Mulawarman
University PRESS

STATISTIKA NON PARAMETRIK

KARMINI

Statistika Non Parametrik

Penulis : Karmini

Foto Sampul : Karyati
Cover Design : Eko Aji Mustiko dan Karmini
Layout Design : Karmini

ISBN : 978-623-7480-39-6

Cetakan Pertama : April 2020

Karmini. 2020. Statistika Non Parametrik. Mulawarman University Press. Samarinda.

Mulawarman University PRESS
Member of IKAPI & APPTI
Penerbit
Mulawarman University PRESS
Gedung LP2M Universitas Mulawarman
Jl. Krayan, Kampus Gunung Kelua
Samarinda - Kalimantan Timur - Indonesia 75123
Telp/Fax (0541) 747432, Email : mup@lppm.unmul.ac.id

Bapakku senantiasa 'ada' pada saat anak-anaknya bersedih.
Mamaku adalah pendengar setia dan 'teman' berbagi cerita yang terbaik.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya maka buku Statistika Non Parametrik ini dapat selesai ditulis. Salam dan shalawat tercurahkan untuk Nabi Muhammad SAW dan keluarganya serta para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Statistika Non Parametrik berisikan berbagai metode untuk menganalisis data. Beberapa bagian dari buku ini menjelaskan tentang berbagai metode untuk menguji hipotesis yang umum diajukan pada penelitian baik berupa hipotesis deskriptif, komparatif maupun asosiatif. Di samping teori, buku ini dilengkapi dengan berbagai contoh pengunaan beberapa metode analisis data. Pembaca dimungkinkan untuk melatih kemampuannya dengan mengerjakan soal-soal latihan yang telah disusun.

Metode pengujian hipotesis dengan menggunakan Statistika Non Parametrik sangat banyak tersedia. Namun, buku ini hanya membahas sebagian dari metode tersebut. Semoga keterbatasan tersebut menjadi pendorong untuk terus memperbaiki buku ini pada edisi selanjutnya. Saran dari pembaca akan berguna untuk meningkatkan kualitas isi buku ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada seluruh keluarga yang terus memberikan dukungan selama ini. Buku ini dapat diterbitkan atas bantuan dari Pimpinan Universitas Mulawarman dan seluruh jajarannya, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis hingga buku ini dapat diterbitkan.

Samarinda, 9 April 2020

Karmini

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pendahuluan

1.1. Pengertian Dasar Statistika dan Statistik

Statistik berasal dari kata *state* (Yunani) yaitu negara dan digunakan untuk urusan negara. Beberapa definisi Statistik yaitu:

1. Statistik adalah sekumpulan cara maupun aturan-aturan yang berkaitan dengan pengumpulan, pengolahan (analisis), penarikan kesimpulan, atas data-data yang berbentuk angka, dengan menggunakan suatu asumsi-asumsi tertentu (Irianto, 2004).
2. Statistik adalah rekapitulasi dari fakta yang berbentuk angka-angka dan disusun dalam bentuk tabel dan diagram yang mendiskripsikan suatu permasalahan (Riduwan dan Sunarto, 2007).
3. Statistik adalah ukuran tertentu yang dihitung dari sekumpulan data dan digunakan untuk mewakili sekumpulan data tersebut (Herryanto dan Gantini, 2015).

Statistika muncul pertama kali pada tahun 1925 ketika diterbitkannya karya Fisher yaitu *Statistical Methods for Research Workers* (Steel dan Torrie, 1993). Statistika dikembangkan oleh para statistikawan untuk menjawab persoalan yang ada di kalangan para peneliti yang sering melakukan penelitian. Para ilmuwan biasa menggunakan metode ilmiah. Ilmuwan harus dapat mengamati suatu kejadian atau beberapa kejadian sebagai hasil suatu rencana atau rancangan. Inilah yang disebut dengan percobaan, inti metode ilmiah.

Metode ilmiah memiliki ciri-ciri (Steel dan Torrie, 1993) antara lain:

1. Memeriksa kembali fakta-fakta, teori-teori, dan pendapat-pendapat orang.
2. Memformulasikan hipotesis yang dapat diuji melalui metode-metode percobaan.
3. Evaluasi objektif terhadap hipotesis berdasarkan hasil-hasil percobaan.

Penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Cara ilmiah berarti kegiatan penelitian itu didasarkan pada ciri-ciri keilmuan yaitu rasional, empiris, dan sistematis.

1. Rasional berarti kegiatan penelitian dilakukan dengan cara-cara yang masuk akal, sehingga terjangkau oleh penalaran manusia.
2. Empiris berarti cara-cara yang dilakukan itu dapat diamati oleh indera manusia, sehingga orang lain dapat mengamati dan mengetahui cara-cara yang digunakan.
3. Sistematis artinya proses yang digunakan dalam penelitian itu menggunakan langkah-langkah tertentu yang bersifat logis.

Kegiatan untuk memperoleh sejumlah informasi yang menjelaskan masalah untuk ditarik kesimpulan yang benar, harus melalui beberapa proses yaitu proses pengumpulan informasi, pengolahan informasi, dan proses penarikan kesimpulan yang semuanya itu memerlukan pengetahuan yang disebut Statistika. Beberapa definisi Statistika antara lain:

1. Statistika adalah ilmu pengetahuan, murni dan terapan, mengenai penciptaan, pengembangan, dan penerapan teknik-teknik sedemikian rupa sehingga ketidakpastian inferensia induktif dapat dievaluasi (diperhitungkan) (Steel dan Torrie, 1993). Ilmu pengetahuan adalah cabang kajian yang berhubungan dengan pengamatan dan penggolongan fakta.
2. Statistika adalah suatu ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan data statistik dan fakta yang benar atau suatu kajian ilmu pengetahuan dengan teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, teknik analisis data, penarikan kesimpulan, dan pembuatan kebijakan atau keputusan yang cukup kuat alasannya berdasarkan data dan fakta yang akurat (Riduwan dan Sunarto, 2007).
3. Statistika memiliki tiga pengertian yaitu (1) Statistika adalah kumpulan angka-angka mengenai suatu masalah, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai masalah tersebut, (2) Statistika adalah bentuk jamak dari statistik, dan (3) Statistika adalah pengetahuan yang menjelaskan tentang pengumpulan, penyajian, penganalisisan, dan penafsiran data (Herryanto dan Gantini, 2015).

1.2. Manfaat dan Kegunaan Statistika

Manfaat Statistika telah mempengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan manusia, seperti kebijakan publik dan keputusan-

keputusan yang diambil oleh pakar ilmu pengetahuan atau para eksekutif (dalam ruang lingkup ilmu mereka) didasarkan dengan metode Statistika serta hasil analisis dan interpretasi data, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Perancangan percobaan adalah bidang Statistika. Statistika adalah alat yang dapat diterapkan dalam metode ilmiah. Penerapannya mulai dari awal sampai pengumpulan data, analisis data, peringkasan data, dan evaluasi terhadap ketidakpastian penarikan kesimpulan yang diambil. Tujuan analisis data dalam penelitian adalah menyederhanakan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Dalam proses ini sering digunakan Statistika.

Statistika dapat digunakan sebagai alat (Riduwan dan Sunarto, 2007):

1. Komunikasi ialah sebagai penghubung beberapa pihak yang menghasilkan data statistik atau berupa analisis statistik sehingga beberapa pihak tersebut akan dapat mengambil keputusan melalui informasi tersebut. Bidang Statistika dapat dianggap sebagai bahasa khusus yang juga dipakai untuk berkomunikasi, yang dibicarakan adalah ciri-ciri atau karakteristik tentang hal yang diamati.
2. Deskripsi yaitu penyajian data dan mengilustrasikan data misalnya mengukur hasil produksi.
3. Regresi yaitu meramalkan pengaruh data yang satu dengan data lainnya dan untuk mengantisipasi gejala-gejala yang akan datang.
4. Korelasi yaitu untuk mencari kuatnya atau besarnya hubungan data dalam suatu penelitian.

5. Komparasi yaitu membandingkan data dua kelompok atau lebih.

1.3. Metode Statistika

Metode Statistika adalah prosedur-prosedur yang digunakan dalam pengumpulan, penyajian, analisis, dan penafsiran data. Metode tersebut dikelompokkan menjadi dua:

1. Statistika Deskriptif (Statistika Eksploratif).

   Statistika Deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus nilai pengamatan (data) sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika Deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak memberikan kesimpulan apapun tentang data induknya yang lebih besar (populasi). Penyusunan tabel, diagram, grafik, dan besaran-besaran lain termasuk dalam Statistika Deskriptif. Metode yang digunakan dalam Statistika Deskriptif antara lain *mean*, median, modus, sum, distribusi, varians, standar deviasi, persentase, minimum, maksimum, kuartil, desil, persentil, range, distribusi, standar *error*, nilai kemiringan dan lain-lain.
2. Statistika Inferensia (Statistika Induktif atau Statistika Konfirmasi).

   Statistika Inferensia mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis sebagian data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan mengenai keseluruhan data induknya. Generalisasi yang berhubungan dengan Statistika Inferensia selalu mempunyai sifat tidak pasti, karena mendasarkan pada informasi parsial yang diperoleh dari sebagian data (sampel). Pengetahuan mengenai teori peluang mutlak diperlukan untuk memperhitungkan ketidakpastian ini.

Pada Statistika Inferensia berbagai uji Statistika dapat dikelompokkan menjadi:

a. Statistika Parametrik

   Teknik-teknik inferensia pertama yang muncul adalah teknik-teknik yang membuat sejumlah asumsi-asumsi mengenai sifat populasi darimana sampel diambil. Karena nilai-nilai populasi adalah parameter, maka teknik-teknik Statistika ini disebut parametrik. Parameter adalah ukuran seluruh populasi dalam penelitian yang harus diperkirakan dari contoh/sampel. Suatu uji Statistika yang sudah diketahui terlebih dahulu sebaran/distribusi datanya yakni berdistribusi normal. Lebih banyak digunakan untuk menganalisis data yang berbentuk interval dan ratio. Jika dilihat dari jumlah data, biasanya data berjumlah besar, sekurang-kurangnya lebih besar atau sama dengan 30 kasus. Semakin besar data maka akan mendekati asumsi normal. Contoh metode Statistika Parametrik adalah *Independent-Sample T test*, *Paired-Sample T Test*, *One Way Anova*, *Two Way Anova*, bermacam-macam model korelasi, regresi linear sederhana dan *multiple* (antara lain dengan *dummy*) dan lain-lain.

b. Statistika Non Parametrik

   Suatu uji statistika yang belum diketahui sebaran datanya dan tidak perlu berdistribusi normal atau berasumsi bebas.

Dalam penelitian ilmu-ilmu sosial seringkali sulit mendapatkan data yang kontinyu dan menyebar mengikuti sebaran normal. Karena data yang diperoleh seringkali berupa data nominal (data klasifikasi) yang hanya dapat dihitung frekuensinya dan data ordinal (data berperingkat). Dengan demikian tidak mungkin menerapkan analisis Statistika Parametrik. Perlu Statistika yang bebas sebarannya artinya prosedur yang tidak bergantung pada sebaran induk data. Bila tidak menspesifikasikan sifat sebaran induknya, maka umumnya tidak berhubungan dengan parameter. Oleh karena itu, sebagai penganti Statistika Parametrik, digunakan Statistika Non Parametrik. Statistika Non Parametrik dapat digunakan pada kasus dengan data berjumlah kecil atau kurang dari 30 kasus. Contoh uji Binomial, *Chi Square*, Kolmogorov-Smirnov, Mc Nemar, *Sign*, Wilcoxon, Friedman, Runs, Cochran, Kendall, Mann Whitney, Wald-Woldfowits, Moses, Kruskal-Wallis, dan lain-lain.

1.4. Kelebihan dan Kelemahan Statistika Non Parametrik

Kelebihan Statistika Non Parametrik adalah:

1. Pernyataan kemungkinan yang diperoleh dari sebagian besar tes Statistika Non Parametrik adalah kemungkinan-kemungkinan yang eksak (kecuali untuk kasus sampel yang besar, di mana terdapat pendekatan-pendekatan yang sangat baik), tak peduli bagaimana distribusi populasi yang merupakan induk sampel-sampel yang ditarik.

2. Jika sampelnya sekecil n = 6 hanya tes Statistika Non Parametrik yang dapat digunakan kecuali kalau sifat distribusi populasinya diketahui secara pasti.
3. Datanya tidak harus merupakan data kuantitatif, tetapi dapat berupa respon yang tidak kualitatif atau klasifikasi semata (skala nominal dan ordinal). Test-test Statistika Non Parametrik dapat untuk mengolah data yang pada dasarnya merupakan rangking dan juga untuk data yang skor-skor keangkaannya secara sepintas kelihatan memiliki kekuatan rangking. Misalnya dalam mempelajari suatu variabel seperti kecemasan, peneliti mungkin menyatakan bahwa subyek A lebih cemas daripada B, tanpa tahu sama sekali secara tepat seberapakah A lebih cemas.
4. Uji-ujinya disertai dengan asumsi-asumsi yang jauh tidak mengikat dibandingkan dengan uji parametrik.
5. Terdapat test-test Statistika Non Parametrik untuk mengolah sampel-sampel yang terdiri dari observasi-observasi dari beberapa populasi yang berlainan.
6. Perhitungan yang diperlukan sederhana, mudah dipelajari, dapat dikerjakan dengan cepat, dan mudah diterapkan, karena analisisnya menggunakan cacahan, peringkat (*rank*) bahkan tanda dari selisih pengamatan yang berpasangan.

Kelemahan Statistika Non Parametrik antara lain:

1. Uji-uji non parametrik tidak memanfaatkan semua informasi yang tergantung dalam sampel.
2. Uji non parametrik tidak dapat digunakan untuk menguji ada tidaknya pengaruh interaksi dari faktor-faktor yang diuji seperti dalam analisis ragam dan peramalan seperti analisis regresi.

3. Jika data telah memenuhi semua anggapan model Statistika Parametrik dan jika pengukurannya mempunyai kekuatan seperti yang dipersyaratkan, maka penggunaan tes-tes Statistika Non Parametrik kurang efisien untuk dilakukan karena penghamburan data.
4. Belum ada satu pun metode non parametrik untuk menguji interaksi-interaksi dalam model analisis varian, kecuali ada anggapan-anggapan khusus tentang aditivitas.

2. Penggunaan Statistika dalam Pengujian Hipotesis

2.1. Hipotesis

Statistika merupakan salah satu alat dalam penelitian yang antara lain digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis. Jenis Statistika mana yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis akan tergantung oleh empat hal utama yaitu hipotesis, jenis sampel, jumlah sampel, dan bentuk data yang akan dianalisis/diuji.

Hipotesis adalah dugaan mengenai suatu hal atau jawaban sementara terhadap suatu masalah. Hipotesis dapat pula diartikan sebagai kesimpulan sementara tentang hubungan suatu variabel dengan satu atau lebih variabel lainnya. Hipotesis disajikan dalam bentuk pernyataan yang menghubungkan secara eksplisit maupun implisit satu variabel dengan variabel lainnya. Hipotesis yang baik selalu memenuhi dua persyaratan yaitu menggambarkan hubungan antar variabel dan dapat memberikan petunjuk bagaimana pengujian hubungan tersebut.

Jenis-jenis hipotesis adalah:

1. Hipotesis nol (H_0) adalah suatu hipotesis tentang tidak adanya perbedaan antara suatu kondisi dengan kondisi yang lainnya. H_0 yang memprediksi bahwa variabel bebas (*independent*

variable (*treatment*)) tidak mempunyai efek pada variabel terikat (*dependent variable*) dalam populasi. Hipotesis ini pada umumnya diformulasikan untuk ditolak. Tetapi suatu penelitian tidak harus menolak hipotesis ini. Apabila ditolak, maka hipotesis pengganti dapat diterima. Hipotesis pengganti ini merupakan hipotesis penelitian dari pembuat eksperimen, yang dinyatakan secara operasional. Hipotesis penelitian adalah prediksi yang diturunkan dari teori yang sedang diuji.

2. Hipotesis alternatif (H_a) atau hipotesis kerja (H_k) atau H_1 merupakan kesimpulan sementara dari hubungan antar variabel yang sudah dipelajari dan teori-teori yang berhubungan dengan masalah tersebut. H_a yang memprediksi bahwa variabel bebas mempunyai efek pada variabel terikat dalam populasi. Pengujian H_1 memerlukan hipotesis pembanding yaitu hipotesis nol (H_0) atau *null hypotesis*. Oleh karena H_0 digunakan sebagai dasar pengujian statistika maka H_0 disebut hipotesis statistika.

