1 = 15$$

$$DB\ Baris = Jumlah\ baris - 1$$

$$DB\ Baris = 4 - 1 = 3$$

$$DB\ Kolom = Jumlah\ kolom - 1$$

$$DB\ Kolom = 4 - 1 = 3$$

$$DB\ Perlakuan = Jumlah\ Perlakuan - 1$$

$$DB\ Perlakuan = 4 - 1 = 3$$

$$DB\ Galat = DBT - DBB - DB\ K$$

$$DB\ Galat = 15 - 3 - 3 = 9$$

$$DB\ (O) = fak\ O - 1$$

$$DB\ (O) = 2 - 1 = 1$$

$$DB\ (L) = fak\ L - 1$$

$$DB\ (L) = 2 - 1 = 1$$

$$DB\ (OL) = DB\ O \times DB\ L$$

$$DB\ (OL) = 1 \times 1 = 1$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK\ Total = \text{jum kuad semua nilai pengam} - FK$$

$$JK\ Total = (14)^2 + (10)^2 + \dots + (10)^2 - FK = 37,75$$

$$JKBaris = \frac{(total \cdot baris)^2}{Kolom} - FK$$

$$JKBaris = \frac{(47)^2 + \dots + (42)^2}{4} - FK = 18,25$$

$$JKKolom = \frac{(total \cdot kolom)^2}{Baris} - FK$$

$$JKKolom = \frac{(49)^2 + \dots + (41)^2}{4} - FK = 8,75$$

$$JKPerlakuan = \frac{(total \cdot perlakuan)^2}{Ulangan} - FK$$

$$JKPerlakuan = \frac{(46)^2 + \dots + (46)^2}{4} - FK = 4,25$$

$$JK\ Galat = JKT - JKB - JKK - JKP$$

$$JKGalat = 37,75 - 18,25 - 8,75 - 4,25 = 6,5$$

$$JK(O) = \frac{(total \cdot faktor \cdot O)^2}{Ulangan \times fak \cdot L} - FK$$

$$JK(O) = \frac{(87)^2 + (91)^2}{4 \times 2} - FK = 1$$

$$JK(L) = \frac{(total \cdot faktor \cdot L)^2}{Ulangan \times fak \cdot O} - FK$$

$$JK(L) = \frac{(91)^2 + (87)^2}{4 \times 2} - FK = 1$$

$$JK(OL) = JKP - JK(O) - JK(L)$$

$$JK(OL) = 4,25 - 1 - 1 = 2,25$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Baris	3	18,25				
Kolom	3	8,75				
Perlakuan	3	4,25				
O	1	1	1	1,39 ^{tn}	5,12	10,56
L	1	1	1	1,39 ^{tn}		
OL	1	2,25	2,25	3,12 ^{tn}		
Galat	9	6,5	0,72			
Total	15	37,75				

kk= 7.62 %

BAB VIII

RANCANGAN PETAK TERBAGI

Pendahuluan

Rancangan petak terbagi (RPT) juga merupakan suatu rancangan yang perlakuannya lebih dari 1 faktor, namun dalam rancangan ini dikenal adanya **petak utama** (*main plot*) dan **anak petak** (*subplot*) dimana hal tersebut tidak ditemukan pada rancangan faktorial. Dalam percobaan ini kita tetap menggunakan salah satu rancangan dasar seperti halnya pada rancangan faktorial.

Kapan Digunakan RPT ?

1. Pada percobaan yang berhadapan dengan masalah ukuran petak (plot)

Contoh, suatu percobaan yang mengevaluasi pengelolaan air dan variatas padi. Untuk kepentingan praktis maka kita akan menggunakan plot yang lebih besar untuk pengelolaan air. Pengelolaan air dapat ditempatkan sebagai petak utama (*main plot*) sementara varietas padi ditempatkan sebagai anak petak (*sub plot*).

2. Untuk memperbesar ketelitian pada faktor tertentu dibandingkan terhadap faktor lain.

Contoh, kadang-kadang dalam percobaan yang terdiri 2 faktor atau lebih seorang peneliti memrntingkan atau lebih mencurahkan perhatian pada satu faktor tertentu dibandingkan faktor lain

misalnya pada contoh diatas pengelolaan air ditempatkan sebagai mainplot (factor yang kurang penting) dan varietas padi ditempatkan sebagai subplot (factor yang lebih penting).

Perlu diingat bahwa dalam percobaan RPT pengacakan dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama untuk pengacakan factor utama (mainplot) dan yang lainnya pengacakan anak petak (subplot) dalam setiap petak utama.

A. PERCOBAAN RANCANGAN PETAK TERPISAH DENGAN RANCANGAN DASAR RAL (jumlah ulangan yang sama)

Suatu percobaan teknologi hasil pertanian yang dilaksanakan disuatu ruangan yang terkontrol untuk melihat pengaruh sumber getah dan persentase getah yang digunakan untuk mempercepat proses pemisahan air dan lemak dalam proses pembuatan minyak kelapa. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali

Petak utama adalah sumber getah tanaman pepaya

G_1 = Getah dari pohon

G_2 = Getah dari buah

Anak petak adalah persentase getah yang digunakan

D_0 = 0 %

D_2 = 4 %

D_1 = 2 %

D_3 = 6 %

Kombinasi perlakuan

G_1D_0	G_1D_1	G_1D_2	G_1D_3
G_2D_0	G_2D_1	G_2D_2	G_2D_3

Denah Percobaan

$(G_1P_0)_1$	$(G_2P_1)_1$	$(G_2P_2)_1$	$(G_1P_0)_3$	$(G_1P_3)_1$	$(G_2P_3)_1$	$(G_1P_3)_2$	$(G_1P_3)_2$
$(G_2P_0)_1$	$(G_1P_0)_2$	$(G_2P_0)_2$	$(G_2P_1)_3$	$(G_1P_1)_2$	$(G_2P_2)_2$	$(G_1P_2)_1$	$(G_1P_3)_3$
$(G_1P_2)_3$	$(G_2P_1)_2$	$(G_1P_1)_1$	$(G_2P_2)_3$	$(G_1P_2)_2$	$(G_2P_0)_3$	$(G_2P_3)_2$	$(G_1P_1)_3$

Model linear dan Analisis

$$Y_{ijr} = u + G_i + E_{ir} + D_j + (GD)_{ij} + E_{ijr}$$

Dimana

Y_{ijr} = Nilai pengamatan pada pengamatan ke-r yang memperoleh taraf ke-i dari factor G dan taraf ke-j dari factor B.

u = Nilai rata-rata sesungguhnya

G_i = Pengaruh additif dari taraf ke-i factor G

E_{ir} = Pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-i dari factor G dalam pengamatan ke-r (galat a)

D_j = Pengaruh additif dari taraf ke-j factor D

$(GD)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i factor G dan taraf ke-j factor D.