Dalam pengujian hipotesis, hipotesis nol merupakan hipotesis yang diuji kebenarannya, tetapi hipotesis yang didasarkan teori adalah hipotesis alternatif. Teknik dalam pengujian hipotesis dilakukan berdasarkan:

1. Uji pihak kiri

   $H_0 : \mu = \mu_0$

   $H_1 : \mu < \mu_0$

2. Uji pihak kanan

   $H_0 : \mu = \mu_0$

   $H_1 : \mu > \mu_0$

3. Uji dua pihak

   $H_0 : \mu = \mu_0$

   $H_1 : \mu \neq \mu_0$

Bentuk-bentuk hipotesis antara lain:

1. Hipotesis deskriptif. Hipotesis deskriptif merupakan dugaan terhadap nilai suatu variabel atau sampel walaupun didalamnya bisa terdapat beberapa kategori. Contoh:

   H_0 : Jenis pupuk yang digunakan di antara petani tidak berbeda.

   H_a : Jenis pupuk yang digunakan di antara petani berbeda.

2. Hipotesis komparatif. Hipotesis komparatif merupakan dugaan terhadap perbandingan nilai dua sampel atau lebih.

   a. Hipotesis komparasi berpasangan (*related*) dalam dua sampel dan lebih dari dua sampel (*k* sampel).

      H_0 : Kemampuan petani sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan tidak berbeda.

      H_a : Kemampuan petani sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan berbeda.

   b. Hipotesis komparasi independen dalam dua sampel dan lebih dari dua sampel (*k* sampel).

      H_0 : Reaksi petani Desa X tidak berbeda dengan Desa Y.

      H_a : Reaksi petani Desa X berbeda dengan Desa Y.

3. Hipotesis assosiatif. Hipotesis assosiatif (hubungan) merupakan dugaan terhadap hubungan antara dua variabel atau lebih.

   H_0 : Reaksi petani tidak berhubungan dengan persepsi petani.

   H_a : Reaksi petani berhubungan dengan persepsi petani.

Nilai α disebut taraf nyata atau tingkat signifikansi. Jika nilai α diperkecil maka β akan menjadi besar. Nilai α biasanya ditetapkan sebesar 0,05 atau 0,01. Jika α = 0,05 berarti 5 dari setiap 100 kesimpulan akan menolak H_0 yang seharusnya diterima maka harga (1-β) disebut kuasa uji atau kekuatan uji.

Setiap pengujian hipotesis mengandung dua macam kekeliruan atau kesalahan:

1. Kesalahan tipe I, yaitu menolak H_0 padahal H_0 benar, di mana besarnya kesalahan tipe ini sebesar alpha (α).
2. Kesalahan tipe II, yaitu menerima H_0 padahal H_0 salah, di mana besarnya kesalahan tipe ini sebesar beta (β).

Jika ilmuwan gagal menolak hipotesis, maka hal itu dapat terjadi mungkin disebabkan teori yang digunakan mencakup fakta-fakta di luar cakupan penarikan kesimpulan percobaan tersebut. Atau dapat terjadi asumsi yang tercakup dalam hipotesis tersebut bukanlah keharusan. Contoh:

H_0 : Pendapatan antara petani dalam suatu kelompok tani adalah sama.

H_a : Pendapatan antara petani dalam suatu kelompok tani adalah berbeda.

Hasil analisis data menunjukkan H_o diterima. Hal ini dapat terjadi karena teori yang digunakan sebagai dasar untuk menyusun hipotesis adalah luas lahan dan jenis komoditi yang diusahakan petani yang menjadi responden adalah sama.

2.2. Data

Sugiyono (2002), Wijaya (2003), dan Herrhyanto dan Gantini (2015) merumuskan definisi berbagai jenis data/skala data (Tabel 2.1). Definisi dan contoh dari berbagai jenis data adalah:

1. Data kualitatif. Data kualitatif adalah data yang dinyatakan dalam bentuk kata, kalimat, gambar, atau kategori. Misalnya harga beras akan naik bulan depan.

Tabel 2.1. Tingkat pengukuran dan uji Statistika.

Skala	Hubungan	Statistika	Uji
Nominal	Ekivalensi (=)	Modus Frekuensi Koefisien kontingensi	Non Parametrik
Ordinal	Ekivalensi (=) > atau < 	Median Persentil Spearman Kendall τ Kendall W	Non Parametrik
Interval	Ekivalensi > atau < Rasio sembarang dua interval diketahui	Mean Standar deviasi Koefisien korelasi Pearson Koefisien korelasi ganda	Parametrik dan Non Parametrik
Rasio	Ekivalensi > atau < Rasio sembarang dua interval diketahui Rasio sembarang dua harga skala diketahui	*Mean* Standar deviasi Koefisien korelasi Pearson Koefisien korelasi ganda *Mean geometric* Koefisien variasi	Parametrik dan Non Parametrik

Sumber: Sugiyono (2002), Wijaya (2003), Herrhyanto dan Gantini (2015).

2. Data kuantitatif. Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka (misalnya hasil produksi usahatani padi sawah tahun ini adalah 5 ton ha^{-1}) atau data kualitatif yang diangkakan (skoring: baik sekali = 4, baik = 3, kurang baik = 2, dan tidak baik = 1). Terdiri dari:
   a. Data diskrit/nominal/skala nominal/skala klasifikasi.
      Data diskrit merupakan skala data yang paling sederhana (paling rendah tingkatannya) di mana angka-angka digunakan hanya untuk mengklasifikasikan objek. Data diskrit/nominal adalah data yang hanya dapat digolong-golongkan secara terpisah secara diskrit atau kategori, data

ini diperoleh dengan cara mencacah atau dari hasil menghitung. Skala nominal merupakan skala pengukuran yang menyatakan kategori atau kelompok dari suatu obyek. Pada data diskrit tidak terdapat nilai pecahan misalnya 1,5. Contoh data diskrit adalah dalam satu kelompok tani terdapat 14 petani. Variabel yang mempunyai tingkat pengukuran nominal disebut variabel nominal misalnya jenis kelamin (1= laki-laki dan 0 = perempuan) serta warna kulit (1= putih, 2 = coklat, 3 = hitam, 4 = kuning langsat). Angka ini hanya berfungsi sebagai label kategori tanpa nilai intrinsik dan tidak memiliki arti apa-apa. Oleh sebab itu tidak tepat menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi dari variabel jenis kelamin.

Hubungan yang ada pada skala nominal merupakan hubungan kesamaan atau ekivalensia (=) yang bersifat reflektif, transitif, dan simetris. Bersifat reflektif artinya $X = X$ untuk semua nilai X, bersifat transitif artinya jika $X = Y$ dan $Y = Z$ maka $X = Z$, dan bersifat simetris artinya jika $X = Y$ maka $Y = X$. Perhitungan yang diperbolehkan untuk data berskala nominal yaitu modus dan frekuensi.

b. Data kontinum

Data kontinum adalah data yang bervariasi menurut tingkatan dan data ini diperoleh dari hasil pengukuran. Data bisa bergerak tak terbatas antara 2 nilai misalnya 1,5. Terdiri dari:

(1) Data ordinal/skala ordinal

Angka-angka yang digunakan selain menunjukkan nama objek juga menunjukkan adanya urutan berdasarkan kriteria tertentu. Skala ordinal tidak hanya mengkategorikan variabel ke dalam kelompok tetapi juga melakukan rangking terhadap kategori. Misalnya peneliti ingin mengukur preferensi responden atas air minum merek aqua, aquana, aguaria, dan aguades di mana 1 = paling disukai, 2 = disukai, 3 = tidak disukai, dan seterusnya.

Data ordinal adalah data yang berbentuk ranking atau peringkat. Data ini bila dinyatakan dalam skala maka jarak satu skala dengan skala lain tidak sama, misalnya juara I, II, dan III.

I	II	III	IV
98	93	76	70

Variabel yang mempunyai tingkat pengukuran ordinal disebut variabel ordinal contoh kapten > sersan > kopral. Perhitungan yang diperbolehkan adalah median. Jadi hubungan yang ada selain hubungan kesamaan atau ekivalensi (=), juga hubungan lebih dari (>) atau kurang dari (<) seperti lebih suka, lebih tinggi, dan lebih sulit. Hubungan ekivalensi berlaku untuk anggota dalam kelas yang sama, sedangkan hubungan lebih dari atau kurang dari berlaku untuk sembarang kelas. Hubungan lebih dari atau kurang dari bersifat transitif (jika $X > Y$ dan Y

> Z maka $X > Z$), tetapi tidak bersifat reflektif dan tidak simetris.

(2) Data interval/skala interval

Skala interval merupakan skala data yang mempunyai sifat skala ordinal, di samping itu jarak antara dua angka pada skala itu diketahui ukurannya. Artinya, jika pemetaan atas beberapa kelas objek sebegitu tepatnya sehingga diketahui berapa besar interval (jarak) antara objek yang satu dengan lainnya, maka telah dicapai pengukuran interval.

Skala interval ditandai dengan sebuah unit pengukuran yang umum dan konstan yang melekatkan suatu angka riil pada semua pasangan objek dalam himpunan berurut. Dalam pengukuran jenis ini, perbandingan dua interval yang manapun tidak tergantung pada unit pengukuran dan titik nol (titik nol dan unit pengukuran bersifat sembarang).

Data interval adalah data yang jaraknya sama tetapi tidak mempunyai nilai 0 absolut/mutlak contoh skala termometer walaupun nilai 0^0C tetapi tetap ada nilainya. Contoh I: bila air satu gelas suhu 20^0C ditambah air satu gelas suhu 15^0C maka suhu air tersebut bukan 35^0C tetapi $17{,}5^0$C. Data yang diperoleh dari pengukuran dengan instrumen sikap misalnya dengan menggunakan skala Likert adalah berbentuk data ordinal. Data ordinal dapat diubah menjadi data interval dan sebaliknya.

-2 -1 0 1 2

Contoh II: pengukuran suhu dengan skala Celsius dan Fahrenheit. Penentuan suhu 0^0 bersifat tidak mutlak, karena ditentukan oleh derajat definisi bukan oleh tidak adanya panas.

Celsius	0	32	30	100
Fahrenheit	32	50	86	212

Rasio selisih pembacaan suhu pada kedua skala adalah sama:

$$\frac{30-10}{110-0}=\frac{86-50}{50-32}$$

Variabel yang mempunyai tingkat pengukuran interval disebut variabel interval.

Skala interval merupakan skala kuantitatif sejati, dengan demikian Statistika Parametrik yang biasa seperti rata-rata hitung, simpangan baku, koefisien korelasi Pearson atau korelasi *moment product* dan sebagainya dapat diterapkan terhadap data tersebut.

(3) Data rasio/skala rasio

Data rasio adalah data yang jaraknya sama dan mempunyai nilai nol mutlak misalnya data tentang berat, panjang, dan volume. Bila berat suatu benda adalah 0 kg berarti tidak ada bobotnya. Data rasio dapat diubah ke dalam bentuk data interval dan ordinal. Data dapat dikalikan, dijumlahkan, dan dikurangkan secara aljabar misalnya 2 m + 3 m = 5 m. Penjumlahan data interval tidak seperti data rasio misalnya 1 gelas air dengan suhu 20^0C + 1 gelas air dengan suhu 15^0C = 2 gelas air dengan suhu $17{,}5^0$C.

0 1 2 3 4

Skala rasio merupakan skala yang mempunyai semua sifat skala interval dan memiliki titik nol sejati. Hubungan-hubungan yang ada pada data skala rasio yaitu:

1. Ekivalensia.
2. Lebih dari atau kurang dari.
3. Rasio yang diketahui untuk dua interval.
4. Rasio yang diketahui untuk dua harga skala.

2.3. Variabel

Definisi variabel antara lain:

1. Variabel adalah suatu konsep yang memiliki bermacam-macam nilai. Konsep adalah suatu fenomena secara abstrak yang dibentuk dengan jalan membuat generalisasi terhadap sesuatu yang khas (Nazir, 1983).
2. Variabel adalah karakteristik yang dapat memberikan sekurang-kurangnya dua klasifikasi berbeda atau karakteristik yang mungkin dapat memberikan sekurang-kurangnya dua hasil pengukuran dan perhitungan yang berbeda (Hakim dan Kumandji, 1997).
3. Variabel adalah karakteristik yang dapat diamati dari sesuatu (obyek) dan mampu memberikan bermacam-macam nilai atau beberapa kategori (Riduwan dan Sunarto, 2007).

Suatu variabel adalah fenomena yang ditarik dengan menggeneralisasikan suatu objek penelitian di mana terhadap objek tersebut dapat dilakukan suatu pengukuran. Contoh variabel adalah hasil produksi (kg ha^{-1}).

Variabel bebas (*independent variable*) adalah suatu variabel yang fungsinya menerangkan (mempengaruhi) terhadap variabel lainnya. Variabel ini dalam notasinya seringkali diberi notasi X (seperti X_1, X_2, X_3, dan seterusnya).

Variabel terikat (*dependent variable*) adalah suatu variabel yang dikenai pengaruh (diterangkan) oleh variabel lain. Variabel ini dalam notasinya sering ditulis dengan Y.

2.4. Penggunaan Statistika Parametrik dan Statistika Non Parametrik untuk Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan dua macam teknik statistik inferensial yaitu Statistika Parametrik dan Statistika Non Parametrik. Keduanya mengggunakan data sampel dan pengambilan sampel harus dilakukan secara random. Panduan penggunaan Statistika Parametrik dan Statistika Non Parametrik untuk menguji hipotesis dapat dilihat pada tabel berikut ini (Tabel 2.2). Jika menggunakan Statistika Parametrik maka data yang akan dianalisis harus berdistribusi normal. Sementara itu penggunaan Statistika Non Parametrik tidak mensyaratkan data harus berdistribusi normal.

Tabel 2.2. Penggunaan Statistika Parametrik dan Statistika Non Parametrik untuk pengujian hipotesis.

Macam data	Bentuk hipotesis					
	Deskriptif (1 variabel)	Komparatif (2 sampel)		Komparatif (> 2 sampel)		Asosiatif (hubungan)
		Related	*Independen*	*Related*	*Independen*	
Nominal	Binomial χ^2 *One Sample*	Mc Nemar	*Fisher Exact Probability Test* χ^2 *Two Samples*	χ^2 *for k Samples* Test Cochran	χ^2 *for k Samples*	*Contingency Coefficient*
Ordinal	*Run Test*	*Sign Test* Wilcoxon *Matched Pairs*	*Median Test* Mann-Whitney U *Test* Uji Dua-Contoh Kolmogorov-Smirnov Wald-Woldfowitz	Test Friedman *Two Way Anova*	*Median Extension* Test Kruskal-Wallis *One Way Anova*	Spearman *Rank-Correlation* Kendall Tau
Interval* Rasio*	*t-test*	*t-test Related*	*t-test Independent*	*One-Way Anova* *Two Way Anova*	*One-Way Anova* *Two Way Anova*	Pearson Product Moment *Partial Correlation* *Multiple Correlation* Regresi

*Statistika Parametrik
Sumber: Sugiyono (2002).

3. Tabel Distribusi Khi- Kuadrat

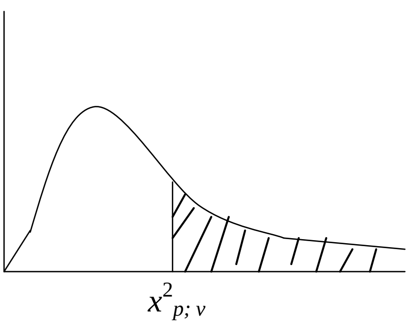
Berbagai jenis tabel memiliki peranan yang besar dalam Statistika. Peran yang sangat nyata antara lain parameter dari populasi yang nilainya tidak diketahui dapat ditentukan melalui penaksiran dan pengujian hipotesis. Jenis-jenis tabel dalam Statistika dan kegunaannya antara lain:

1. Tabel Distribusi Normal Baku untuk menghitung nilai peluang dari z yang berharga tertentu dan untuk menentukan nilai z apabila nilai peluangnya diketahui.
2. Tabel Distribusi *Student's t* untuk menentukan nilai t jika nilai peluang dan derajat kebebasan diketahui dan untuk menentukan nilai peluang bila nilai t dan derajat kebebasan diketahui.
3. Tabel Distribusi Khi-Kuadrat untuk menentukan nilai Khi Kuadrat jika nilai peluang dan derajat kebebasan diketahui dan untuk menentukan nilai peluang jika nilai Khi Kuadrat dan derajat kebebasan diketahui.
4. Tabel Distribusi F untuk menentukan nilai F jika nilai peluang, derajat kebebasan pembilang, dan derajat kebebasan penyebut diketahui.

3.1. Cara Penggunaan Tabel Distribusi Khi-Kuadrat

Tabel Distribusi Khi-Kuadrat banyak digunakan untuk menganalisis data dan menguji hipotesis. Contohnya saat harus menaksir atau menentukan nilai simpangan baku σ dari sebuah populasi normal dengan parameter mean μ yang nilainya diketahui. Penaksiran dan pengujian hipotesis atas nilai σ diambil dari sampel acak berukuran tertentu. Oleh karenanya diperlukan Tabel Distribusi Khi-Kuadrat untuk menaksir interval bagi σ dan menguji hipotesis bagi σ dengan derajat keyakinan atau taraf nyata tertentu. Tabel Distribusi Khi Kuadrat juga digunakan untuk melakukan uji normalitas dari sekumpulan data berkelompok.

Menurut Herrhyanto dan Gantini (2015), model lengkungan pada Tabel Distribusi Khi-Kuadrat dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 3.1. Model lengkungan pada Tabel Distribusi Khi-Kuadrat.

Dalam Tabel Distribusi Khi-Kuadrat (Tabel 3.1) terdapat derajat bebas yang disimbolkan *v* dan bernilai 1, 2, 3, ..., 400 dan peluangnya mulai 0,005 sampai 0,1. Penulisan nilai χ^2 yang mempunyai nilai peluang sebesar *p* dan derajat kebebasan = *x* adalah $x^2_{p;\, v}$. Penggunaan istilah peluang dalam praktiknya dapat diubah menjadi istilah luas daerah.

Tabel 3.1. Distribusi Khi Kuadrat.

Derajat bebas	Taraf nyata = α				
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	7,879	6,635	5,024	3,841	2,706
2	10,597	9,210	7,378	5,991	4,605
3	12,838	11,345	9,348	7,815	6,251
4	14,860	13,277	11,143	9,488	7,779
5	16,750	15,086	12,833	11,071	9,236
6	18,548	16,812	14,449	12,592	10,645
7	20,278	18,475	16,013	14,067	12,017
8	21,955	20,090	17,535	15,507	13,362
9	23,589	21,666	19,023	16,919	14,684
10	25,188	23,209	20,483	18,307	15,987
11	26,757	24,725	21,920	19,675	17,275
12	28,300	26,217	23,337	21,026	18,549
13	29,819	27,688	24,736	22,362	19,812
14	31,319	29,141	26,119	23,685	21,064
15	32,801	30,578	27,488	24,996	22,307
16	34,267	32,000	28,845	26,296	23,542
17	35,718	33,409	30,191	27,587	24,769
18	37,156	34,805	31,526	28,869	25,989
19	38,582	36,191	32,852	30,144	27,204
20	39,997	37,566	34,170	31,410	28,412
25	46,928	44,314	40,646	37,652	34,382
30	53,672	50,892	46,979	43,773	40,256
35	60,275	57,342	53,203	49,802	46,059
40	66,766	63,691	59,342	55,758	51,805
50	79,490	76,154	71,420	67,505	63,167
60	91,952	88,379	83,298	79,082	74,397
70	104,215	100,425	95,023	90,531	85,527
80	116,321	112,329	106,629	101,880	96,578
90	128,299	124,116	118,136	113,145	107,565
100	140,170	135,807	129,561	124,342	118,498
110	151,949	147,414	140,917	135,480	129,385
120	163,648	158,950	152,211	146,567	140,233
130	175,278	170,423	163,453	157,610	151,045
140	186,847	181,840	174,648	168,613	161,827
150	198,360	193,208	185,800	179,581	172,581
200	255,264	249,445	241,058	233,994	226,021
250	311,346	304,940	295,689	287,882	279,050
300	366,844	359,906	349,875	341,395	331,789
350	421,901	414,474	403,723	394,626	384,306
400	476,606	468,725	457,306	447,633	436,649

Sumber: Herrhyanto dan Gantini (2015).

Tabel Distribusi Khi Kuadrat yang ditampilkan pada suatu pustaka dapat berbeda dengan pustaka yang lain baik ditinjau dari derajat kebebasan maupun peluang yang ditampilkan oleh pustaka tersebut. Berikut ini akan disajikan cara menentukan nilai χ^2 dengan berbagai kemungkinan yang mungkin ditemui oleh pembaca jika Tabel Distribusi Khi Kuadrat yang ditemui seperti pada Tabel 3.1.

Contoh

1. Hitung nilai χ^2 dengan peluang dari χ^2 ke kanan = 0,1 dan derajat bebas = 15.

   Penyelesaian (Tabel 3.2)

   Tabel 3.2. Cara penentuan nilai χ^2 dengan peluang 0,1 dan derajat bebas 15.

Derajat bebas (v)	Taraf nyata = α (p)				
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1					
dst					
15					22,307

   χ^2 (0,1; 15) = 22,307.

2. Hitung nilai χ^2 dengan peluang dari χ^2 ke kanan = 0,05 dan derajat bebas = 27.

   Penyelesaian (Tabel 3.3)

   Karena nilai derajat bebas = 27 tidak ada di dalam tabel tapi terletak antara dua nilai, maka penentuannya dengan cara interpolasi.

Tabel 3.3. Cara penentuan nilai χ^2 dengan peluang 0,05 dan derajat bebas 27.

Derajat bebas (v)	Taraf nyata = α (p)				
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1				↓	
dst					
25				37,652	
27	→	→	→	?	
30				43,773	

Cara ke-1 dari atas.

$$y = 37{,}652 + (27 - 25)\left(\frac{43{,}773 - 37{,}652}{30 - 25}\right)$$

$$y = 37{,}652 + 2\left(\frac{6{,}121}{5}\right)$$

$$y = 40{,}1$$

Cara ke-2 dari bawah.

$$y = 43{,}773 - (30 - 27)\left(\frac{43{,}773 - 37{,}652}{30 - 25}\right)$$

$$y = 43{,}773 - 3\left(\frac{6{,}121}{5}\right)$$

$$y = 40{,}1$$

$\chi^2_{(0,05;\,27)} = 40{,}1$

3. Hitung nilai χ^2 dengan peluang dari χ^2 ke kiri = 0,08 dan derajat bebas = 10. Atau dengan kata lain hitung nilai χ^2 sehingga luas daerah dari χ^2 ke kanan = 0,08 dan derajat bebas = 10.

   Penyelesaian (Tabel 3.4)

   Karena nilai peluang = 0,08 tidak ada di dalam tabel tapi terletak antara dua nilai, maka penentuannya dengan cara interpolasi.

Tabel 3.4. Cara penentuan nilai χ^2 dengan peluang 0,08 dan derajat bebas 10.

Derajat bebas (v)	Taraf nyata = α (p)					
	0,005	0,010	0,025	0,050	0,080	0,100
1					↓	
dst						
10	⟶			18,307	?	15,987

Cara ke-1 dari kiri

$$y = 18{,}307 - (0{,}080 - 0{,}050)\left(\frac{18{,}307 - 15{,}987}{0{,}100 - 0{,}050}\right)$$

$$y = 18{,}307 - 0{,}030\left(\frac{2{,}320}{0{,}050}\right)$$

$$y = 16{,}915$$

Cara ke-2 dari kanan

$$y = 15{,}987 + (0{,}100 - 0{,}080)\left(\frac{18{,}307 - 15{,}987}{0{,}100 - 0{,}050}\right)$$

$$y = 15{,}987 + 0{,}020\left(\frac{2{,}320}{0{,}050}\right)$$

$$y = 16{,}915$$

$\chi^2_{\ (0{,}08;\ 10)} = 16{,}915$

4. Hitung nilai χ^2 sehingga luas daerah dari χ^2 ke kiri = 0,975 dan derajat bebas = 20.

   Penyelesaian (Tabel 3.5)

   Karena luas daerah dari χ^2 ke kiri = 0,975 tidak disajikan di tabel maka luas daerah ditentukan dengan cara:

   Luas daerah dari χ^2 ke kanan = 1 - 0,975 = 0,025.

Tabel 3.5. Cara penentuan nilai χ^2 dengan peluang 0,025 dan derajat bebas 20.

Derajat bebas (v)	Taraf nyata = α (p)				
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1			↓		
dst					
20	→	→	34,170		

3.2. Soal-soal Latihan

Dengan menggunakan Tabel 3.1 maka hitunglah:

1. Nilai χ^2 dengan peluang = 0,05 dan derajat bebas = 20.
2. Nilai χ^2 sehingga luas daerah dari χ^2 ke kiri sebesar 0,95 dan derajat bebas = 18.
3. Nilai χ^2 sehingga luas daerah dari χ^2 ke kanan sebesar 0,995 dan derajat bebas = 92.
4. Nilai peluang jika nilai χ^2 = 31 dan derajat bebas = 19.

4. Pengujian Hipotesis Deskriptif

Hipotesis deskriptif adalah dugaan terhadap nilai suatu variabel dalam suatu sampel walaupun didalamnya bisa terdapat beberapa kategori (Sugiyono, 2002). Jika data berbentuk nominal maka pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan Test Binomial dan Khi Kuadrat. Namun jika data berbentuk ordinal maka pengujian hipotesis dapat menggunakan *Run Test*.

4.1. Uji *Run*

Teknik statistik Uji Run (*Run Test*) digunakan untuk menguji hipotesis deskriptif (satu sampel) bila datanya berbentuk ordinal. Pengujian hipotesis ditujukan untuk mengukur kerandoman populasi berdasarkan data sampel. Teknik statistik ini berdasarkan pada banyaknya *run* yang ditampilkan oleh suatu sampel. *Run* didefinisikan sebagai suatu urutan lambang-lambang yang sama, yang diikuti serta mengikuti lambang-lambang yang berbeda, atau tidak mengikuti atau diikuti lambang apa pun. Contoh persepsi seluruh petani yang menjadi sampel penelitian dilambangkan dengan tanda + (persepsi positif) dan – (persepsi negatif) sebagai berikut:

$\underline{++}$ $\underline{---}$ $\underline{+}$ $\underline{----}$ $\underline{++}$ $\underline{-}$ $\underline{+}$

1 2 3 4 5 6 7

r = banyaknya *run* = 7.

Rumus yang digunakan jika:

1. Jumlah sampel kecil ($\leq$ 20).

   Jika jumlah sampel kecil digunakan tabel harga kritis r untuk *Run Test* di mana n_1 = banyaknya elemen suatu jenis; n_2 = banyaknya elemen jenis yang lain.

   Pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan jumlah *run* dalam observasi dengan nilai pada tabel untuk *Run Test*. Kaidah keputusan:

   Jika *run* observasi berada di antara harga pada tabel *run* yang kecil (Tabel 4.1) dan *run* yang besar (Tabel 4.2) maka H_0 diterima dan H_a ditolak (Sugiyono, 2002).

2. Jumlah sampel besar (> 20).

   Menurut Sugiyono (2002), jika jumlah sampel besar (n_1 dan n_2 > 20 atau N = 40) maka Tabel 4.1 dan 4.2 tidak dapat digunakan karena distribusi data mendekati normal. Pengujian data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus z.

$$z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} = \frac{r - \left(\frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1\right) - 0{,}5}{\sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}}$$

$$\mu_r = \left(\frac{2n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1\right) - 0{,}5$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}$$

Tabel 4.1. Harga-harga kritis *r* dalam *Run Test* satu sampel untuk α = 5%.

n_1	n_2																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2											2	2	2	2	2	2	2	2	2
3				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
4			2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
5			2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
6		2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
7		2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
8		2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
9		2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
10		2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9
11		2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9
12	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10
13	2	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	10
14	2	2	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11
15	2	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12
16	2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12
17	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12
18	2	3	4	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
19	2	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	13
20	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	13	14

Sumber: Sugiyono (2002).

Tabel 4.2. Harga-harga kritis *r* dalam *Run Test* dua sampel untuk α = 5%.

n_1	n_2																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2																			
3																			
4				9	9														
5			9	10	10	11	11												
6			9	10	11	12	12	13	13	13	13								
7				11	12	13	13	14	14	14	14	15	15	15					
8				11	12	13	14	14	15	15	16	16	15	16	17	17	17	17	17
9					13	14	14	15	16	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18
10					13	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20
11					13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	21	21
12					13	14	16	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22
13						15	16	16	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
14						15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	23	23	24
15						15	16	18	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25
16							17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	25
17							17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26
18							17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27
19							17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	26
20							17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28

Sumber: Sugiyono (2002).

di mana: μ_r = *mean* dan σ_r = simpangan baku.

Kaidah keputusan yaitu:

- ρ berdasarkan nilai $z_{hitung} \leq \alpha$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- ρ berdasarkan nilai $z_{hitung} > \alpha$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Harga-harga kritis *z* dalam observasi distribusi normal dapat dilihat pada Lampiran 1.

Contoh soal untuk jumlah sampel kecil.

Suatu penelitian dilakukan terhadap 24 responden yang ditentukan secara random. Pengambilan data dilakukan untuk mengetahui keberhasilan kegiatan usahatani. Tingkat keberhasilan usahatani oleh setiap petani ditunjukkan oleh nilai total skor pada Tabel 4.3. Lakukan pengujian hipotesis apakah peluang usahatani berhasil dan kurang berhasil adalah berbeda.

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis deskriptif, data ordinal, dan jumlah sampel kecil sehingga pengujian hipotesis dapat menggunakan *Run Test*. Variabel penelitian adalah tingkat keberhasilan usahatani.

Hipotesis:

H_0 : Peluang usahatani berhasil dan kurang berhasil adalah sama.

H_a : Peluang usahatani berhasil dan kurang berhasil adalah berbeda.

Kaidah keputusan:

Jika *run* observasi berada di antara harga pada tabel *run* yang kecil dan *run* yang besar maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Tabel 4.3. Tingkat keberhasilan usahatani.

Nomor responden	Total skor	Posisi skor terhadap median	Nomor responden	Total skor	Posisi skor terhadap median
1	31	+	13	15	-
2	23	-	14	18	-
3	36	+	15	78	+
4	43	+	16	24	-
5	51	+	17	13	-
6	44	+	18	27	+
7	12	-	19	86	+
8	26	+	20	61	+
9	43	+	21	13	-
10	75	+	22	7	-
11	2	-	23	6	-
12	3	-	24	8	-

Jumlah sampel (N) = 24.

Median himpunan total skor = 24,5.

Total skor di bawah median = -.

Total skor di atas median = +.

Jumlah - (n_1) = 12.

Jumlah + (n_2) = 12.

Harga kritis r dalam *Run Test* satu sampel $_{\alpha = 5\%}$ = 7.

Harga kritis r dalam *Run Test* dua sampel $_{\alpha = 5\%}$ = 19.

Jumlah *run* (r) = 10.

Harga kritis $r_{\alpha = 5\%}$ menunjukkan bahwa daerah penolakan H_0 terdiri dari semua harga $r \leq 7$ dan semua harga $r \geq 19$.

r_{tabel} $7 \leq r_{\text{hitung}} = 10 \leq r_{\text{tabel}}$ 19 sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak berarti peluang usahatani berhasil dan kurang berhasil adalah sama.

Contoh soal untuk jumlah sampel besar

Berikut ini adalah urutan petani dan wanita tani (P = petani dan W = wanita tani) yang mengikuti antrian pupuk bersubsidi. P

W P W P P P W W P W P W P W P P P P W P W P W P P W W W P W P W P W P P W P P W P P P P W P W P P. Lakukan pengujian hipotesis apakah urutan petani dan wanita tani dalam antrian adalah random atau peluang petani dan wanita tani untuk mendapatkan pupuk bersubsidi adalah sama (50%).

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis deskriptif, data ordinal, dan jumlah sampel besar sehingga pengujian hipotesis dapat menggunakan *Run Test*.

Variabel penelitian adalah pupuk bersubsidi.

Hipotesis:

H_0 : Urutan petani dan wanita tani dalam antrian adalah tidak random (arti random adalah acak) atau peluang petani dan wanita tani untuk mendapatkan pupuk bersubsidi adalah sama (50%).

H_a : Urutan petani dan wanita tani dalam antrian adalah random atau peluang petani dan wanita tani untuk mendapatkan pupuk bersubsidi adalah tidak sama (tidak 50%).