E_{ijr} = Pengaruh galat pada pengamatan ke-r yang memperoleh taraf ke-i factor G dan taraf ke-j factor D (Galat b)

Data hasil pengamatan

Faktor G	r	Faktor D				Total
		D_0	D_1	D_2	D_3	
G_1	1	0.31	0.53	0.49	0.28	
	2	0.45	0.29	0.38	0.45	
	3	0.83	0.61	0.81	0.76	
Sub total		1.59	1.43	1.68	1.49	6.19
Rata-rata		0.53	0.48	0.56	0.50	
G_2	1	0.47	0.85	0.69	0.31	
	2	0.84	0.27	0.25	0.51	
	3	0.73	0.85	0.79	0.61	
Sub total		2.04	1.97	1.73	1.43	7.17
Rata-rata		0.68	0.66	0.58	0.48	
Total		3.63	3.40	3.41	2.92	13.36
Rata-rata		0.60	0.57	0.57	0.49	0.56

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(13,36)^2}{2 \times 4 \times 3} = 7,4371$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = (ulangan \times faktor \text{ G} \times faktor \text{ D}) - 1$$

$$DB \text{ T} = (3 \times 2 \times 3) - 1 = 23$$

$$DB (G) = faktor \text{ G} - 1$$

$$DB \text{ G} = 2 - 1 = 1$$

$$DB \text{ Galat}_a = faktor \text{ G} (ulangan - 1)$$

$$DB \text{ E}_a = 2 (3 - 1) = 4$$

$$DB (D) = faktor \text{ D} - 1$$

$$DB (D) = 4 - 1 = 3$$

$$DB (GD) = (G - 1) \times (D - 1)$$

$$DB (GD) = (2 - 1) \times (4 - 1) = 3$$

$$DB \text{ Galat}_b = G (ulangan - 1) (faktor \text{ D} - 1)$$

$$DB \text{ E}_b = 2 (3 - 1) (4 - 1) = 12$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK \text{ Total} = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK \text{ Total} = (0.31)^2 + (0.45)^2 + \dots + (0.61)^2 - FK = 1.05$$

$$JK \cdot PU = \frac{(\text{tot} \cdot \text{nilai} \cdot \text{ulang})^2}{\text{faktor} \cdot AP} - FK$$

$$JK \cdot PU = \frac{(1.61)^2 + \dots + (2.98)^2}{4} - FK = 0.53$$

$$JK(G) = \frac{(\text{sub} \cdot \text{tot} \cdot \text{faktor} \cdot G)^2}{\text{ulangan} \times \text{fakt} \cdot D} - FK$$

$$JK(G) = \frac{(6,19)^2 + (7,17)^2}{3 \times 4} - FK = 0,04$$

$$JK(Ea) = JK \text{ Petak Utama} - JKG$$

$$JK(Ea) = 0,53 - 0,04 = 0,49$$

$$JK(D) = \frac{(\text{total} \cdot D)^2}{\text{ulangan} \times \text{fakt} \cdot G} - FK$$

$$JK(D) = \frac{(3,63)^2 + \dots + (2,92)^2}{3 \times 2} - FK = 0,04$$

$$JK(GD) = \frac{(Jum \cdot sub \cdot tot \cdot D)}{ulangan} - FK - JKG - JKD$$

$$JK(GD) = \frac{(1,59)^2 + \dots + (1,43)^2}{3} - FK - JKG - JKD = 0,04$$

$$JK Eb = JKT - JKPU - JKD - JKGD$$

$$JK Eb = 1,05 - 0,53 - 0,04 - 0,04 = 0,44$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Pet Utama		0,53				
G	1	0,04	0,04	<1 ^{tn}	7,71	21,20
E _a	4	0,49	0,12			
Anak Pet						
D	3	0,04	0,01	<1 ^{tn}	3,49	5,95
GD	3	0,04	0,01	<1 ^{tn}	3,49	5,95
E _b	12	0,44	0,04			
Total	23	1,05				

$$kk(a) = \frac{\sqrt{KTa / r}}{rataan \cdot umum} \times 100$$

$$kk(a) = \frac{\sqrt{0,12/3}}{0,56} \times 100 = 36\%$$

$$kk(b) = \frac{\sqrt{KTb}}{rataan \cdot umum} \times 100$$

$$kk(a) = \frac{\sqrt{0,04}}{0,56} \times 100 = 36\%$$

A. PERCOBAAN RANCANGAN PETAK TERPISAH DENGAN RANCANGAN DASAR RAL

(jumlah ulangan yang tidak sama)

Suatu percobaan pengaruh penambahan HDPE pada plastik Film Poly Propylene yang terdiri dari factor waktu sebagai petak utama dan persentase filler kalsium karbonat sebagai anak petak yang dilakukan di laboratorium. Petak utama terdiri dari $W_1 = 0$ jam, $W_2 = 100$ jam, $W_3 = 350$ jam, dan Anak petak terdiri dari $K_1 = 20$ %, $K_2 = 30$ %, $K_3 = 40$ %, $K_4 = 50$ % . Data hasil pengamatan sebagai berikut

Faktor W	r	Faktor K				Total
		K_1	K_2	K_3	K_4	
W_1	1	76	76	57	40	249
	2	214	141	123	78	556
	3	335	182	183	145	845
	4	319	246	207	-	772
Sub total		944	645	570	263	2422
W_2	1	77	105	54	35	271
	2	178	146	91	76	491
	3	270	216	154	134	774
	4	352	206	-	212	770
Sub total		877	673	299	457	2306
W_3	1	39	76	44	41	200
	2	184	108	87	84	463
	3	227	186	153	146	712
	4	323	214	211	187	925
Sub total		773	584	495	458	2310
Total		2594	1902	1365	1178	7038

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(7038)^2}{46} = 1076814$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = (\text{banyaknya pengamatan}) - 1$$

$$DB \text{ T} = 46 - 1 = 45$$

$$DB (W) = \text{factor } W - 1$$

$$DB \text{ W} = 3 - 1 = 2$$

$$DB \text{ Galat } _a = \text{faktor } G (\text{ulangan} - 1)$$

$$DB \text{ E}_a = 2 (3 - 1) + 1 (4 - 1) = 7$$

$$DB (K) = \text{factor } K - 1$$

$$DB (K) = 4 - 1 = 3$$

$$DB (WK) = (W - 1) \times (K - 1)$$

$$DB (WK) = (3 - 1) \times (4 - 1) = 6$$

$$DB \text{ Galat } _b = DB \text{ T} - DB \text{ W} - DB \text{ K} - DB \text{ WK}$$

$$DB \text{ E}_b = 45 - 2 - 7 - 3 - 6 = 27$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK \text{ Total} = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK \text{ Total} = (76)^2 + (214)^2 + \dots + (187)^2 - FK = 323654$$

$$JK \cdot PU = \frac{(\text{tot} \cdot \text{nilai} \cdot \text{ulang})^2}{\text{faktor} \cdot AP} - FK$$

$$JK \cdot PU = \frac{(249)^2 + (556)^2 + \dots + (935)^2}{4} - FK = 1289815$$

$$JK(W) = \frac{(\text{subtot} \cdot \text{fak} \cdot W)^2}{\text{ulang} \times \text{fakt} \cdot K} - FK$$