Kaidah keputusan:

- ρ berdasarkan nilai $z_{hitung} \leq \alpha$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- ρ berdasarkan nilai $z_{hitung} > \alpha$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

P W P W P P P W W P W P W P W P P P P W P W P
W P P W W W P W P W P W P P W P P W P P P P
W P W P P

Jumlah sampel (N) = 50.

Jumlah P (n_1) = 30.

Jumlah W (n_2) = 20.

Jumlah *run* (r) = 35.

$$z = \frac{r-\mu_r}{\sigma_r} = \frac{r-\left(\dfrac{2n_1n_2}{n_1+n_2}+1\right)-0{,}5}{\sqrt{\dfrac{2n_1n_2(2n_1n_2-n_1-n_2)}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2-1)}}}$$

$$z = \frac{35-\left(\dfrac{2x30x20)}{30+20}+1\right)-0{,}5}{\sqrt{\dfrac{2x30x20(2x30x20-30-20)}{(30+20)^2(30+20-1)}}} = \frac{35-25-0{,}5}{\sqrt{\dfrac{1.380.000}{2.451}}} = \frac{9{,}5}{\sqrt{563{,}04}} = 0{,}4$$

Harga ρ berdasarkan z_{hitung} = 0,4 adalah 0,3446 sedangkan untuk uji dua pihak maka ρ = 2 x 0,3446 = 0,6892.

Harga ρ = 0,3446 > α = 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima berarti urutan petani dan wanita tani dalam antrian adalah tidak random atau peluang petani dan wanita tani untuk mendapatkan pupuk bersubsidi adalah tidak sama (tidak 50%).

4.2. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Berikut ini adalah peserta (*P* = pria dan *W* = wanita) yang datang ke suatu penyuluhan pertanian di suatu daerah. *P P W W P W P W P W P P P P W P W W W P W P W P W P P W P P W P P P P W P W P P*. Lakukan pengujian hipotesis dengan *Run Test* apakah peluang pria dan wanita hadir dalam penyuluhan pertanian adalah sama. Taraf signifikansi (α) ditetapkan sebesar 1% (0,01).
2. Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui tingkat adopsi teknologi oleh petani. Pengumpulan data dilakukan terhadap

15 responden yang ditentukan secara random. Data hasil wawancara berbentuk ordinal di mana total skor ditunjukkan pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Diketahui: median dari data adalah 60; harga kritis *r* dalam *Run Test* satu sampel untuk α = 5% adalah 4; dan harga kritis *r* dalam *Run Test* dua sampel untuk α = 5% adalah 13.

Lakukan pengujian hipotesis dengan *Run Test* untuk mengetahui apakah peluang petani untuk mengadopsi teknologi dan tidak mengadopsi teknologi adalah berbeda.

Tabel 4.4. Tingkat adopsi teknologi oleh petani.

Nomor responden	Total skor	Posisi skor terhadap median
1	45	
2	65	
3	35	
4	70	
5	60	
6	50	
7	30	
8	90	
9	85	
10	90	
11	40	
12	80	
13	55	
14	30	
15	75	

5. Pengujian Hipotesis Komparatif Dua Sampel Berpasangan

Beberapa penelitian dilakukan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berpasangan atau berhubungan (*related*). Hal ini berarti hipotesis dalam penelitian tersebut berisi pernyataan yang membandingkan antara nilai variabel dari dua sampel yang berpasangan/berkorelasi. Sampel yang berpasangan dapat berupa satu sampel yang diukur dua kali, misalnya nilai variabel sebelum sampel diberi penyuluhan dan nilai variabel sesudah sampel diberi penyuluhan. Jadi hipotesis penelitian merupakan perbandingan antara nilai sebelum dan sesudah ada perlakuan (membuktikan ada tidaknya perubahan).

Sampel yang berpasangan dapat juga berupa dua sampel berpasangan yang diukur bersama misalnya satu sampel diberi pelatihan sedangkan sampel yang lain tidak diberi pelatihan (kontrol). Pengujian hipotesis komparatif dua sampel yang berpasangan untuk data nominal/diskrit dapat menggunakan Mc Nemar *Test*, sedangkan untuk data ordinal dapat menggunakan *Sign Test* dan Wilcoxon *Match Pairs Test*.

5.1. Uji Mc Nemar

Teknik statistik Uji Mc Nemar (Mc Nemar *Test*) digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis komparatif antara dua sampel yang berpasangan di mana data yang dikumpulkan adalah data nominal/diskrit. Rancangan penelitian biasanya berbentuk sebelum atau sesudah perlakuan (*before after*).

Tabel frekuensi 2 x 2 (Tabel 5.1) digunakan untuk menguji signifikansi perubahan dari data hasil observasi. Sel *A* dan *D* menunjukkan frekuensi individu yang memiliki perubahan antara jawaban pertama dan kedua (+ ke – atau – ke +). Frekuensi individu yang tidak menunjukkan perubahan jawaban dicatat dalam sel *C* dan *B* (- ke – atau + ke +). Uji signifikansi hanya berkenaan dengan *A* dan *D*. *A* + *D* adalah jumlah sampel yang berubah dan *B* + *C* adalah jumlah sampel yang tetap. Peneliti berharaf dari jumlah sampel yang jawabannya berubah (*A* + *D*), terdapat (*A* + *D*)/2 berubah dari + ke – dan ½(*A* + *D*) berubah dari - ke +. Hipotesis nol menunjukkan jumlah perubahan pada setiap arah adalah sama. Jika H_0 benar maka frekuensi yang diharapkan untuk kedua sel adalah ½ (*A* + *D*).

Tabel 5.1. Tabel frekuensi.

Sebelum	Sesudah	
	-	+
+	*A*	*B*
-	*C*	*D*

Keterangan:
A = frekuensi individu yang memiliki jawaban berubah dari + ke -;
B = frekuensi individu yang memiliki jawaban tetap dari + ke +;
C = frekuensi individu yang memiliki jawaban tetap dari - ke -;
D = frekuensi individu yang memiliki jawaban berubah dari - ke +.

Rumus yang digunakan jika:

1. Jumlah sampel kecil ($\leq$ 25).

   Menurut Ghozali dan Castellan (2002), jika frekuensi yang diharapkan dari Uji Mc Nemar yaitu (A + D)/2 nilainya kecil yaitu kurang dari 5, maka Uji Binomial harus digunakan dan bukan Uji Mc Nemar. Jika menggunakan Uji Binomial, misalkan $N = A + D$ dan x adalah nilai terkecil dari A atau D. Tabel Uji Binomial dapat dilihat pada Tabel 5.2.

   Kaidah keputusan:

   Jika nilai probabilitas > α untuk uji satu pihak atau nilai probabilitas > $\alpha/2$ untuk uji dua pihak maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

2. Jumlah sampel besar (> 25).

   Jika jumlah sampel besar yaitu > 25 maka rumus yang digunakan untuk menguji hipotesis adalah rumus Khi Kuadrat. Menurut Sugiyono (2002), rumus Khi Kuadrat adalah:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

di mana:

f_o = banyak frekuensi yang diobservasi dalam kategori ke-i;

f_h = banyak frekuensi yang diharapkan di bawah H_0 dalam kategori ke-i;

Uji signifikansi hanya berkenaan dengan A dan D.

A = banyaknya kasus yang diobservasi pada sel A.

D = banyaknya kasus yang diobservasi pada sel D.

½(A + D) = banyak kasus yang diharapkan baik di sel A maupun D.

Tabel 5.2. Tabel untuk Uji Binomial.

N	*Z*															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	031	1	500	812	969											
6	016	188	344	656	981	984										
7	008	109	227	500	773	938	992									
8	004	062	145	363	637	855	965	996								
9	002	035	090	354	500	746	910	980	998							
10	001	020	055	172	377	623	828	945	989	999						
11		011	033	113	274	500	726	887	987	994						
12		006	019	073	194	387	613	806	927	981	997					
13		003	011	046	133	291	500	709	867	954	989	998				
14		002	006	029	090	212	395	605	788	910	971	994	999			
15		001	004	018	059	151	304	500	696	849	941	982	996			
16			002	011	038	105	227	402	598	773	895	962	989	998		
17			001	006	025	072	166	315	500	685	834	928	975	994	999	
18			001	004	015	048	119	240	407	593	760	881	952	985	996	999
19				002	010	032	084	180	324	500	676	820	916	968	990	998
20				001	006	021	058	132	252	412	688	748	868	942	879	994
21				001	004	013	039	095	192	332	500	668	808	905	961	987
22					002	008	026	067	143	262	416	584	738	857	933	974
23					001	005	017	047	105	202	339	500	661	798	895	953
24					001	003	011	032	076	154	271	419	581	729	846	924
25						002	007	022	054	115	212	345	500	656	788	885

Keterangan: Harga-harga *x* dalam tabel adalah 0,....

Sumber: Sugiyono (2002).

Maka rumus tersebut dapat lebih disederhanakan menjadi:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} = \frac{[A - \frac{1}{2}(A+D)]^2}{\frac{1}{2}(A+D)} + \frac{[D - \frac{1}{2}(A+D)]^2}{\frac{1}{2}(A+D)} = \frac{(A-D)^2}{A+D}$$

Rumus tersebut menjadi semakin baik dengan adanya koreksi kontinuitas yang diberikan oleh Yates (1934) yaitu dengan menggunakan nilai 1. Koreksi kontinuitas itu diperlukan karena distribusi kontinyu (*Chi Square*) digunakan untuk mendekati distribusi diskrit/normal. Distribusi normal biasa digunakan untuk data yang bersifat kontinum. Rumus di atas berubah menjadi:

$$\chi^2 == \frac{(|A-D|-1)^2}{A+D} \text{ dengan } db = 1.$$

Kaidah keputusan adalah:

Jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel } db = 1}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Tabel nilai *Chi Square* dapat dilihat di Lampiran 2.

Contoh soal untuk jumlah sampel kecil.

Pelatihan penggunaan sebuah *software* komputer dilakukan untuk meningkatkan kemampuan peserta dalam melakukan evaluasi kelayakan usaha. Jumlah sampel adalah 20 peserta pelatihan. Sebelum pelatihan dilakukan terdapat 5 orang yang dapat menggunakan *software* tersebut dan 15 orang yang tidak bisa. Setelah pelatihan dilakukan terdapat 12 orang yang dapat melakukan evaluasi kelayakan dengan menggunakan *software* komputer tersebut sementara 8 orang yang tidak bisa.

Sejumlah 12 orang yang dapat menggunakan *software* tersebut terdiri dari 3 orang yang memang dapat menggunakan *software* komputer sejak sebelum pelatihan dilakukan dan 9 orang yang meningkat kemampuannya dengan adanya pelatihan.

Sementara itu 8 orang terdiri dari 6 orang yang sebelum dan sesudah pelatihan tidak bisa menggunakan *software* dan 2 orang bisa melakukan evaluasi kelayakan dengan jenis *software* lain, tetapi tidak bisa menggunakan *software* yang dilatih. Lakukan pengujian hipotesis untuk membuktikan apakah kemampuan petani sebelum dan sesudah pelatihan komputer dilakukan adalah berbeda.

Penyelesaian:

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel *related*, data nominal, dan jumlah sampel kecil sehingga pengujian hipotesis menggunakan *Mc Nemar Test* dengan Uji Binomial (Tabel 5.3).

Hipotesis:

H_0 : Kemampuan petani sama sebelum dan sesudah pelatihan komputer.

H_a : Kemampuan petani berbeda antara sebelum dan sesudah pelatihan komputer.

Kaidah keputusan:

Jika nilai probabilitas > α untuk uji satu pihak atau nilai probabilitas > $\alpha/2$ untuk uji dua pihak maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Tabel 5.3. Kemampuan peserta.

Kemampuan melakukan evaluasi kelayakan usaha	Komputer (orang)	Manual (orang)
Manual	9	6
Komputer	3	2

$N = A + D = 9 + 2 = 11$ dan $x = 2$ (nilai terkecil dari A atau D).

Nilai probabilitas di bawah H_0 jika observasi 2 atau lebih kecil dari 2 dengan uji satu sisi adalah 0,033; untuk uji dua sisi nilai probabilitas menjadi 2 x 0,033 = 0,066.

Nilai probabilitas = 0,066 > $\alpha/2$ = 0,025 untuk uji dua pihak maka H_0 diterima dan H_a ditolak yang berarti kemampuan petani sama baik sebelum dan sesudah pelatihan komputer.

Contoh soal untuk jumlah sampel besar.

Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penyuluhan tentang pupuk organik terhadap perilaku petani dalam menggunakan pupuk. Data penggunaan pupuk oleh 30 responden ditunjukkan oleh Tabel 5.4. Lakukan pengujian hipotesis untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan jumlah pengguna pupuk organik sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan.

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel *related*, data nominal, dan jumlah sampel besar sehingga pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan *Mc Nemar Test* dengan Uji Khi Kuadrat (Tabel 5.5).

Variabel independen : penyuluhan tentang pupuk organik.

Variabel dependen : penggunaan pupuk organik.

Hipotesis:

H_0 : Jumlah pengguna pupuk organik tidak berbeda sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan.

H_a : Jumlah pengguna pupuk organik berbeda sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan.

Tabel 5.4. Hasil wawancara.

Nomor responden	Sebelum penyuluhan	Sesudah penyuluhan
1	Pupuk anorganik	Pupuk organik
2	Pupuk anorganik	Pupuk organik
3	Pupuk anorganik	Pupuk organik
4	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
5	Pupuk organik	Pupuk anorganik
6	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
7	Pupuk anorganik	Pupuk organik
8	Pupuk anorganik	Pupuk organik
9	Pupuk organik	Pupuk organik
10	Pupuk organik	Pupuk organik
11	Pupuk anorganik	Pupuk organik
12	Pupuk anorganik	Pupuk organik
13	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
14	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
15	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
16	Pupuk anorganik	Pupuk organik
17	Pupuk anorganik	Pupuk organik
18	Pupuk anorganik	Pupuk organik
19	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
20	Pupuk organik	Pupuk anorganik
21	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
22	Pupuk anorganik	Pupuk organik
23	Pupuk anorganik	Pupuk organik
24	Pupuk organik	Pupuk organik
25	Pupuk organik	Pupuk organik
26	Pupuk anorganik	Pupuk organik
27	Pupuk anorganik	Pupuk organik
28	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
29	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik
30	Pupuk anorganik	Pupuk anorganik

Kaidah keputusan:

Jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel } db = 1}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Tabel 5.5. Perubahan penggunaan pupuk.

Jenis pupuk yang digunakan	Pupuk anorganik (responden)	Pupuk organik (responden)
Pupuk organik	2	4
Pupuk anorganik	10	14

$$\chi^2 = \frac{(|A-D|-1)^2}{A+D} = \frac{(|2-14|-1)^2}{2+14} = \frac{121}{16} = 7{,}56$$

$\chi^2_{\text{tabel } db = 1,\ \alpha = 5\%} = 3{,}84.$

$\chi^2_{\text{hitung}} = 7{,}56 > \chi^2_{\text{tabel } db = 1,\ \alpha = 5\%} = 3{,}84$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti terdapat perbedaan jumlah pengguna pupuk organik sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan.

5.2. Uji Pangkat Bertanda Wilcoxon

Uji Pangkat Bertanda Wilcoxon atau dikenal dengan juga dengan nama *Wilcoxon Match Pairs Test* atau *Wilcoxon Signed-Rank Test* merupakan perbaikan/penyempurnaan dari *Sign Test* dalam hal kemampuannya mendeteksi beda-beda yang nyata. Pada *Sign Test* besarnya selisih/beda nilai angka antara positif dan negatif tidak diperhitungkan, sedangkan pada *Wilcoxon Match Pairs Test* hal tersebut diperhitungkan. *Wilcoxon Match Pairs Test* merupakan teknik untuk menguji signifikansi hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi bila datanya berbentuk ordinal (berjenjang).

Cara analisis uji pangkat/peringkat bertanda Wilcoxon adalah:

1. Menentukan beda antara pasangan-pasangan nilai dengan memperhatikan tandanya.
2. Menentukan nilai absolut dari beda tanpa memperhatikan tanda positif dan negatif.
3. Menentukan jenjang/rangking berdasarkan nilai absolut beda. Jika nilai absolut beda = 0 maka data dieliminir. Jenjang dari nilai beda absolut sama adalah rata-ratanya.