$$JK(W) = \frac{(2422)^2}{(4 \times 4) - 1} + \frac{(2306)^2}{(4 \times 4) - 1} + \frac{(2310)^2}{(4 \times 4)} - FK = 227358$$

$$JK(Ea) = JK \cdot PU - JKW$$

$$JK(Ea) = 1289815 - 227358 = 126707,92$$

$$JK(K) = \frac{(\text{total} \cdot K)^2}{\text{ulangan} \times \text{fakt} \cdot W} - FK$$

$$JK(K) = \frac{(2594)^2}{(3 \times 4)} + \dots + \frac{(1178)^2}{(3 \times 4) - 1} - FK = 80926,51$$

$$JK(WK) = \frac{(\text{Jum} \cdot \text{subtot} \cdot K)}{\text{ulangan}} - FK - JKW - JKK$$

$$JK(WK) = \frac{(944)^2}{4} + \dots + \frac{(263)^2}{3} + \dots + \frac{(458)^2}{4} - FK - JKW - JKK$$

$$= 6928,08$$

$$JK\ Eb = JKT - JKPU - JK(K) - JKWK$$

$$JK\ Eb = 323654 - 128981,5 - 80926,51 - 6928,08$$

$$= 106817,91$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Pet						
Utama	2	2273.58	1136.79	0.06 ^{tn}	4.74	9.55
W	7	126707.9	18101.13			
E _a	2					
Anak Pet	3		26975.50	6.82 ^{**}	3,49	4.60
K	6	80926.51	1154.68	0.29 ^{tn}	3,49	3.56
WK	27	6928.08	3956.22			
E _b		106817.9				
		1				
Total	45	323654				

$$kk_a = 52 \%$$

$$kk_b = 42 \%$$

B. PERCOBAAN RANCANGAN PETAK TERPISAH DENGAN RANCANGAN DASAR RAK

Suatu percobaan pembuatan pulp yang terdiri dari tiga metode yaitu metode M_1 , M_2 dan M_3 yang diletakkan sebagai petak utama dan factor temperatur diletakkan sebagai anak petak yang terdiri dari $S_1 = 200\text{ }^{\circ}\text{F}$, $S_2 = 225\text{ }^{\circ}\text{F}$, $S_3 = 250\text{ }^{\circ}\text{F}$ dan $S_4 = 275\text{ }^{\circ}\text{F}$. Setiap kombinasi perlakuan di kelompokkan dalam 3 kelompok. Data daya rentang kertas dari penelitian ini ditunjukkan dalam table berikut.

Model linear dan Analisis

$$Y_{ijk} = u + K_k + M_i + E_{ik} + S_j + (MS)_{ij} + E_{ijk}$$

Dimana

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari factor M dan taraf ke-j dari factor S.

u = Nilai rata-rata sesungguhnya

K_k = Pengaruh additif dari kelompok ke-k

M_i = Pengaruh additif dari taraf ke-i factor M

E_{ik} = Pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-i dari factor M dalam kelompok ke-k (galat a)

S_j = Pengaruh additif dari taraf ke-j factor S

$(MS)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i factor M dan taraf ke-j factor S.

E_{ijk} = Pengaruh galat pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i factor M dan taraf ke-j factor S (Galat b)

Data hasil pengamatan

Faktor M	k	Faktor S				Total
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
M ₁	1	30	35	37	38	140
	2	34	41	36	42	153
	3	29	26	33	36	124
Sub total		93	102	106	116	417
M ₂	1	28	32	40	41	141
	2	31	36	42	40	149
	3	31	30	32	40	133
Sub total		90	98	114	121	423
M ₃	1	31	37	41	40	149
	2	35	40	39	44	158
	3	32	34	39	45	150
Sub total		98	111	119	129	457
Total		281	311	339	366	1297
Total kelompok			1	2	3	
			430	460	407	

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total \cdot jendral)^2}{banyaknya \text{ pengamatan}}$$

$$FK = \frac{(1297)^2}{3 \times 3 \times 4} = 46728,03$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB \text{ Total} = \text{banyaknya pengamatan} - 1$$

$$DB \text{ T} = (3 \times 3 \times 4) - 1 = 35$$

$$DB \text{ K} = \text{kelompok} - 1$$

$$DB \text{ K} = 3 - 1 = 2$$

$$DB \text{ (M)} = \text{factor M} - 1$$

$$DB \text{ M} = 3 - 1 = 2$$

$$DB \text{ Galat}_a = (\text{kelompok} - 1)(\text{factor M} - 1)$$

$$DB \text{ E}_a = (3 - 1)(3 - 1) = 4$$

$$DB \text{ (S)} = \text{factor S} - 1$$

$$DB \text{ (S)} = 4 - 1 = 3$$

$$DB \text{ (MS)} = (M - 1) \times (S - 1)$$

$$DB \text{ (MS)} = (3 - 1) \times (4 - 1) = 6$$

$$DB \text{ Galat}_b = M (\text{ulangan} - 1) (\text{factor S} - 1)$$

$$DB \text{ E}_b = 3 (3 - 1) (4 - 1) = 18$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$JK \text{ Total} = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$

$$JK \text{ Total} = (30)^2 + (35)^2 + \dots + (45)^2 - FK = 822,97$$

$$JK \cdot PU = \frac{(\text{total} \cdot \text{nilai} \cdot PU)^2}{\text{Anak} \cdot \text{Petak}} - FK$$

$$JK \cdot PU = \frac{(140)^2 + \dots + (150)^2}{4} - FK = 227,22$$

$$JK.Klp = \frac{(\text{total.nilai.kelompok})^2}{M \times S} - FK$$

$$JK.Klp = \frac{(430)^2 + \dots + (407)^2}{3 \times 4} - FK = 117,72$$

$$JK(M) = \frac{(\text{subtot faktor.M})^2}{\text{kelompok} \times \text{fakt.S}} - FK$$

$$JK(M) = \frac{(430)^2 + \dots + (407)^2}{3 \times 4} - FK = 77,55$$

$$JK(Ga) = JK \text{ PU} - JK \text{ M} - JK \text{ K}$$

$$JK(Ga) = 227,22 - 77,55 - 117,72 = 31,19$$

$$JK(S) = \frac{(\text{nilai.total.S})^2}{\text{ulangan} \times \text{faktor.M}} - FK$$

$$JK(S) = \frac{(281)^2 + \dots + (366)^2}{3 \times 3} - FK = 445,19$$

$$JK(MS) = \frac{(\text{Nilai.subtot})^2}{\text{kelompok}} - FK - JKM - JKS$$

$$JK(MS) = \frac{(93)^2 + \dots + (129)^2}{3} - FK - JKM - JKS = 20,26$$

$$JK E_b = JKT - JKPU - JKS - JKMS$$

$$JK E_b = 822,97 - 227,22 - 445,19 + 20,26 = 130,3$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Pet Utama						
K	2	117,72	58,86			
M	2	77,55	38,78	4,85 ^{tn}	6,94	18,00
E _a	4	31,95	7,99			
Anak Pet						
S	3	445,19	148,40	20,50 ^{tn}	3,16	5,09
MS	6	20,26	3,38	0,45 ^{tn}	2,66	4,01
E _b	18	130,30	7,24			
Total	35	822,97				

$$kk_a = 3,92 \%$$

$$kk_b = 7,48 \%$$

C. PERCOBAAN RANCANGAN PETAK TERPISAH DENGAN RANCANGAN DASAR RBSL

Suatu percobaan metode pengeringan gabah dengan menggunakan konsentrasi garam. Volume gabah (V) ditentukan dalam empat taraf yaitu 2, 4, 6 dan 8 kg yang ditempatkan sebagai petak utama dan konsentrasi garam (S) terdiri dari empat taraf yaitu 10, 20, 30 dan 40 %. Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak empat kali. Data hasil pengamatan berat kering gabah yang diperoleh tampak pada table berikut..

Model linear dan Analisis

$$Y_{ijk_r} = u + B_r + C_k + V_i + E_{i_kr} + S_j + (VS)_{ij} + \epsilon_{ijk_r}$$

Dimana

Y_{ijk_r} = Nilai pengamatan pada baris ke-r dan kolom ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari factor V dan taraf ke-j dari factor S.

u = Nilai rata-rata sesungguhnya

B_r = Pengaruh aditif dari baris ke-r

C_k = Pengaruh aditif dari kolom ke-k

V_i = Pengaruh aditif dari taraf ke-i factor V

E_{i_kr} = Pengaruh galat yang muncul pada taraf ke-i dari factor M dalam baris ke-r dan kolom ke-k (galat a)

S_j = Pengaruh aditif dari taraf ke-j factor S

$(VS)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i factor V dan taraf ke-j factor S.

ϵ_{ijk} = Pengaruh galat pada baris ke-r dan kolom ke-k yang memperoleh taraf ke-i factor V dan taraf ke-j factor S (Galat b).

Denah Percobaan

Faktor V	Baris (hari)	Kolom (alat Pengereng)			
		L	I	N	A
V_1	A	S_1	S_2	S_3	S_4
	B	S_2	S_3	S_4	S_1
	C	S_3	S_4	S_1	S_2
	D	S_4	S_1	S_2	S_3
V_2	A	S_4	S_3	S_2	S_1
	B	S_1	S_4	S_3	S_2
	C	S_2	S_1	S_4	S_3
	D	S_3	S_2	S_1	S_4
V_3	A	S_2	S_3	S_4	S_1
	B	S_3	S_4	S_1	S_2
	C	S_4	S_1	S_2	S_3
	D	S_1	S_2	S_3	S_4
V_4	A	S_3	S_4	S_1	S_2
	B	S_4	S_1	S_2	S_3
	C	S_1	S_2	S_3	S_4
	D	S_2	S_3	S_4	S_1

Data hasil pengamatan kolom baris

Faktor V	Baris	Kolom (alat pengering)				Total
		L	I	N	A	
V ₁	A	42,9	53,8	44,5	44,4	185,6
	B	41,6	58,5	53,8	41,8	195,7
	C	28,9	43,9	40,7	28,3	141,8
	D	30,8	46,3	39,4	34,7	151,2
Sub total		144,2	202,5	178,4	149,2	674,3
V ₂	A	53,3	57,6	59,8	64,1	234,8
	B	69,6	69,6	65,8	57,4	262,4
	C	45,4	42,4	41,4	44,1	173,3
	D	35,1	51,9	45,4	51,6	184,0
Sub total		203,4	221,5	212,4	217,2	854,5
V ₃	A	62,3	63,4	64,5	63,6	253,8
	B	58,5	50,4	46,1	56,1	211,1
	C	44,6	45,0	62,6	52,7	204,9
	D	50,3	46,7	50,3	51,8	199,1
Sub total		215,7	205,5	223,5	224,2	868,9
V ₄	A	75,4	70,3	68,8	71,6	286,1
	B	65,6	67,3	65,3	69,4	267,6
	C	54,0	57,6	45,6	56,6	213,8
	D	52,7	58,5	51,0	47,4	209,6
Sub total		247,7	253,7	230,7	245,0	977,1
Total Kolom		811,0	883,2	845,0	835,6	3374,8
Total Baris		A	B	C	D	
		960,3	936,8	733,8	743,9	

Data hasil pengamatan

Petak Utama	u	Anak Petak				Total
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
V ₁	1	42,9	53,8	44,5	44,4	
	2	41,8	41,6	58,5	53,8	
	3	40,7	28,3	28,9	43,9	
	4	46,3	39,4	34,7	30,8	
Sub total		171,7	163,1	166,6	172,9	674,3
V ₂	1	64,1	59,8	57,6	53,3	
	2	69,6	57,4	65,8	69,6	
	3	42,4	45,4	44,1	41,4	
	4	45,4	51,9	35,1	51,6	
Sub total		221,5	214,5	202,6	215,9	854,5
V ₃	1	63,6	62,3	63,4	64,5	
	2	46,1	56,1	58,5	50,4	
	3	45,0	62,6	52,7	44,6	
	4	50,3	46,7	50,3	51,8	
Sub total		205,0	227,7	224,9	211,3	868,9
V ₄	1	68,8	71,6	75,4	70,3	
	2	67,3	65,3	69,4	65,6	
	3	54,0	57,6	45,6	56,6	
	4	47,4	52,7	58,5	51,0	
Sub total		237,5	247,2	248,9	243,5	977,1
Total		835,7	852,5	843,0	843,5	3374,8

Tentukan factor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(total.jendral)^2}{banyaknyapengamatan}$$

$$FK = \frac{(1297)^2}{4 \times 4 \times 4} = 177957,4$$

Tentukan derajat bebas (DB)

$$DB(T)l = banyaknya\ pengamatan - 1$$

$$DB(T) = (4 \times 4 \times 4) - 1 = 63$$

$$DB(B) = Jum\ Baris - 1$$

$$DB(B) = 4 - 1 = 3$$

$$DB(K) = Jum\ Kolom - 1$$

$$DB(K) = 4 - 1 = 3$$

$$DB(V) = factor\ V - 1$$

$$DB(V) = 4 - 1 = 3$$

$$DB\ Galat_a = (Fak\ V - 1)(kelompok - 2)$$

$$DB(E_a) = (4 - 1)(4 - 2) = 6$$

$$DB(S) = factor\ S - 1$$

$$DB(S) = 4 - 1 = 3$$

$$DB (VS) = (V - 1) \times (S - 1)$$

$$DB (VS) = (4 - 1) \times (4 - 1) = 9$$

$$DB Galat_b = V (ulangan - 1) (factor S - 1)$$

$$DB (E_b) = 4 (4 - 1) (4 - 1) = 36$$

Tentukan jumlah kuadrat (JK)