4. Menentukan nilai jenjang yang positif dan negatif kemudian menjumlahkannya.
5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan statistik *T*. T_{hitung} dipilih dari jumlah jenjang yang paling kecil antara T_+ dan T_-.
6. Membandingkan statistik *T* dengan tabel nilai kritis *T* uji pangkat bertanda Wilcoxon (Tabel 5.6).

Tabel 5.6. Harga-harga kritis dalam Uji Wilcoxon.

N	Tingkat signifikansi untuk test satu pihak (*one tail test*)		
	0,025	0,010	0,005
	Tingkat signifikansi untuk test dua pihak (*two tail test*)		
	0,05	0,02	0,01
6	0		
7	2	0	
8	4	2	0
9	6	3	2
10	8	5	3
11	11	7	5
12	14	10	7
13	17	13	10
14	21	16	13
15	25	20	16
16	30	24	20
17	35	28	23
18	40	33	28
19	46	38	32
20	52	43	38
21	59	49	43
22	66	56	49
23	73	62	55
24	81	69	61
25	89	77	68

Sumber: Sugiyono (2002).

Rumus yang digunakan jika:

1. Jumlah sampel kecil.

   Kaidah keputusan (Sugiyono, 2002):

Jika harga jumlah jenjang yang terkecil T_{hitung} > harga T_{tabel} maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

2. Jumlah sampel besar.

   Menurut Anderson dkk. (2011), hipotesis yang akan diuji adalah:

   H_0 : *The population are identical*.

   H_a : *The population are not identical*.

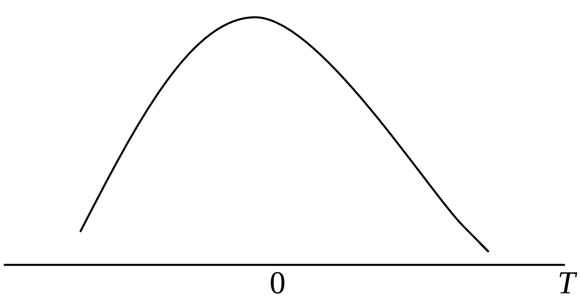
   Sampling distribution of T for identical populations:

$$\mu_T = 0$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}}$$

   di mana:
   T = jumlah jenjang/rangking yang kecil;
   μ_T = *mean;*
   σ_T = *standard deviation*;
   n = banyaknya pasangan pengamatan.

   Bentuk distribusi mendekati normal diberikan jika $n \geq 10$ (Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Bentuk distribusi mendekati normal jika $n \geq 10$.

   Jika jumlah sampel besar > 25 (Sugiyono, 2002) maka distribusinya mendekati normal. Pengujian data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus z (Steel dan Torrie, 1993; Sugiyono, 2002).

$$z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

$$\mu_T = \frac{n(n+1)}{4}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$$

Kaidah keputusan (Sugiyono, 2002) adalah:

Harga $z_{\text{hitung}} < z_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Harga negatif pada z tidak diperhitungkan karena harga mutlak.

Harga-harga kritis z dalam observasi distribusi normal dapat dilihat Lampiran 1.

Contoh soal untuk jumlah sampel kecil.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penyuluhan terhadap kemampuan petani dalam menggunakan teknologi usahatani yang baru. Sebelum dan sesudah penyuluhan tentang teknologi baru dilakukan pengukuran terhadap kemampuan petani. Data total skor kemampuan petani ditunjukkan pada Tabel 5.7. Lakukan pengujian hipotesis untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan kemampuan peserta dalam menggunakan teknologi usahatani yang baru sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan.

Tabel 5.7. Kemampuan peserta pelatihan.

Nomor responden	Total skor sebelum penyuluhan	Total skor sesudah penyuluhan
1	20	18
2	19	17
3	23	20
4	20	21
5	18	16
6	21	19
7	20	18
8	20	22
9	19	17
10	18	15
11	23	21
12	21	20
13	20	20
14	20	19
15	23	22

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel *related*, data nominal, dan jumlah sampel kecil sehingga pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan menggunakan *Wilcoxon Matched Pairs Test* (Tabel 5.8).

Variabel independen : pelatihan tentang teknologi usahatani.

Variabel dependen : kemampuan peserta pelatihan.

Hipotesis:

H_0 : Kemampuan peserta dalam menggunakan teknologi usahatani yang baru sebelum pelatihan sama dengan sesudah pelatihan dilakukan.

H_a : Kemampuan peserta dalam menggunakan teknologi usahatani yang baru berbeda antara sebelum dan sesudah pelatihan dilakukan.

Tabel 5.8. Penjenjangan/perangkingan.

Nomor respon-den	Total skor sebelum pelatihan	Total skor sesudah pelatihan	Beda	Nilai absolut beda	Tanda jenjang/ ranking		
					Jenjang	T_+	T_-
1	20	18	-2	2	8,5		8,5
2	19	17	-2	2	8,5		8,5
3	23	20	-3	3	13.5		13,5
4	20	21	+1	1	2,5	2,5	
5	18	16	-2	2	8,5		8,5
6	21	19	-2	2	8,5		8,5
7	20	18	-2	2	8,5		8,5
8	20	22	+2	2	8,5	8,5	
9	19	17	-2	2	8,5		8,5
10	18	15	-3	3	13,5		13,5
11	23	21	-2	2	8,5		8,5
12	21	20	-1	1	2,5		2,5
13	20	20	0	0	-	-	-
14	20	19	-1	1	2,5		2,5
15	23	22	-1	1	2,5		2,5
Jumlah						11	94

Kaidah keputusan:

Jika harga jumlah jenjang yang terkecil T_{hitung} > harga T_{tabel} maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Penentuan jenjang/rangking untuk beda data nomor 4, 12, 14, 15 adalah 1, 2, 3, 4 sehingga penentuan jenjang untuk semua data tersebut adalah nilai tengahnya yaitu 2,5.

Penentuan jenjang/rangking untuk beda data nomor 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11 adalah 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 sehingga jenjang untuk data tersebut adalah 8,5.

Jumlah jenjang terkecil = T_{hitung} = 11.

Uji dua pihak, n = 15, α = 5%, T_{tabel} = 25.

$T_{\text{hitung}} = 11 < T_{\text{tabel},\ n\ =\ 15,\ \alpha\ =\ 0{,}05} = 25$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti kemampuan peserta dalam menggunakan teknologi usahatani yang baru berbeda antara sebelum dan sesudah pelatihan dilakukan.

Contoh soal untuk jumlah sampel besar.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penerapan Sapta Usahatani terhadap produktivitas pertanian di suatu daerah. Jumlah responden 40 petani. Pengumpulan data dilakukan sebelum dan setelah Sapta Usahatani dilakukan. Hasil analisis data menunjukkan jumlah jenjang terkecil = T_{hitung} = 100. Rumuskan hipotesis untuk penelitian tersebut dan lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan *Wilcoxon Matched Pairs Test* bila taraf kesalahan 0,025.

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel *related*, data nominal, dan jumlah sampel besar sehingga pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan menggunakan *Wilcoxon Matched Pairs Test* dengan rumus z.

Variabel independen : Sapta Usahatani.

Variabel dependen : produktivitas pertanian.

Hipotesis:

H_0 : Tingkat produktivitas pertanian sama antara sebelum dan sesudah adanya Sapta Usahatani.

H_a : Tingkat produktivitas pertanian berbeda antara sebelum dan sesudah adanya Sapta Usahatani.

Kaidah keputusan:

Harga $z_{\text{hitung}} < z_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jumlah jenjang terkecil = T_{hitung} = 100.

$$z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

$$z = \frac{100 - \frac{40(40+1)}{4}}{\sqrt{\frac{40(40+1)(2x40+1)}{24}}} = \frac{100 - 410}{\sqrt{\frac{132.840}{24}}} = \frac{-310}{74,40} = -4,17$$

$\rho = 0,025$, $z_{tabel} = 1,96$.

$z_{hitung} = |-4,17| > z_{tabel\ 0,025} = 1,96$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti tingkat produktivitas pertanian berbeda antara sebelum dan sesudah adanya Sapta Usahatani.

5.3. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Data pada Tabel 5.9 menunjukkan perilaku konsumen dalam pembelian sayuran (organik dan non organik) sebelum dan sesudah adanya promosi tentang sayuran organik. Bagaimana rumusan hipotesis untuk data penelitian tersebut dan lakukan pengujian hipotesis dengan *Mc Nemar Test*. Taraf signifikansi (α) ditetapkan sebesar 1% (0,01).
2. Sebuah penelitian mengajukan hipotesis bahwa kegiatan penyuluhan pertanian berperan dalam peningkatan produksi pertanian di suatu daerah. Produksi diukur pada saat sebelum dan sesudah penyuluh petanian hadir di wilayah tersebut. Produksi pertanian diukur dengan skor dan total skor ditunjukkan pada tabel di bawah ini (Tabel 5.10). Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan *Wilcoxon Matched Pairs Test* bila taraf signifikansi sebesar 0,025.

Tabel 5.9. Hasil wawancara.

Nomor responden	Sebelum promosi	Sesudah promosi
1	Sayuran non organik	Sayuran organik
2	Sayuran non organik	Sayuran organik
3	Sayuran organik	Sayuran non organik
4	Sayuran non organik	Sayuran organik
5	Sayuran organik	Sayuran organik
6	Sayuran organik	Sayuran organik
7	Sayuran non organik	Sayuran organik
8	Sayuran organik	Sayuran non organik
9	Sayuran organik	Sayuran organik
10	Sayuran non organik	Sayuran organik
11	Sayuran non organik	Sayuran organik
12	Sayuran organik	Sayuran organik
13	Sayuran organik	Sayuran non organik
14	Sayuran organik	Sayuran non organik
15	Sayuran non organik	Sayuran non organik
16	Sayuran organik	Sayuran organik
17	Sayuran organik	Sayuran organik
18	Sayuran organik	Sayuran organik
19	Sayuran non organik	Sayuran organik
20	Sayuran non organik	Sayuran non organik
21	Sayuran organik	Sayuran organik
22	Sayuran organik	Sayuran organik
23	Sayuran organik	Sayuran organik
24	Sayuran non organik	Sayuran organik
25	Sayuran organik	Sayuran organik
26	Sayuran non organik	Sayuran non organik
27	Sayuran non organik	Sayuran organik
28	Sayuran non organik	Sayuran non organik
29	Sayuran organik	Sayuran non organik
30	Sayuran organik	Sayuran organik

3. Data pada Tabel 5.11 diperoleh dari 30 peserta penyuluhan tentang sistem tanam padi jajar legowo 4 : 1. Terdapat 15 peserta yang sebelum penyuluhan menggunakan sistem 2 : 1 berubah menerapkan sistem 4 : 1 setelah mengikuti penyuluhan. Sementara 5 peserta berubah dari sistem 4 : 1 menjadi 2 : 1 setelah mengikuti penyuluhan. Peserta yang tetap menggunakan

sistem 4 : 1 ada 4 orang dan 6 orang tetap menggunakan sistem 2 : 1. Lakukan pengujian hipotesis dengan Mc Nemar *Test* untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan jumlah peserta yang menerapkan sistem tanam padi jajar legowo 4 : 1 sebelum dan sesudah penyuluhan dilakukan. Diketahui *Chi Square*$_{\text{tabel } db = 1, \alpha = 5\%}$ = 3,84.

Tabel 5.10. Kemampuan peserta pelatihan.

Nomor responden	Total skor sebelum penyuluhan pertanian.	Total skor sesudah penyuluhan pertanian.
1	75	77
2	50	60
3	77	70
4	80	81
5	30	60
6	68	70
7	55	70
8	72	75
9	33	55
10	70	70
11	64	64
12	40	50
13	90	80
14	35	45
15	87	80
16	75	67
17	35	60
18	60	60
19	55	70
20	82	80
21	37	65
22	66	65
23	73	73
24	65	60
25	73	70
26	45	50
27	74	80
28	76	75
29	70	67
30	60	70

Tabel 5.11. Perubahan penerapan sistem tanam padi jajar legowo.

Sistem tanam padi jajar legowo	4 : 1	2 : 1
2 : 1	15	6
4 : 1	4	5

6. Pengujian Hipotesis Komparatif Dua Sampel Independen

Pengujian hipotesis komparatif dua sampel independen dapat dilakukan dengan beberapa cara. Jika data berbentuk nominal maka dapat menggunakan *Fisher Exact Probability Test* dan *Chi Square Two Samples*. Namun jika data berbentuk ordinal dapat digunakan *Median Test*, Mann-Whitney U *Test*, Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov atau Wald-Woldfowitz.

6.1. *Fisher Exact Probability Test*

Fisher Exact Probability Test merupakan teknik statistik yang digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis komparatif untuk data nominal dari dua sampel independen dengan jumlah sampel kecil (kurang dari 20). Jika jumlah sampel besar maka digunakan Khi Kuadrat atau *Chi Square* (χ^2) di mana *X* atau χ dibaca chi. Tabel kontingensi 2 x 2 dapat digunakan untuk membantu dalam perhitungan seperti disajikan dalam Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Tabel kontingensi.

Sampel	Frekuensi pada		Jumlah sampel
	Obyek I	Objek II	
Sampel *A*	*A*	*B*	*A* + *B*
Sampel *B*	*C*	*D*	*C* + *D*
Jumlah	*A* + *C*	*B* + *D*	*N*

Sumber: Sugiyono (2002).

Rumus yang digunakan untuk melakukan *Fisher Exact Probability Test* (Sugiyono, 2002) adalah:

$$\rho = \frac{(A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)!}{N!A!B!C!D!}$$

di mana *P* atau ρ dibaca rho dan *A* atau α dibaca alpha.

Kriteria pengujian hipotesis adalah:

Jika ρ_{hitung} > taraf signifikansi yang ditetapkan maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Beberapa nilai faktorial ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Harga faktorial.

N	*N*!
0	1
1	1
2	2
3	6
4	24
5	120
6	720
7	5.040
8	40.320
9	362.880
10	36.288.800
11	39.916.800
12	479.001.600
13	6.227.020.800
14	87.178.291.200
15	1.307.674.368.000
16	20.922.789.888.000
17	355.687.428.096.000
18	6.402.373.705.728.000
19	121.645.100.408.832.000
20	2.432.902.008.176.640.000

Contoh

Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui tingkat serangan hama keong mas dan tikus terhadap tanaman padi di Desa *A* dan *B*. Rata-rata jumlah keong mas yang menyerang tanaman padi di Desa *A* sebanyak 4 ekor m^{-2} dan di Desa *B* sebanyak 3 ekor m^{-2}. Rata-rata jumlah tikus yang menyerang tanaman padi di Desa *A* sebanyak 2 ekor m^{-2} dan di Desa *B* sebanyak 5 ekor m^{-2}. Lakukan pengujian hipotesis untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan nyata/signifikan tingkat serangan hama keong mas dan tikus di Desa *A* dan *B*. Taraf signifikansi (α) ditetapkan sebesar 5% (0,05).

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel independen, data nominal, dan jumlah sampel kecil, sehingga pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan *Fisher Exact Probability Test*. Tabel 6.3 merupakan tabel kontingensi untuk soal di atas.

Tabel 6.3. Rata-rata tingkat serangan hama keong mas dan tikus di Desa *A* dan *B*.

Lokasi	Hama keong mas	Hama tikus	Jumlah
Desa *A*	4 (*A*)	2 (*B*)	6
Desa *B*	3 (*C*)	5 (*D*)	8
Jumlah	7	7	14

$$\rho = \frac{(A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)!}{N!A!B!C!D!}$$

$$\rho = \frac{(4+2)!(3+5)!(4+3)!(2+5)!}{14!4!2!3!5!}$$

$$\rho = \frac{(720)(40.320)(5.040)(5.040)}{(87.178.291.200)(24)(2)(6)(120)}$$

$$\rho = \frac{737.418.608.640.000}{3{,}01x10^{15}}$$

$$\rho = 0{,}24$$

Hipotesis:

H_0 : Tingkat serangan hama keong mas dan tikus di Desa *A* tidak berbeda nyata dengan Desa *B*.

H_a : Tingkat serangan hama keong mas dan tikus di Desa *A* berbeda dengan Desa *B*.

Kaidah keputusan:

ρ_{hitung} (0,24) > α = 0,05 maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti tidak terdapat perbedaan nyata tingkat serangan hama keong mas dan tikus di Desa *A* dan *B*.