$$JK Tot = \text{jum kuadrat semua nilai pengamatan} - FK$$

$$JK Tot = (42,9)^2 + (53,8)^2 + \dots + (51,0)^2 - FK = 7855,12$$

$$JK.PU = \frac{(\text{total.nilai.PU})^2}{\text{Anak.Petak}} - FK$$

$$JK.PU = \frac{(185,6)^2 + \dots + (209)^2}{4} - FK = 6366,7$$

$$JK.B = \frac{(\text{total.nilai.Baris})^2}{\text{Ulangan} \times \text{Kolom}} - FK$$

$$JK.B = \frac{(960,3)^2 + \dots + (743,9)^2}{4 \times 4} - FK = 2768,8$$

$$JK.K = \frac{(total.nilai.Kolom)^2}{Ulangan \times Baris} - FK$$

$$JK.K = \frac{(811,0)^2 + \dots + (835,6)^2}{4 \times 4} - FK = 168,6$$

$$JK(V) = \frac{(subtot.faktor.V)^2}{Ulangan \times fakt.S} - FK$$

$$JK(V) = \frac{(674,3)^2 + \dots + (977,1)^2}{4 \times 4} - FK = 2952,7$$

$$JKGa = JK.PU - JK.B - JK.K - JK(V)$$

$$JKGa = 6366,7 - 2768,8 - 168,6 - 2952,7 = 476,6$$

$$JKS = \frac{(nilai.total.S)^2}{ulangan \times faktor.V} - FK$$

$$JKS = \frac{(835,7)^2 + \dots + (843,6)^2}{4 \times 4} - FK = 8,9$$

$$JK.VS = \frac{(Nil.subtot)^2}{Ulangan} - FK - JKV - JKS$$

$$JK.MS = \frac{(171,7)^2 + \dots + (243,5)^2}{4} - FK - JKV - JKS = 161,5$$

$$JK G_b = JKT - JKPU - JKS - JKVS$$

$$JK G_b = 7855,12 - 6366,7 - 8,9 - 161,52 = 1318,0$$

Tabel ANOVA

SK	DB	JK	KT	FH	FT	
					0,05	0,01
Pet Utama						
B	3	2768,8	922,93	11,62		
K	3	168,6	56,20	<1		
V	3	2952,7	984,23	12,39**	4,76	9,78
E _a	6	476,6	79,43			
Anak Pet						
S	3	8,9	2,97	<1 ^{tn}	2,86	4,38
MS	9	161,5	17,95	0,49 ^{tn}	2,15	2,94
E _b	36	1318,0	36,61			
Total	63	7855,1				

$$kk_a = 8,45 \%$$

$$kk_b = 11,47\%$$

DAFTAR PUSTAKA

- Adji Sastrosupadi, 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Edisi Revisi. Kanisius.
- Ahmad. A. H. 2004. *Pengantar Statistik Pendekatan Memahami Statistik Penyelidikan untuk Golongan Sains Sosial*. Taman Shamolin Perkasa, Cheras, Kuala Lumpur. 56100
- Akhsan, M. A. 2003. *Pertumbuhan dan Produksi jagung (Zea mays. L) sebagai Tanaman Sela dengan Kerapatan Tanaman yang Berbeda pada Berbagai Tingkat Umur Kelapa Sawit (Elaeis quineensis)*. Program Pascasarjana Universitas hasanuddin, Makassar.
- Albert R. Wildt and Olli T. Ahtola, 1978. *Analysis of Covariance sage Publication*. Inc. Newbury Park, California. 91320
- Frederick J. Gravetter and Larry B. Wellnau. 2009. *Statistik For The Behavioral Science*. WaD Worth Cengage learning USA
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico. Bandung.
- Gudmund R. Iverser and Helmut Norpoth, 1987. *Analysis of Variance*. Sage Publications Ins 2455 teller Road Thousand Oaks, California 91320.
- Gomez, A. A. and K. A. Gomez. 1976. *Statistical Procedures for Agricultural Research* (second edition). International Rice Research Institute.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk teknik dan sains*. Erlangga.
- Harmita dan Maksam Radji. 2006. *Buku Ajar Analisis Hayati*. Penerbit Buku kedokteran EGD.
- James, H. Bray and Scott E. Maxwell. 1985. *Multivariate Analysis of variance*. Sage Publication. Inc. Newbury Park. California. 91320
- James Jaccard. 1998. *Interaction effect in Factorial Analysis of Variance*. A Sage university paper.

- Mattjik, A. A, I Made s, 1999. *Perancangan Percobaan* (Jilid 1). Jurusan Statistik Fakultas Matematika dan IPA. Institut Pertanian Bogor.
- Murray. R. Spiegel. 2000. *Statistik*. Penerbit Erlangga.
- Priyitno. 1993. *Pengaruh Penambahan HDPE pada Plastik Film Poly Propylene*. Makalah Barang Kulit, Karet dan Plastik Vol. VIII No. 14.
- Raupon dan Anisa. 2011. *Perancangan Percobaan*. Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Makassar
- Sofyan K., 1993. *Pengaruh Perlakuan Cuaca Terhadap Kompon PVC dengan Bahan Pengisi Kalsium Karbonat Light*. Makalah Barang Kulit, Karet dan Plastik Vol. VIII No. 14.
- Steel R. Gg. D and Torrie J. 1980. *Principles and Procedures of Statistics A Biometrical Approach*. International Edition., McGraw-Hill, Inc.
- Steel, Robert G. D. dan James H. Torrie. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik*. P.T. Gramedia. Jakarta.
- Subali Bambang, 2011. *Metode Penelitian Biologi*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Suhaemi Zasmeli. 2011. *Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan*. Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Tamansiswa. Padang.
- Yasin, HG. M dan Firdaun Kasim. 2003. *Penggunaan Rancangan Percobaan Dalam Tahapan Pembentukan Varietas Jagung Sintetik*. Informasi Pertanian Volume 12. Balitsereal Maros.
- Yitnosumarto, S. 1991. *Percobaan Perancangan, Analisis dan Interpretasinya*. Garamedia Pustaka Utama.
- Zakaria Badron. 1999. *Aktivitas Fotosintesis dan Rubisco Tanaman yang di Beri Etanol pada Berbagai Tingkat Cekaman Air*. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.

Lampiran A. Point for the distribution of F (5% dan 1 %)																											
f_2	f_1 degrees of freedom (for greater mean square)																										f_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞			
1	161 4,052	200 4,999	216 5,403	225 5,625	230 5,764	234 5,859	237 5,928	239 5,981	241 6,022	242 6,056	243 6,082	244 6,106	245 6,142	246 6,169	248 6,208	249 6,234	250 6,261	251 6,286	252 6,302	253 6,323	253 6,334	254 6,352	254 6,361	254 6,366	1		
2	18.51 98.49	19.00 99.00	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.36	19.37 99.37	19.38 99.39	19.39 99.40	19.40 99.41	19.41 99.42	19.42 99.43	19.43 99.44	19.44 99.45	19.45 99.46	19.46 99.47	19.47 99.48	19.47 99.48	19.48 99.49	19.49 99.49	19.49 99.50	19.50 99.50	19.50 99.50	2		
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.13	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.65 26.50	8.60 26.41	8.58 26.35	8.57 26.27	8.56 26.23	8.54 26.18	8.54 26.14	8.53 26.12	3		
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 1.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46	4		
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.29	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.58 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02	5		
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.26	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.99	3.69 6.94	3.68 6.90	3.67 6.88	6		
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.70	3.24 5.67	3.23 5.65	7		
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.58	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.50 6.19	3.44 6.03	3.39 5.91	3.34 5.82	3.31 5.74	3.28 5.67	3.23 5.56	3.20 5.48	3.15 5.36	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.96	2.96 4.91	2.94 4.88	2.93 4.86	8		
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31	9		
10	4.95 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.62 4.05	2.59 4.01	2.56 3.95	2.55 3.93	2.54 3.91	10		
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.66	2.41 3.62	2.40 3.60	11		
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.59	3.28 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.98	2.54 3.86	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.58	2.36 3.49	2.35 3.46	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36	12		
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.60 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16	13		

Lampiran A. (Lanjutan)

2	1 degrees of freedom (for greater mean square)																									F2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞		
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13	14	
	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.06	3.02	3.00		
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48	2.43	2.39	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.10	2.08	2.07	15	
	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87		
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01	16	
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.98	2.86	2.80	2.77	2.75		
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96	17	
	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65		
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92	18	
	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57		
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.15	2.11	2.07	2.02	2.00	1.96	1.94	1.91	1.90	1.88	19	
	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.64	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.49		
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84	20	
	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42		
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.15	2.09	2.05	2.00	1.96	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.81	21	
	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.42	2.38	2.36		
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.93	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78	22	
	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31		
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76	23	
	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26		
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.76	1.74	1.73	24	
	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.25	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.36	2.33	2.27	2.23	2.21		
25	4.24	3.38	2.99	2.76	2.60	2.49	2.41	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.06	2.00	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72	1.71	25	
	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.46	3.32	3.21	3.13	3.05	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.32	2.29	2.23	2.19	2.17		
26	4.22	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.10	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.72	1.70	1.69	26	
	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.17	3.09	3.02	2.96	2.86	2.77	2.66	2.58	2.50	2.41	2.36	2.28	2.25	2.19	2.15	2.13		

Lampiran A. (Lanjutan)

F2	F1 degrees of freedom (for greater mean square)																								F2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.96 4.80	2.73 4.11	2.57 3.79	2.46 3.56	2.37 3.39	2.30 3.26	2.25 3.14	2.20 3.06	2.16 2.98	2.13 2.93	2.08 2.83	2.03 2.74	1.97 2.63	1.93 2.55	1.88 2.47	1.84 2.38	1.80 2.33	1.76 2.25	1.74 2.21	1.71 2.16	1.68 2.12	1.67 2.10	27
28	4.20 7.64	3.34 5.45	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.76	2.44 3.53	2.36 3.36	2.29 3.23	2.24 3.11	2.19 3.03	2.15 2.95	2.12 2.90	2.06 2.80	2.02 2.71	1.96 2.60	1.91 2.52	1.87 2.44	1.81 2.35	1.78 2.30	1.75 2.22	1.72 2.18	1.69 2.13	1.67 2.09	1.65 2.06	28
29	4.18 7.60	3.33 5.42	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.50	2.35 3.33	2.28 3.20	2.22 3.08	2.18 3.00	2.14 2.92	2.10 2.87	2.05 2.77	2.00 2.68	1.95 2.57	1.90 2.49	1.85 2.41	1.80 2.32	1.77 2.27	1.73 2.19	1.71 2.15	1.68 2.10	1.65 2.06	1.64 2.03	29
30	4.17 7.56	3.32 5.39	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.34 3.30	2.27 3.17	2.21 3.06	2.16 2.98	2.12 2.90	2.09 2.84	2.04 2.74	1.99 2.66	1.93 2.55	1.89 2.47	1.84 2.38	1.79 2.29	1.76 2.24	1.72 2.16	1.69 2.13	1.66 2.07	1.64 2.03	1.62 2.01	30
32	4.15 7.50	3.30 5.34	2.90 4.46	2.67 3.97	2.51 3.66	2.40 3.42	2.32 3.25	2.25 3.12	2.19 3.01	2.14 2.94	2.10 2.86	2.07 2.80	2.02 2.70	1.97 2.62	1.91 2.51	1.88 2.42	1.82 2.34	1.76 2.25	1.75 2.20	1.69 2.12	1.67 2.08	1.64 2.02	1.61 1.98	1.59 1.96	32
34	4.13 7.44	3.28 5.29	2.88 4.42	2.65 3.93	2.49 3.61	2.38 3.38	2.30 3.21	2.23 3.08	2.17 2.97	2.12 2.89	2.08 2.82	2.05 2.76	2.00 2.66	1.95 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.80 2.30	1.74 2.21	1.71 2.15	1.67 2.08	1.64 2.04	1.61 1.98	1.59 1.94	1.57 1.91	34
36	4.11 7.39	3.26 5.25	2.86 4.38	2.63 3.89	2.48 3.58	2.36 3.35	2.28 3.18	2.21 3.04	2.15 2.94	2.10 2.86	2.06 2.78	2.03 2.72	1.98 2.62	1.93 2.54	1.87 2.43	1.82 2.35	1.78 2.26	1.72 2.17	1.69 2.12	1.65 2.04	1.62 2.00	1.59 1.94	1.56 1.90	1.55 1.87	36
38	4.10 7.35	3.25 5.21	2.85 4.34	2.62 3.86	2.46 3.54	2.35 3.32	2.26 3.15	2.19 3.02	2.14 2.91	2.09 2.82	2.05 2.75	2.02 2.69	1.96 2.59	1.92 2.51	1.85 2.40	1.80 2.32	1.76 2.22	1.71 2.14	1.67 2.08	1.63 2.00	1.60 1.97	1.57 1.90	1.54 1.86	1.53 1.84	38
40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.83	2.45 3.51	2.34 3.29	2.25 3.12	2.18 2.99	2.12 2.88	2.07 2.80	2.04 2.73	2.00 2.66	1.95 2.56	1.90 2.49	1.84 2.37	1.79 2.29	1.74 2.20	1.69 2.11	1.66 2.05	1.61 1.97	1.59 1.94	1.55 1.88	1.53 1.84	1.51 1.81	40
42	4.07 7.27	3.22 5.15	2.83 4.29	2.59 3.80	2.44 3.49	2.32 3.26	2.24 3.10	2.17 2.96	2.11 2.86	2.06 2.77	2.02 2.70	1.99 2.64	1.94 2.54	1.89 2.46	1.82 2.35	1.76 2.26	1.73 2.17	1.68 2.08	1.64 2.02	1.60 1.94	1.57 1.91	1.54 1.85	1.51 1.80	1.49 1.78	42
44	4.06 7.24	3.21 5.12	2.82 4.26	2.58 3.78	2.43 3.46	2.31 3.24	2.23 3.07	2.16 2.94	2.10 2.84	2.05 2.75	2.01 2.68	1.98 2.62	1.92 2.52	1.88 2.44	1.81 2.32	1.76 2.24	1.72 2.15	1.66 2.06	1.63 2.00	1.58 1.92	1.56 1.88	1.52 1.82	1.50 1.78	1.48 1.75	44
46	4.05 7.21	3.20 5.10	2.81 4.24	2.57 3.76	2.42 3.44	2.30 3.22	2.22 3.05	2.14 2.92	2.09 2.82	2.04 2.73	2.00 2.66	1.97 2.60	1.91 2.50	1.87 2.42	1.80 2.30	1.75 2.22	1.71 2.13	1.65 2.04	1.62 1.98	1.57 1.90	1.54 1.86	1.51 1.80	1.48 1.76	1.46 1.72	46
48	4.04 7.19	3.19 5.08	2.80 4.22	2.56 3.74	2.41 3.42	2.30 3.20	2.21 3.04	2.14 2.90	2.08 2.80	2.03 2.71	1.99 2.64	1.96 2.58	1.90 2.48	1.86 2.40	1.79 2.28	1.74 2.20	1.70 2.11	1.64 2.02	1.61 1.96	1.56 1.88	1.53 1.84	1.50 1.78	1.47 1.73	1.45 1.70	48