6.2. Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov

Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov atau *Test* Kolmogorov-Smirnov dua sampel digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel independen bila datanya berbentuk ordinal. Bila kedua contoh adalah $Y_{11},...,Y_{1n_1}$ dan $Y_{21},...,Y_{2n_2}$ maka: H_0: $F_1(Y) = F_2(Y)$ atau kedua contoh berasal dari sebaran yang identik. F_i adalah fungsi sebaran kumulatif yang sebenarnya tetapi yang tidak diketahui (Steel dan Torrie, 1993).

Kriteria pengujian adalah membandingkan fungsi sebaran contohnya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mencari beda maksimum antara keduanya tanpa memperhatikan tandanya.

Prosedur Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov adalah:

1. Jika data dalam bentuk nominal, interval, atau ratio maka data perlu diubah menjadi data ordinal dengan cara mengurutkannya atau merangking.

2. Menentukan kedua fungsi sebaran kumulatif contohnya, $F_n(Y_1)$ dan $F_n(Y_2)$.
3. Menghitung $|F_n(Y_1) - F_n(Y_2)|$ untuk setiap nilai Y.
4. Menentukan D di mana D = maksimum $|F_n(Y_1) - F_n(Y_2)|$.
5. Membandingkan D dengan nilai kritisnya untuk menarik kesimpulan. Nilai kritis telah diberikan oleh Birnbaum dan Hall untuk $n_1 = n_2$ (Tabel 6.4) dan oleh Massey untuk $n_1 \neq n_2$ (Tabel 6.5).

   Kaidah keputusan/kriteria pengujian hipotesis:

   - Jika $D \leq$ nilai kritis atau $K_{D\ hitung} \leq K_{D\ \text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a diterima (Sugiyono, 2002).
   - Jika $D >$ nilai kritis maka H_0 ditolak dan H_a diterima (Steel dan Torrie, 1993).

Menurut Steel dan Torrie (1993), uji terhadap hipotesis alternatif yang satu arah adalah:

- Bila H_1: $F_1(Y) > F_2(Y)$ maka kriteria ujinya adalah $D^+ = |F_n(Y_1) - F_n(Y_2)|$ karena $F_n(Y_1) > F_n(Y_2)$.
- Bila H_1: $F_1(Y) < F_2(Y)$ maka kriteria ujinya adalah $D^- = |F_n(Y_1) - F_n(Y_2)|$ karena $F_n(Y_1) < F_n(Y_2)$.

Uji ini juga digunakan untuk menguji kesamaan dua sebaran diskrit. Tetapi dalam hal ini ujinya tidak pasti, namun konservatif.

Contoh

Data produktivitas jagung di Dusun Girirejo, Kelurahan Lempake dan Bayur Kelurahan Sempaja Utara, yang keduanya terletak di Kecamatan Samarinda Utara ditunjukkan pada Tabel 6.6. Lakukan Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov terhadap

terhadap data tersebut. Rumuskan hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang cocok untuk masalah tersebut.

Tabel 6.4. Nilai-nilai kritis bagi Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov, $n_1 = n_2$.

Uji satu-arah	$1-\alpha = 0{,}90$	0,95	0,975	0,99	0,995
Uji dua-arah	$1-\alpha = 0{,}80$	0,90	0,95	0,98	0,99
$n = 3$	2/3	2/3			
4	3/4	3/4	3/4		
5	3/5	3/5	4/5	4/5	4/5
6	3/6	4/6	4/6	5/6	5/6
7	4/7	4/7	5/7	5/7	5/7
8	4/8	4/8	5/8	5/8	6/8
9	4/9	5/9	5/9	6/9	6/9
10	4/10	5/10	6/10	6/10	7/10
11	5/11	5/11	6/11	7/11	7/11
12	5/12	5/12	6/12	7/12	7/12
13	5/13	6/13	6/13	7/13	8/13
14	5/14	6/14	7/14	7/14	8/14
15	5/15	6/15	7/15	8/15	8/15
16	6/16	6/16	7/16	8/16	9/16
17	6/17	7/17	7/17	8/17	9/17
18	6/18	7/18	8/18	9/18	9/18
19	6/19	7/19	8/19	9/19	9/19
20	6/20	7/20	8/20	9/20	10/20
21	6/21	7/21	8/21	9/21	10/21
22	7/22	8/22	8/22	10/22	10/22
23	7/23	8/23	9/23	10/23	10/23
24	7/24	8/24	9/24	10/24	11/24
25	7/25	8/25	9/25	10/25	11/25
26	7/26	8/26	9/26	10/26	11/26
27	7/27	8/27	9/27	11/27	11/27
28	8/28	9/28	10/28	11/28	12/28
29	8/29	9/29	10/29	11/29	12/29
30	8/30	9/30	10/30	11/30	12/30
31	8/31	9/31	10/31	11/31	12/31
32	8/32	9/32	10/32	12/32	12/32
33	8/33	9/33	11/33	12/33	13/33
34	8/34	10/34	11/34	12/34	13/34
35	8/35	10/35	11/35	12/35	13/35
36	9/36	10/36	11/36	12/36	13/36
37	9/37	10/37	11/37	13/37	13/37
38	9/38	10/38	11/38	13/38	14/38
39	9/39	10/39	11/39	13/39	14/39
40	9/40	10/40	12/40	13/40	14/40
Hampiran bagi untuk $n > 40$:	$\frac{1{,}5174}{\sqrt{n}}$	$\frac{1{,}7308}{\sqrt{n}}$	$\frac{1{,}9206}{\sqrt{n}}$	$\frac{2{,}1460}{\sqrt{n}}$	$\frac{2{,}3018}{\sqrt{n}}$

Sumber: Steel dan Torrie (1993).

Tabel 6.5. Nilai-nilai kritis bagi Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov, $n_1 \neq n_2$.

Uji satu-arah		1– α = 0,90	0,95	0,975	0,99	0,995
Uji dua-arah		1– α = 0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
$n_1 = 3$	$n_2 = 4$	3/4	3/4			
	5	2/3	4/5	4/5		
	6	2/3	2/3	5/6		
	7	2/3	5/7	6/7	6/7	
	8	5/8	3/4	3/4	7/8	
	9	2/3	2/3	7/9	8/9	8/9
	10	3/5	7/10	4/5	9/10	9/10
	12	7/12	2/3	3/4	5/6	11/12
$n_1 = 4$	$n_2 = 5$	3/5	3/4	4/5	4/5	
	6	7/12	2/3	3/4	5/6	5/6
	7	17/28	5/7	3/4	6/7	6/7
	8	5/8	5/8	3/4	7/8	7/8
	9	5/9	2/3	3/4	7/9	8/9
	10	11/20	13/20	7/10	4/5	4/5
	12	7/12	2/3	2/3	3/4	5/6
	16	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16
$n_1 = 5$	$n_2 = 6$	3/5	2/3	2/3	5/6	5/6
	7	4/7	23/35	5/7	29/35	6/7
	8	11/20	5/8	27/40	4/5	4/5
	9	5/9	3/5	31/45	7/9	4/5
	10	1/2	3/5	7/10	7/10	4/5
	15	8/15	3/5	2/3	11/15	11/15
	20	1/2	11/20	3/5	7/10	3/4
$n_1 = 6$	$n_2 = 7$	23/42	4/7	29/42	5/7	5/6
	8	1/2	7/12	2/3	3/4	3/4
	9	1/2	5/9	2/3	13/18	7/9
	10	1/2	17/30	19/30	7/10	11/15
	12	1/2	7/12	7/12	2/3	3/4
	18	4/9	5/9	11/18	2/3	13/18
	24	11/24	1/2	7/12	5/8	2/3
$n_1 = 7$	$n_2 = 8$	1/2	33/56	5/8	41/56	3/4
	9	31/63	5/9	40/63	5/7	47/63
	10	33/70	39/70	43/70	7/10	53/70
	14	3/7	1/2	4/7	9/14	5/7
	28	3/7	13/28	15/28	17/28	9/14
$n_1 = 8$	$n_2 = 9$	4/9	13/24	5/8	2/3	3/4
	10	19/40	21/40	23/40	27/40	7/10
	12	11/24	1/2	7/12	5/8	2/3
	16	7/16	1/2	9/16	5/8	5/8
	32	13/32	7/16	1/2	9/16	19/32

Tabel 6.5. (lanjutan).

Uji satu-arah		$1-\alpha = 0{,}90$	0,95	0,975	0,99	0,995
Uji dua-arah		$1-\alpha = 0{,}80$	0,90	0,95	0,98	0,99
$n_1 = 9$	$n_2 = 10$	7/15	1/2	26/45	2/3	31/45
	12	4/9	1/2	5/9	11/18	2/3
	15	19/45	22/45	8/15	3/5	29/45
	18	7/18	4/9	1/2	5/9	11/18
	36	13/36	5/12	17/36	19/36	5/9
$n_1 = 10$	$n_2 = 15$	2/5	7/15	1/2	17/30	19/30
	20	2/5	9/20	1/2	11/20	3/5
	40	7/20	2/5	9/20	1/2	
$n_1 = 12$	$n_2 = 15$	23/60	9/20	1/2	11/20	7/12
	16	3/8	7/16	23/48	13/24	7/12
	18	13/36	5/12	17/36	19/36	5/9
	20	11/30	5/12	7/15	31/60	17/30
$n_1 = 15$	$n_2 = 20$	7/20	2/5	13/30	29/60	31/60
$n_1 = 16$	$n_2 = 20$	27/80	31/80	17/40	19/40	41/80
Hampiran bagi contoh besar: $\sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 n_2}}\,x$		1,0730	1,2239	1,3581	1,5174	1,6276

Sumber: Steel dan Torrie (1993).

Penyelesaian

Soal ini memiliki data dari dua sampel independen dan jenis data adalah data ratio, sehingga pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan Statistika Parametrik (*t test independent*). Jika ingin menggunakan Statistika Non Parametrik (Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov) maka data ratio harus diubah dulu menjadi data ordinal dengan cara mengurutkan atau merangking data agar data dapat dianalisis (Tabel 6.7).

Hipotesis:

H_0 : Produktivitas jagung di Dusun Girirejo sama dengan di Bayur.

H_1 : Produktivitas jagung di Dusun Girirejo berbeda dengan di Bayur.

D = 0,54.

Nilai kritis $n_1 \neq n_2$ dengan taraf signifikansi 0,01 (1%) di mana n_1 = 20 dan n_2 = 25 adalah:

$$\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}} x 1{,}5174 = \sqrt{\frac{20 + 25}{20x25}} x 1{,}5174 = 5{,}06$$

Tabel 6.6. Produktivitas jagung (tongkol ha^{-1} mt^{-1}) di Dusun Girirejo dan Bayur.

No. responden	Girirejo*	Bayur**
1	7.000	4.050
2	3.500	3.650
3	6.500	7.500
4	6.000	4.200
5	5.800	3.750
6	6.000	3.625
7	6.000	3.600
8	5.800	7.200
9	6.200	8.700
10	4.500	4.000
11	4.500	4.350
12	6.000	3.500
13	5.500	4.500
14	6.400	4.100
15	7.000	3.670
16	4.000	7.650
17	7.000	3.800
18	6.500	8.400
19	6.500	7.550
20	6.000	7.750
21		3.900
22		3.700
23		4.200
24		7.700
25		3.600

Sumber: *Ardiyana (2015) dan **Wati (2017).

D (0,54) < nilai kritis pada α = 0,01 (5,06) maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti produktivitas jagung antara Dusun Girirejo dan Bayur berbeda nyata. Rangking data menunjukkan bahwa sebaran data produktivitas berasal dari lokasi yang berbeda.

Tabel 6.7. Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov.

No.	Y_1	Y_2	$F_n(Y_1)$	$F_n(Y_2)$					$\lvert F_n(Y_1) - F_n(Y_2)\rvert$				
1	3500		1/20		|1/20-0|	=	|	0,05	-	0,00	|	=	0,05
2		3500		1/25	|1/20-1/25|	=	|	0,05	-	0,04	|	=	0,01
3		3600		2/25	|1/20-2/25|	=	|	0,05	-	0,08	|	=	0,03
4		3600		3/25	|1/20-3/25|	=	|	0,05	-	0,12	|	=	0,07
5		3625		4/25	|1/20-4/25|	=	|	0,05	-	0,16	|	=	0,11
6		3650		5/25	|1/20-5/25|	=	|	0,05	-	0,20	|	=	0,15
7		3670		6/25	|1/20-6/25|	=	|	0,05	-	0,24	|	=	0,19
8		3700		7/25	|1/20-7/25|	=	|	0,05	-	0,28	|	=	0,23
9		3750		8/25	|1/20-8/25|	=	|	0,05	-	0,32	|	=	0,27
10		3800		9/25	|1/20-9/25|	=	|	0,05	-	0,36	|	=	0,31
11		3900		10/25	|1/20-10/25|	=	|	0,05	-	0,40	|	=	0,35
12	4000		2/20		|2/20-10/25|	=	|	0,10	-	0,40	|	=	0,30
13		4000		11/25	|2/20-11/25|	=	|	0,10	-	0,44	|	=	0,34
14		4050		12/25	|2/20-12/25|	=	|	0,10	-	0,48	|	=	0,38
15		4100		13/25	|2/20-13/25|	=	|	0,10	-	0,52	|	=	0,42
16		4200		14/25	|2/20-14/25|	=	|	0,10	-	0,56	|	=	0,46
17		4200		15/25	|2/20-15/25|	=	|	0,10	-	0,60	|	=	0,50
18		**4350**		**16/25**	**|2/20-16/25|**	**=**	**|**	**0,10**	**-**	**0,64**	**|**	**=**	**0,54**
19	4500		3/20		|3/20-16/25|	=	|	0,15	-	0,64	|	=	0,49
20	4500		4/20		|3/20-16/25|	=	|	0,15	-	0,64	|	=	0,49
21		4500		17/25	|4/20-17/25|	=	|	0,20	-	0,68	|	=	0,48
22	5500		5/20		|5/20-17/25|	=	|	0,25	-	0,68	|	=	0,43
23	5800		6/20		|6/20-17/25|	=	|	0,30	-	0,68	|	=	0,38
24	5800		7/20		|7/20-17/25|	=	|	0,35	-	0,68	|	=	0,33
25	6000		8/20		|8/20-17/25|	=	|	0,40	-	0,68	|	=	0,28
26	6000		9/20		|9/20-17/25|	=	|	0,45	-	0,68	|	=	0,23
27	6000		10/20		|10/20-17/25|	=	|	0,50	-	0,68	|	=	0,18
28	6000		11/20		|11/20-17/25|	=	|	0,55	-	0,68	|	=	0,13
29	6000		12/20		|12/20-17/25|	=	|	0,60	-	0,68	|	=	0,08
30	6200		13/20		|13/20-17/25|	=	|	0,65	-	0,68	|	=	0,03
31	6400		14/20		|14/20-17/25|	=	|	0,70	-	0,68	|	=	0,02
32	6500		15/20		|15/20-17/25|	=	|	0,75	-	0,68	|	=	0,07
33	6500		16/20		|16/20-17/25|	=	|	0,80	-	0,68	|	=	0,12
34	6500		17/20		|17/20-17/25|	=	|	0,85	-	0,68	|	=	0,17
35	7000		18/20		|18/20-17/25|	=	|	0,90	-	0,68	|	=	0,22
36	7000		19/20		|19/20-17/25|	=	|	0,95	-	0,68	|	=	0,27
37	7000		20/20		|20/20-17/25|	=	|	1,00	-	0,68	|	=	0,32
38		7200		18/25	|20/20-18/25|	=	|	1,00	-	0,72	|	=	0,28
39		7500		19/25	|20/20-19/25|	=	|	1,00	-	0,76	|	=	0,24
40		7550		20/25	|20/20-20/25|	=	|	1,00	-	0,80	|	=	0,20
41		7650		21/25	|20/20-21/25|	=	|	1,00	-	0,84	|	=	0,16
42		7700		22/25	|20/20-22/25|	=	|	1,00	-	0,88	|	=	0,12
43		7750		23/25	|20/20-23/25|	=	|	1,00	-	0,92	|	=	0,08
44		8400		24/25	|20/20-24/25|	=	|	1,00	-	0,96	|	=	0,04
45		8700		25/25	|20/20-25/25|	=	|	1,00	-	1,00	|	=	0,00

6.3. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Penelitian tentang keanekaragaman hama tanaman padi dan musuh alami dilakukan di Desa I dan II. Definisi musuh alami menurut Agumsah (2012) adalah organisme hidup yang memangsa atau menumpang dalam atau pada hama dan dianggap sebagai musuh dari hama yang terdapat di alam. Laba-laba rahang panjang (*Tetragnatha maxillosa*) dan kumbang kubah (*Cocinella* sp.) adalah dua jenis musuh alami yang dapat digunakan untuk pengendalian hama secara biologis pada tanaman padi.