Lampiran A. (Lanjutan)

2	1 degrees of freedom (for greater mean square)																								2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞	
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.90	1.85	1.78	1.74	1.69	1.63	1.60	1.55	1.52	1.48	1.46	1.44	50
	7.17	5.06	4.20	3.72	3.11	3.18	3.02	2.88	2.78	2.70	2.62	2.56	2.46	2.39	2.26	2.18	2.10	2.00	1.94	1.86	1.82	1.76	1.71	1.68	
55	4.02	3.17	2.78	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.97	1.93	1.88	1.83	1.76	1.72	1.67	1.61	1.58	1.52	1.50	1.46	1.43	1.41	55
	7.12	5.01	4.16	3.68	3.37	3.15	2.98	2.85	2.75	2.66	2.59	2.53	2.43	2.35	2.23	2.15	2.06	1.96	1.90	1.82	1.78	1.71	1.66	1.64	
60	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.81	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.50	1.48	1.44	1.41	1.39	60
	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50	2.40	2.32	2.20	2.12	2.03	1.93	1.87	1.79	1.74	1.68	1.63	1.60	
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.94	1.90	1.85	1.80	1.73	1.68	1.63	1.57	1.54	1.49	1.46	1.42	1.39	1.37	65
	7.04	4.95	4.10	3.62	3.31	3.09	2.93	2.79	2.70	2.61	2.54	2.47	2.37	2.30	2.18	2.09	2.00	1.90	1.84	1.76	1.71	1.64	1.60	1.56	
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79	1.72	1.67	1.62	1.56	1.53	1.47	1.45	1.40	1.37	1.35	70
	7.01	4.92	4.08	3.60	3.29	3.07	2.91	2.77	2.67	2.59	2.51	2.45	2.35	2.28	2.15	2.07	1.98	1.88	1.82	1.74	1.69	1.62	1.56	1.53	
80	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77	1.70	1.65	1.60	1.54	1.51	1.45	1.42	1.38	1.35	1.32	80
	6.96	4.88	4.04	3.56	3.25	3.04	2.87	2.74	2.64	2.55	2.48	2.41	2.32	2.24	2.11	2.03	1.94	1.84	1.78	1.70	1.65	1.57	1.52	1.49	
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.79	1.75	1.68	1.63	1.57	1.51	1.48	1.42	1.39	1.34	1.30	1.28	100
	6.90	4.82	3.98	3.51	3.20	2.99	2.82	2.69	2.59	2.51	2.43	2.36	2.26	2.19	2.06	1.98	1.89	1.79	1.73	1.64	1.59	1.51	1.46	1.43	
125	3.32	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.77	1.72	1.65	1.60	1.55	1.49	1.45	1.39	1.36	1.31	1.27	1.25	125
	6.84	4.78	3.94	3.47	3.17	2.95	2.79	2.65	2.56	2.47	2.40	2.33	2.23	2.15	2.03	1.94	1.85	1.75	1.68	1.59	1.54	1.46	1.40	1.37	
150	3.91	3.06	2.67	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.76	1.71	1.64	1.59	1.54	1.47	1.44	1.37	1.34	1.29	1.25	1.22	150
	6.81	4.75	3.91	3.44	3.14	2.92	2.76	2.62	2.53	2.44	2.37	2.30	2.20	2.12	2.00	1.91	1.83	1.72	1.66	1.56	1.51	1.43	1.37	1.33	
200	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.74	1.69	1.62	1.57	1.52	1.45	1.42	1.35	1.32	1.26	1.22	1.19	200
	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.90	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.28	2.17	2.09	1.97	1.88	1.79	1.69	1.62	1.53	1.48	1.39	1.33	1.26	
400	3.88	3.02	2.62	2.39	2.23	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78	1.72	1.67	1.60	1.54	1.49	1.42	1.38	1.32	1.28	1.22	1.16	1.13	400
	6.70	4.66	3.83	3.36	3.06	2.85	2.69	2.55	2.46	2.37	2.29	2.23	2.12	2.04	1.92	1.84	1.74	1.64	1.57	1.47	1.42	1.32	1.24	1.19	
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.10	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.70	1.65	1.58	1.53	1.47	1.41	1.36	1.30	1.26	1.19	1.13	1.08	1000
	6.66	4.62	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	2.34	2.26	2.20	2.09	2.01	1.89	1.81	1.71	1.61	1.54	1.44	1.38	1.28	1.19	1.11	
∞	3.84	2.99	2.60	2.37	2.21	2.09	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52	1.46	1.40	1.35	1.28	1.24	1.17	1.11	1.00	∞
	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.24	2.18	2.07	1.99	1.87	1.79	1.69	1.59	1.52	1.41	1.36	1.25	1.15	1.00	

Lampiran B. Distribution of Probability				
n	.05	.02	.01	.001
1	12.706	31.821	63.657	636.619
2	4.303	6.965	9.925	31.598
3	3.182	4.541	5.841	12.924
4	2.776	3.747	4.604	8.610
5	2.571	3.363	4.032	6.869
6	2.447	3.143	3.707	5.959
7	2.365	2.998	3.499	5.408
8	2.306	2.896	3.355	5.041
9	2.262	2.821	3.250	4.781
10	2.228	2.764	3.169	4.587
11	2.201	2.718	3.106	4.437
12	2.179	2.681	3.055	4.318
13	2.160	2.650	3.012	4.221
14	2.145	2.624	2.977	4.140
15	2.131	2.602	2.947	4.073
16	2.120	2.583	2.921	4.015
17	2.110	2.567	2.898	3.965
18	2.101	2.552	2.878	3.922
19	2.093	2.539	2.861	3.883
20	2.086	2.528	2.845	3.850
21	2.080	2.518	2.831	3.819
22	2.074	2.508	2.819	3.792
23	2.069	2.500	2.807	3.767
24	2.064	2.492	2.797	3.745
25	2.060	2.485	2.787	3.725
26	2.056	2.479	2.779	3.707
27	2.052	2.473	2.771	3.690
28	2.048	2.467	2.763	3.674
29	2.045	2.462	2.756	3.659
30	2.042	2.457	2.750	3.646
40	2.021	2.423	2.704	3.551
60	2.000	2.390	2.660	3.460
120	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	1.960	2.326	2.576	3.291

Lampiran C. Upper percentage points of the student range											
Error df	α	P =number of treatment means									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	.05	3.46	3.43	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.24	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.00	6.22	6.35	6.46
17	.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	.01	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
∞	.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

Lampiran C. Lanjutan

P-number of treatment means										α	Error df
12	13	14	15	16	17	18	19	20			
8.32 10.70	7.47 10.89	7.60 11.08	7.72 11.24	7.83 11.40	7.93 11.55	8.03 11.68	8.12 11.81	8.21 1.93	.05 .01	5	
6.79 9.49	6.92 9.65	7.03 9.81	7.14 9.95	7.24 10.08	7.34 10.21	7.43 10.32	7.51 10.43	7.59 10.54	.05 .01		6
6.43 8.71	6.55 8.86	6.66 9.00	6.76 9.12	6.85 9.24	6.94 9.35	7.02 9.46	7.09 9.55	7.17 9.65	.05 .01	7	
6.18 8.18	6.29 8.31	6.39 8.44	6.48 8.55	6.57 8.66	6.65 8.76	6.73 8.85	6.80 8.94	6.87 9.03	.05 .01		8
5.98 7.78	6.09 7.91	6.19 8.03	6.28 8.13	6.36 8.23	6.44 8.32	6.51 8.41	6.58 8.49	6.64 8.57	.05 .01	9	
5.83 7.48	5.93 7.60	6.03 7.71	6.11 7.81	6.20 7.91	6.27 7.99	6.34 8.07	6.40 8.15	6.47 8.22	.05 .01		10
5.71 7.25	5.81 7.36	5.90 7.46	5.99 7.56	6.06 7.65	6.14 7.73	6.20 7.81	6.26 7.88	6.33 7.95	.05 .01	11	
5.62 7.06	5.71 7.17	5.80 7.26	5.88 7.36	5.95 7.44	6.03 7.52	6.09 7.59	6.15 7.66	6.21 7.73	.05 .01		12
5.53 6.90	5.63 7.01	5.71 7.10	5.79 7.19	5.86 7.27	5.93 7.34	6.00 7.42	6.05 7.48	6.11 7.55	.05 .01	13	
5.46 6.77	5.55 6.87	5.64 6.96	5.72 7.05	5.79 7.12	5.85 7.20	5.92 7.27	5.97 7.33	6.03 7.39	.05 .01		14
5.40 6.66	5.49 6.76	5.58 6.84	5.65 6.93	5.72 7.00	5.79 7.07	5.85 7.14	5.90 7.20	5.96 7.26	.05 .01	15	
5.35 6.56	5.44 6.66	5.52 6.74	5.59 6.82	5.66 6.90	5.72 6.97	5.79 7.03	5.84 7.09	5.90 7.15	.05 .01		16
5.31 6.48	5.39 6.57	5.47 6.66	5.55 6.73	5.61 6.80	5.68 6.87	5.74 6.94	5.79 7.00	5.84 7.05	.05 .01	17	
5.27 6.41	5.35 6.50	5.43 6.58	5.50 6.65	5.57 6.72	5.63 6.79	5.69 6.85	5.74 6.91	5.79 6.96	.05 .01		18
5.23 6.34	5.32 6.43	5.39 6.51	5.46 6.58	5.53 6.65	5.59 6.72	5.65 6.78	5.70 6.84	5.75 6.89	.05 .01	19	
5.20 6.29	5.28 6.37	5.36 6.45	5.43 6.52	5.49 6.59	5.55 6.65	5.61 6.71	5.66 6.76	5.71 6.82	.05 .01		20
5.10 6.11	5.18 6.19	5.25 6.26	5.32 6.33	5.38 6.39	5.44 6.45	5.50 6.51	5.54 6.56	5.59 6.61	.05 .01	24	
5.00 5.93	5.08 6.01	5.15 6.08	5.21 6.14	5.27 6.20	5.33 6.26	5.38 6.31	5.43 6.36	5.48 6.41	.05 .01		30
4.91 5.77	4.98 5.84	5.05 5.90	5.11 5.96	5.16 6.02	5.22 6.07	5.27 6.12	5.31 6.17	5.36 6.21	.05 .01	40	
4.81 5.60	4.88 5.67	4.94 5.73	5.00 5.79	5.06 5.84	5.11 5.89	5.16 5.93	5.20 5.98	5.24 6.02	.05 .01		60
4.27 5.44	4.78 5.51	4.84 5.56	4.90 5.61	4.95 5.66	5.00 5.71	5.05 5.75	5.09 5.79	5.13 5.83	.05 .01	120	
4.62 5.29	4.68 5.35	4.74 5.40	4.80 5.45	4.85 5.49	4.89 5.54	4.93 5.57	4.97 5.61	5.01 5.65	.05 .01		∞

Lampiran D. Significant studentized ranges for 5 percent and 1 percent level new multiple-range test

Error df	Significant level	<i>P=number of means for range being tested</i>													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
1	.05	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	.01	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2	.05	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
	.01	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
3	.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
	.01	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3
4	.05	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
	.01	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5
5	.05	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
	.01	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8
6	.05	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
	.01	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.00	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3
7	.05	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
	.01	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0
8	.05	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
	.01	4.74	5.00	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.5	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8
9	.05	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
	.01	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7
10	.05	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47
	.01	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55

Lampiran D. Lanjutan

Error df	Significant level	<i>P=number of means for range being tested</i>													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
11	.05	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48
	.01	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39
12	.05	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48
	.01	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.24	5.26
13	.05	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47
	.01	4.26	4.48	4.62	4.69	4.74	4.84	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.41	5.15
14	.05	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47
	.01	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07
15	.05	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	500
16	.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94
17	.05	2.98	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89
18	.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47
	.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85
19	.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47
	.01	4.05	4.24	4.35	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82
20	.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47
	.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79

Lampiran D. Lanjutan

Error df	Significan level	<i>P=number of means for range being tested</i>													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
22	.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75
24	.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47
	.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72
26	.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.57	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69
28	.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.38	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47
	.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.53	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67
30	.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47
	.01	3.89	4.08	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65
40	.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47
	.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59
60	.05	2.88	2.98	3.08	3.14	3.20	4.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47
	.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53
100	.05	2.80	2.95	2.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47
	.01	3.17	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48
∞	.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47
	.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41