   Mangsa yang disukai laba-laba rahang panjang antara lain kupu-kupu, ngengat, lalat, dan wereng, sedangkan kumbang kubah memakan telur dan larva kecil wereng batang, tungau, dan aphis (Agumsah, 2012). Data populasi musuh alami hama tanaman padi yaitu laba-laba rahang panjang dan kumbang kubah pada lahan tanaman padi sawah yang dikelola responden di Desa I dan II disajikan pada Tabel 6.8. Rumuskan hipotesis untuk data penelitian tersebut kemudian lakukan pengujian hipotesis dengan *Fisher Exact Probability Test*. Taraf signifikansi (α) ditetapkan sebesar 1% (0,01).

   Tabel 6.8. Rata-rata jumlah laba-laba rahang panjang dan kumbang kubah (ekor m^{-2}) yang terdapat di lahan tanaman padi di lokasi penelitian.

Lokasi	Laba-laba rahang panjang	Kumbang kubah
Desa I	4	2
Desa II	1	3

2. Berikut ini adalah data rata-rata jumlah pedagang pengecer setiap bulan selama 6 bulan di 2 kecamatan:

Kecamatan I	10	17	15	13	16	11
Kecamatan II	21	12	14	22	23	24

   Lakukan pengujian hipotesis dengan Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan jumlah pedagang pengecer di kedua kecamatan tersebut.
3. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kebutuhan akan penyuluhan dan pembentukan kelompok tani di Desa *A* dan *B*. Jumlah penyuluh pertanian yang bertugas di Desa *A* sebanyak 1 orang dan di Desa *B* sebanyak 2 orang. Jumlah kelompok tani yang sudah terbentuk di Desa *A* sebanyak 2 kelompok dan di Desa *B* sebanyak 3 kelompok. Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan *Fisher Exact Probability Test* untuk membuktikan apakah jumlah penyuluh pertanian dan kelompok tani di Desa *A* berbeda dengan Desa *B*. Taraf signifikansi (α) ditetapkan sebesar 5% (0,05).
4. Data rata-rata produktivitas padi sawah (kw ha^{-1}) dari 7 kelompok tani di Desa *A* dan 6 kelompok tani di Desa *B* ditunjukkan pada Tabel 6.9. Lakukan Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov terhadap terhadap data tersebut. Rumuskan hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang cocok untuk masalah tersebut. Diketahui nilai kritis $n_1 \neq n_2$ di mana n_1 = 6 dan n_2 = 7 pada α = 0,01 adalah 5/6 = 0,83.

Tabel 6.9. Produktivitas padi sawah (kw ha^{-1}) di Desa *A* dan *B*.

Desa *A*	Desa *B*
42	54
46	58
52	53
44	57
41	49
43	48
47	

5. Kemampuan manajemen yang dimiliki 22 kelompok tani yang bergerak di bidang budidaya tanaman pangan dan perkebunan ditunjukkan pada Tabel 6.10. Lakukan Uji Dua-contoh Kolmogorov-Smirnov terhadap terhadap data tersebut untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata antara kemampuan manajemen kelompok tani yang bergerak di bidang budidaya tanaman pangan dan perkebunan. Rumus untuk menentukan nilai kritis $n_1 \neq n_2$ dengan taraf signifikansi 0,01 adalah $\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}} x 1{,}5174$.

Tabel 6.10. Kemampuan manajemen kelompok tani.

No. kelompok tani	Tanaman pangan	Tanaman perkebunan	Y_1	Y_2	$F_n(Y_1)$	$F_n(Y_2)$	$\lvert F_n(Y_1) - F_n(Y_2)\rvert$
1	30	62					
2	60	32					
3	64	68					
4	40	72					
5	70	90					
6	90	46					
7	76	82					
8	50	78					
9	88	86					
10	80	54					
11	90						
12	90						
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

7. Pengujian Hipotesis Komparatif k Sampel Berpasangan

Suatu penelitian dengan variabel yang sama, kadangkala melibatkan sampel yang jumlahnya lebih dari 2 (k sampel) misalnya 3, 4, atau lebih dari 4 sampel. Selanjutnya data dapat dianalisis untuk mengetahui apakah rata-rata (*mean*) antara satu sampel dengan sampel yang lain berbeda secara signifikan atau tidak. Misalnya akan dilakukan pengujian apakah terdapat perbedaan jumlah hama yang menyerang pada suatu lahan pertanian jika dilakukan pengendalian hama secara biologi (X_1), fisik (X_2) atau kimiawi (X_3). Pengujian signifikansi perbedaan rata-rata jumlah hama yang menyerang pada suatu lahan pertanian dengan 3 jenis cara pengendalian tersebut dapat dilakukan secara serentak (X_1, X_2, dan X_3) dan efisien dengan teknik Statistika misalnya Uji Cochran dan Friedman. Pengujian serempak ini mungkin hanya akan menghasilkan pernyataan bahwa jumlah hama yang menyerang pada suatu lahan pertanian dapat berbeda atau tidak berbeda jika dilakukan pengendalian hama secara biologi, fisik, atau kimiawi.

Tetapi jika dalam pengujian yang serentak itu menghasilkan perbedaan yang signifikan maka perlu dilanjutkan dengan pengujian antara dua sampel yaitu $X_1 : X_2$, $X_1 : X_3$, dan $X_2 : X_3$. Sehingga akan diketahui perbedaan antara satu sampel dengan sampel lain. Pengujian antara dua sampel akan menunjukkan misalnya apakah jumlah hama yang menyerang tanaman akan berbeda jika dilakukan pengendalian hama secara biologi atau kimiawi.

Pengujian hipotesis komparatif *k* sampel secara serentak lebih efisien karena tidak harus melalui antara dua sampel, tetapi informasi yang diperoleh lebih sedikit. Jika terdapat 3 sampel (X_1, X_2, dan X_3) akan dilakukan 3 kali pengujian. Namun bila melalui antara dua sampel maka untuk *n* kelompok sampel akan dilakukan $n(n - 1) : 2$ pengujian. Misalnya untuk 10 sampel akan dilakukan 10(10 - 1) : 2 = 45 kali pengujian (Sugiyono, 2002). Pengujian hipotesis komparatif untuk *k* sampel yang berpasangan dengan data nominal dapat menggunakan Uji Cochran sedangkan untuk data ordinal dapat menggunakan *Friedman Two Way Anova*.

7.1. Uji Cochran

Uji Cochran (Cochran *Test*) ini digunakan untuk menguji hipotesis komparatif *k* sampel berpasangan. Uji ini cocok digunakan kalau data berbentuk nominal atau merupakan informasi ordinal yang terpisah dua (dikotomi). Misalnya jawaban/hasil observasi berbentuk ya – tidak, sukses - gagal, terjual - tidak terjual, selanjutnya skor untuk ya = 1 dan tidak = 0.

Menurut Cochran (1950) seperti yang dikutif Siegel (1994), rumus yang digunakan adalah:

$$Q = \frac{k(k-1)\sum_{j=1}^{k}\left(G_j - \overline{G}\right)}{k\sum_{i=1}^{N} L_i - \sum_{i=1}^{N} L_i^{\,2}}$$

Σ atau σ dibaca sigma.

Menurut Siegel (1994), rumus di atas dapat disederhanakan menjadi:

$$Q = \frac{(k-1)\left[k\sum_{j=1}^{k} G_j^{\,2} - \left(\sum_{j=1}^{k} G_j\right)^2\right]}{k\sum_{i=1}^{N} L_i - \sum_{i=1}^{N} L_i^{\,2}}$$

Sugiyono (2002) menjelaskan bahwa distribusi sampling *Q* mendekati distribusi Khi-Kuadrat sehingga untuk menguji signifikansi harga Q_{hitung} tersebut maka perlu dibandingkan dengan harga-harga kritis untuk Khi Kuadrat (Lampiran 2).

Kriteria pengujian/kaidah keputusan adalah:

- Jika Q_{hitung} < harga kritis Khi Kuadrat untuk taraf signifikansi tertentu dan $db = k - 1$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Jika $Q_{\text{hitung}} \geq$ harga kritis Khi Kuadrat untuk taraf signifikansi tertentu dan $db = k - 1$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Contoh

Ambarwaty (2005) telah melakukan penelitian pada usahatani seledri di Desa Simpang Pasir, Kecamatan Palaran, Propinsi Kalimantan Timur. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara langsung dengan petani seledri. Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 26 petani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani seledri menggunakan 3 merk pestisida yaitu Matador, Tropsin, dan Antracol. Jenis pestisida yang digunakan setiap petani berbeda-beda. Beberapa petani menggunakan 2 merek pestisida sedangkan petani yang lain ada yang menggunakan 3 merek pestisida. Data pada Tabel 7.1 menunjukkan penggunaan pestisida oleh petani seledri. Jika petani menggunakan pestisida merek tertentu diberi skor 1 dan jika tidak menggunakan pestisida diberi skor 0. Lakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata jenis pestisida (merek Matador, Tropsin, dan Antracol) yang digunakan oleh petani seledri.

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sampel *related*, dan data nominal sehingga pengujian hipotesis dapat menggunakan Uji Cochran dengan cara perhitungan ditunjukkan pada Tabel 7.2.

$$Q = \frac{(k-1)\left[k\sum_{j=1}^{k} G_j^{\,2} - \left(\sum_{j=1}^{k} G_j\right)^2\right]}{k\sum_{i=1}^{N} L_i - \sum_{i=1}^{N} L_i^{\,2}} = \frac{(3-1)\left[3(13^2+16^2+15^2)-(44)^2\right]}{(3)(44)-(84)} = 0{,}58$$

Harga kritis Khi Kuadrat 5%, *db* = *k* – 1 = 3 - 1 = 2 adalah 5,99.

Hipotesis:

H_0 : Jenis pestisida (merek Matador, Tropsin, dan Antracol) yang digunakan oleh petani seledri yang satu tidak berbeda nyata dengan petani seledri yang lainnya.

H_1 : Jenis pestisida (merek Matador, Tropsin, dan Antracol) yang digunakan oleh petani seledri yang satu berbeda nyata dengan petani seledri yang lainnya.

Kaidah keputusan:

Q_{hitung} (0,58) < Khi Kuadrat$_{\text{tabel}}$ (5,99) maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti jenis pestisida (merek Matador, Tropsin, dan Antracol) yang digunakan oleh petani seledri yang satu tidak berbeda dengan petani seledri yang lainnya.

Tabel 7.1. Jenis pestisida yang digunakan petani seledri di Desa Simpang Pasir, Kecamatan Palaran, Provinsi Kalimantan Timur.

No. responden	Merek		
	Matador	Tropsin	Antracol
1	0	1	1
2	0	1	1
3	1	0	1
4	0	1	1
5	0	1	0
6	0	1	0
7	1	0	1
8	1	1	0
9	0	1	0
10	0	0	1
11	0	0	1
12	1	0	1
13	1	0	1
14	1	0	1
15	1	1	0
16	0	1	0
17	1	1	1
18	0	0	1
19	1	1	1
20	0	1	0
21	0	0	1
22	1	1	0
23	1	0	1
24	0	1	0
25	1	1	0
26	1	1	0

Sumber: Ambarwaty (2005).

Tabel 7.2. Perhitungan untuk Uji Cochran.

No. responden	Matador	Tropsin	Antracol	L_i	L_i^2
1	0	1	1	2	4
2	0	1	1	2	4
3	1	0	1	2	4
4	0	1	1	2	4
5	0	1	0	1	1
6	0	1	0	1	1
7	1	0	1	2	4
8	1	1	0	2	4
9	0	1	0	1	1
10	0	0	1	1	1
11	0	0	1	1	1
12	1	0	1	2	4
13	1	0	1	2	4
14	1	0	1	2	4
15	1	1	0	2	4
16	0	1	0	1	1
17	1	1	1	3	9
18	0	0	1	1	1
19	1	1	1	3	9
20	0	1	0	1	1
21	0	0	1	1	1
22	1	1	0	2	4
23	1	0	1	2	4
24	0	1	0	1	1
25	1	1	0	2	4
26	1	1	0	2	4
Jumlah (G_j)	13	16	15	44	84

Sumber: Ambarwaty (2005).

7.2. Uji Friedman

Friedman *Two Way Anova* (Analisis Varian Dua Jalan Friedman) atau Uji Friedman (Friedman *Test*) digunakan untuk menguji hipotesis komparatif k sampel yang berpasangan bila datanya berbentuk ordinal. Bila data yang akan diuji berbentuk nominal, interval, atau ratio maka data tersebut perlu diubah terlebih dahulu menjadi data ordinal. Distribusi yang terbentuk adalah distribusi Khi Kuadrat, sehingga rumus yang digunakan untuk pengujian adalah rumus Khi Kuadrat (Sugiyono, 2002) yaitu:

$$\chi^2 = \frac{12}{Nk(k+1)} \sum_{j=1}^{k} (R_j)^2 - 3N(k+1)$$

di mana:

N = banyak baris dalam tabel;
k = banyak kolom;
R_j = jumlah rangking dalam kolom.

Oleh karena k sampel adalah berpasangan maka jumlah kasus N adalah sama untuk setiap sampel, sehingga jika:

a. Jumlah sampel kecil yaitu $k = 3$ dan $2 \leq n \leq 9$ atau $k = 4$ dan $2 \leq n \leq 4$ digunakan tabel kritis Friedman (Tabel 7.3).
b. Jumlah sampel besar dan perlakuan besar $k > 4$ dan $n > 9$ digunakan tabel Khi Kuadrat (Lampiran 2).

Ketentuan pengujian/kaidah keputusan (Sugiyono, 2002) adalah:

- Jika nilai Khi Kuadrat$_{\text{hitung}}$ < Khi Kuadrat$_{\text{tabel}}$ atau probabilitas F_r maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Jika nilai Khi Kuadrat$_{\text{hitung}}$ $\geq$ Khi Kuadrat$_{\text{tabel}}$ atau probabilitas F_r maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Contoh

Penelitian dilakukan untuk mengetahui efektivitas berbagai teknik pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Responden adalah 18 ketua kelompok tani yang terdiri dari masing-masing 6 ketua kelompok tani pemula, lanjut, dan madya. Wawancara dilakukan dengan mengunakan kuisioner di mana setiap pertanyaan diberi skor 1, 2, 3, dan 4. Skor 1 berarti sangat tidak efektif, skor 2 adalah tidak efektif, skor 3 yaitu efektif, dan skor 4 menunjukkan sangat efektif. Rata-rata skor dari jawaban responden dapat dilihat pada Tabel 7.4. Lakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui bahwa tindakan kelompok tani pemula, madya, dan lanjut tidak berbeda nyata dalam mengendalikan hama dan penyakit secara biologi, fisik, mekanik, dan terpadu dengan menggunakan Uji Friedman.

Tabel 7.3. Nilai kritis Friedman *Two Way Anova* dari varians dengan statistik rangking, F_r.

k	N	$z \leq 0,10$	$z \leq 0,05$	$z \leq 0,01$
3	3	6,00	6,00	
	4	6,00	6,50	8,00
	5	5,20	6,40	8,40
	6	5,33	7,00	9,00
	7	5,43	7,14	8,86
	8	5,25	6,25	9,00
	9	5,56	6,22	8,67
	10	5,00	6,20	9,60
	11	4,91	6,54	8,91
	12	5,17	6,17	8,67
	13	4,77	6,00	9,39
	Z	4,61	5,99	9,21
4	2	6,00	6,00	
	3	6,60	7,40	8,60
	4	6,30	7,80	9,60
	5	6,36	7,80	9,96
	6	6,40	7,60	10,00
	7	6,26	7,80	10,37
	8	6,30	7,50	10,35
	Z	6,25	7,82	11,34
5	3	7,47	8,53	10,13
	4	7,60	8,80	11,00
	5	7,68	8,96	11,52
	Z	7,78	9,49	13,28

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, sample *related*, dan data interval. Jika data interval diubah menjadi data ordinal maka pengujian hipotesis dapat menggunakan Friedman *Two Way Anova*. Penentuan rangking dilakukan berdasarkan total skor setiap baris. Jika terdapat dua skor yang sama maka rangking ditentukan dengan cara menambah ranking kemudian dibagi jumlah skor yang sama (Tabel 7.5).

Tabel 7.4. Rata-rata skor jawaban responden.

Kelompok tani	Teknik pengendalian hama dan penyakit			
	Biologi	Fisik	Mekanik	Terpadu
Pemula	90	40	10	70
Lanjut	60	50	20	80
Madya	90	10	20	60

Tabel 7.5. Penentuan rangking.

Kelompok tani	Teknik penanganan hama dan penyakit (data interval)				Rangking (data ordinal)			
	Biologi	Fisik	Mekanik	Terpadu	Biologi	Fisik	Mekanik	Terpadu
Pemula	90	40	10	70	4	2	1	3
Lanjut	60	50	60	80	2,5	1	2,5	4
Madya	90	10	20	60	4	1	2	3
R_j					10,5	4	5,5	10

$$\chi^2 = \frac{12}{Nk(k+1)} \sum_{j=1}^{k} (R_j)^2 - 3N(k+1)$$

$$\chi^2 = \frac{12}{(3)(4)(4+1)} (10{,}5^2 + 4^2 + 5{,}5^2 + 10^2) - (3)(3)(4+1) = 6{,}3$$

Probabilitas F_r untuk k = 4, N = 3, dan α = 0,05 adalah 7,4.

Hipotesis:

H_0 : Pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan teknik biologi, fisik, mekanik, dan terpadu tidak berbeda efektivitasnya.

H_1 : Pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan teknik biologi, fisik, mekanik, dan terpadu berbeda efektivitasnya.

Kaidah keputusan:

Khi Kuadrat$_{hitung}$ (6,3) < probabilitas F_r (7,4) maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan teknik biologi, fisik, mekanik, dan terpadu tidak berbeda efektivitasnya.

7.3. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Data pada Tabel 7.6 menunjukkan penggunaan pupuk oleh 26 petani seledri di Desa Simpang Pasir, Kecamatan Palaran, Propinsi Kalimantan Timur. Jika petani menggunakan jenis pupuk merek tertentu diberi skor 1 dan jika tidak diberi skor 0. Rumuskan hipotesis yang sesuai untuk data tersebut dan lakukan pengujian hipotesis dengan Uji Cochran. Diketahui harga kritis Khi Kuadrat 5% di mana $db = k – 1 = 4 - 1 = 3$ adalah 7,81.
2. Penyuluhan dengan metode komunikasi personal, kelompok, dan massa dilakukan terhadap 30 petani. Setelah penyuluhan dilakukan, peserta diberi sejumlah pertanyaan. Data yang terkumpul adalah data interval, sedangkan total skor jawaban responden yang tercantum pada Tabel 7.7 di bawah ini. Lakukan pengujian hipotesis dengan Uji Friedman untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pemahaman peserta jika penyuluhan dilakukan dengan metode personal, kelompok, dan massa. Diketahui nilai kritis Khi Kuadrat $db = k – 1 = 2$ dan $\alpha = 0{,}05$ adalah 5,99.
3. Rata-rata skor jawaban responden berkaitan dengan kemampuan petani dalam mengalokasikan faktor produksi, budidaya, pengolahan hasil, dan pemasaran dapat dilihat pada Tabel 7.8.

Responden adalah 21 petani yang terdiri dari masing-masing 7 petani padi, hortikultura, dan tanaman perkabunan.

a. Rumuskan hipotesis yang sesuai untuk penelitian tersebut.
b. Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan Uji Friedman jika diketahui:

   Probabilitas F_r untuk k = 4; N = 3; dan α = 0,05 adalah 7,4.

   Probabilitas F_r untuk k = 3; N = 4; dan α = 0,05 adalah 6,5.

Tabel 7.6. Jenis pupuk yang digunakan petani seledri.

No. responden	Urea	NPK	TSP	Pupuk kandang
1	0	1	1	1
2	0	1	1	1
3	1	1	0	1
4	1	1	1	1
5	1	1	0	1
6	1	1	1	1
7	0	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	0	1	1	1
11	0	1	0	1
12	0	1	0	1
13	0	1	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1
16	0	1	1	1
17	0	1	1	1
18	0	1	1	1
19	1	1	1	1
20	0	1	1	1
21	0	1	1	1
22	0	1	1	1
23	0	1	1	1
24	1	1	1	1
25	0	1	1	1
26	1	1	1	1

Sumber: Ambarwaty (2005).

Tabel 7.7. Total skor jawaban responden.

No. responden	Personal	Kelompok	Massa
1	80	65	70
2	70	60	85
3	75	75	67
4	60	70	82
5	65	65	65
6	48	65	70
7	56	72	56
8	77	65	82
9	82	70	65
10	85	80	81
11	63	63	78
12	37	59	63
13	44	60	70
14	58	75	60
15	59	64	71
16	76	76	76
17	74	80	60
18	69	71	69
19	59	74	67
20	45	63	57
21	72	72	72
22	75	72	67
23	71	71	71
24	84	80	82
25	86	78	65
26	79	60	53
27	67	67	67
28	58	63	72
29	59	67	59
30	90	70	83

Tabel 7.8. Rata-rata skor jawaban responden.

Petani	Kemampuan (data interval)			
	Alokasi faktor produksi	Budidaya	Pengolahan hasil	Pemasaran
Padi	70	80	60	90
Hortikultura	60	78	75	75
Tanaman perkebunan	80	70	70	70

4. Data pada Tabel 7.9 menunjukkan penggunaan pupuk oleh 30 petani di suatu desa. Jika petani menggunakan jenis pupuk merek tertentu (*A*, *B*, dan *C*) diberi skor 1 dan jika tidak diberi skor 0. Rumuskan hipotesis yang sesuai untuk data tersebut dan lakukan pengujian hipotesis dengan Uji Cochran. Diketahui harga-harga kritis Khi Kuadrat 5% untuk *db* = 3 adalah 7,81 dan *db* = 2 adalah 5,99.

Tabel 7.9. Penggunaan pupuk.

No.	*A*	*B*	*C*	No.	*A*	*B*	*C*
1	1	0	1	16	0	1	1
2	0	1	1	17	1	0	1
3	1	1	0	18	1	1	1
4	0	0	1	19	1	0	0
5	1	1	0	20	0	1	1
6	1	0	1	21	1	0	1
7	0	1	1	22	1	1	1
8	1	0	1	23	0	1	0
9	0	1	1	24	1	0	1
10	1	0	0	25	1	1	1
11	1	1	0	26	1	1	1
12	0	0	1	27	0	1	1
13	1	1	0	28	1	0	1
14	1	0	1	29	1	1	1
15	1	0	1	30	1	0	1

8. Pengujian Hipotesis Komparatif k Sampel Independen

Data penelitian dapat berasal dari sampel independen yang dianggap berasal dari populasi yang sama. Masalahnya adalah menentukan apakah perbedaan di antara sampel-sampel yang diobservasi itu merupakan petunjuk adanya perbedaan di antara populasi-populasi. Atau apakah perbedaan tersebut semata-mata hanya perbedaan secara kebetulan saja yang dapat diharapkan terjadi di antara sampel-sampel random dari populasi yang sama. Pengujian hipotesis komparatif dua sampel yang independen untuk data nominal dapat menggunakan *Chi Square k Samples,* sedangkan untuk data ordinal dapat menggunakan Analisis Varian Satu Jalan Kruskal-Wallis.

8.1. Uji *Chi Square k Samples*

Teknik statistik ini digunakan untuk melakukan pengujian hipotesis komparatif k sampel yang independen untuk data diskrit/nominal. Menurut Gomez dan Gomez (1995), nilai χ^2 ditentukan dengan rumus:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Rumus *Chi Square k Samples* adalah sama dengan *Chi Square* dua sampel independen (Sugiyono, 2002) yaitu:

$$\chi^2 = \sum \frac{\sum (f_0 - f_h)^2}{f_h}$$

Rumus untuk menghitung *Chi Square* menurut Riduwan dan Sunarto (2007) adalah:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

$$f_e = \frac{(\sum f_k)x(\sum f_b)}{\sum T}$$

di mana:

χ^2 = nilai *Chi Square*;
n_{ij} = banyaknya satuan yang diamati yang termasuk kelas i dan j;
E_{ij} = nilai harapan sel (i, j);
r_i = jumlah baris ke-i;
c_j = jumlah lajur ke-j;
f_0 = frekuensi yang diobservasi (frekuensi empiris);
f_e = frekuensi yang diharapkan (frekuensi teoritis);
Σf_k = jumlah frekuensi pada kolom;
Σf_b = jumlah frekuensi pada baris;
ΣT = jumlah keseluruhan baris atau kolom.

Kaidah keputusan (Sugiyono, 2002; Riduwan dan Sunarto, 2007) yaitu:

- Jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Jika $\chi^2_{\text{hitung}} \geq \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Lampiran 2 menunjukkan nilai-nilai χ^2.

Contoh

Penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan alasan dalam membeli pupuk antara petani lada, karet, dan kelapa sawit. Sebanyak 30 petani lada terpilih sebagai responden, 12 responden membeli pupuk berdasarkan alasan harga, 8 responden memiliki alasan unsur kimia yang dikandung pupuk, dan 10 responden karena bentuk pupuk (cair atau padat) (Tabel 8.1). Dari 25 petani karet yang terpilih sebagai responden terdapat 6 responden yang membeli pupuk berdasarkan harga, sedangkan 10 responden karena unsur kimia, dan 9 responden karena alasan bentuk pupuk. Selanjutnya dari 20 petani kelapa sawit yang menjadi responden terdapat 5 responden yang membeli pupuk karena harganya, 7 responden karena unsur kimianya, dan 8 responden karena bentuknya. Lakukan pengujian hipotesis untuk mengetahui apakah petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang sama dalam pembelian pupuk.

Tabel 8.1. Jumlah petani lada, karet, dan kelapa sawit berdasarkan alasan dalam pembelian pupuk.

Alasan	Petani		
	Lada	Karet	Kelapa sawit
Harga	12	6	5
Unsur kimia	8	10	7
Bentuk	10	9	8
Jumlah	30	25	20

Penyelesaian

Soal ini menguji hipotesis komparatif, 3 sampel independen, dan data nominal sehingga pengujian hipotesis dapat menggunakan *Chi Square k Samples*. Prosedur untuk melakukan uji ditampilkan pada Tabel 8.2.

Total sampel 75 responden.

Persentase petani yang memiliki alasan harga dari ketiga sampel adalah:

$$P_1 = \frac{12+6+5}{75} x100\% = 30,67\%$$

Tabel 8.2. Perhitungan untuk Uji *Chi Square k Samples.*

Petani	Alasan	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)$	$(f_0 - f_h)^2$	$(f_0 - f_h)^2/f_h$
Lada	Harga	12	9,2	2,8	7,84	0,85
	Unsur kimia	8	10	-2	4	0,4
	Bentuk	10	10,8	-0,8	0,64	0,06
Karet	Harga	6	7,67	-1,67	2,79	0,36
	Unsur kimia	10	8,33	1,67	2,79	0,33
	Bentuk	9	9	0	0	0
Kelapa sawit	Harga	5	6,13	-1,13	1,28	0,21
	Unsur kimia	7	6,67	0,33	0,11	0,02
	Bentuk	8	7,2	0,8	0,64	0,09
Jumlah		75		0		2,32

Frekuensi harapan (f_h) adanya alasan harga dalam pembelian pupuk oleh:

1. Petani lada = 30,67% × 30 = 9,2.
2. Petani karet = 30,67% × 25 = 7,67.
3. Petani kelapa sawit = 30,67% × 20 = 6,13.

Persentase petani yang memiliki alasan unsur kimia dari kedua sampel adalah:

$$P_2 = \frac{8+10+7}{75} x100\% = 33,33\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya alasan unsur kimia dalam pembelian pupuk oleh:

1. Petani lada = 33,33% × 30 = 10.
2. Petani karet = 33,33% × 25 = 8,33.
3. Petani kelapa sawit = 33,33% × 20 = 6,67.

Persentase petani yang memiliki alasan bentuk dari ketiga sampel adalah:

$$P_1 = \frac{10+9+8}{75} x100\% = 36\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya alasan bentuk dalam pembelian pupuk oleh:

1. Petani lada = 36% × 30 = 10,8.
2. Petani karet = 36% × 25 = 9.
3. Petani kelapa sawit = 36% × 20 = 7,2.

χ^2 = 2,32

db = (*s* -1) x (*k* – 1) = (3 – 1) x (3 – 1) = 4

χ^2 tabel dengan derajat bebas (*db* atau *dk*) = 4 adalah 9,49 pada taraf-nyata (α) 5%.

Hipotesis:

H_0 : Petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang sama dalam membeli pupuk.

H_1 : Petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang berbeda dalam membeli pupuk.

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H_a : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (salah satu beda)

Jika α berbeda maka dapat terjadi perbedaan kesimpulan.

1. Jika α = 0,05.

   Nilai χ^2_{hitung} (2,32) < $\chi^2_{tabel\ db\ =\ 4;\ \alpha\ =\ 0,05}$ (9,49) maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang sama dalam membeli pupuk atau hipotesis bahwa petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang berbeda dalam memilih pupuk ditolak pada taraf-nyata 5%.

2. Jika α = 0,75.

   Nilai χ^2_{hitung} (2,32) > $\chi^2_{tabel\ db\ =\ 4;\ \alpha\ =\ 0,75}$ (1,92) maka H_0 ditolak dan H_a diterima berarti petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang berbeda dalam membeli pupuk atau hipotesis bahwa petani lada, karet, dan kelapa sawit memiliki alasan yang sama dalam memilih pupuk ditolak pada taraf-nyata 75%.

Cara pertama penyelesaian soal.

Contoh

H_0 : Jumlah kepala keluarga pada kelompok umur produktif (15-64 tahun) dan non produktif (≥ 65 tahun) tidak berbeda nyata antara 8 kecamatan.

H_1 : Jumlah kepala keluarga pada kelompok umur produktif (15-64 tahun) dan non produktif (≥ 65 tahun) berbeda nyata antara 8 kecamatan.

Variabel independen: kelompok umur.

Variabel dependen : kecamatan.

Total sampel 380 kepala keluarga.

Persentase kepala keluarga di Tenggarong Seberang yang memiliki umur produktif dan tidak produktif (Tabel 8.3) adalah:

$$P_1 = \frac{115+13}{380} x 100\% = 33,68\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Tenggarong Seberang yang memiliki:

1. Umur produktif = 33,68% × 345 = 116,2.
2. Umur tidak produktif = 33,68% × 35 = 11,79.

Tabel 8.3. Perhitungan frekuensi dengan cara pertama.

Kelompok umur	Kecamatan	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)$	$(f_0 - f_h)^2$	$(f_0 - f_h)^2/f_h$
Produktif (15-64 tahun)	Tenggarong Seberang	115	116,20	-1,20	1,44	0,01
	Loa Janan	16	15,42	0,58	0,34	0,02
	Muara Muntai	3	3,62	-0,62	0,38	0,11
	Babulu	116	116,20	-0,20	0,04	0,00
	Penajam	79	76,28	2,72	7,40	0,10
	Waru	13	14,52	-1,52	2,31	0,16
	Bontang Selatan	2	1,83	0,17	0,03	0,02
	Bontang Utara	1	0,90	0,10	0,01	0,01
Tidak produktif ($\geq$ 65 tahun)	Tenggarong Seberang	13	11,79	1,21	1,46	0,12
	Loa Janan	1	1,56	-0,56	0,31	0,20
	Muara Muntai	1	0,37	0,63	0,40	1,07
	Babulu	12	11,79	0,21	0,04	0,00
	Penajam	5	7,74	-2,74	7,51	0,97
	Waru	3	1,47	1,53	2,34	1,59
	Bontang Selatan	0	0,19	-0,19	0,04	0,19
	Bontang Utara	0	0,09	-0,09	0,01	0,09
Jumlah		380	380	0,03	24,06	4,67

Persentase kepala keluarga di Loa Janan yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{16+1}{380} x100\% = 4{,}47\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Loa Janan yang memiliki:

1. Umur produktif = 4,47% × 345 = 15,42.
2. Umur tidak produktif = 4,47% × 35 = 1,56.

Persentase kepala keluarga di Muara Muntai yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{3+1}{380} x100\% = 1,05\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Muara Muntai yang memiliki:

1. Umur produktif = 1,05% × 345 = 3,62.
2. Umur tidak produktif = 1,05% × 35 = 0,37.

Persentase kepala keluarga di Babulu yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{116+12}{380} x100\% = 33,68\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Babulu yang memiliki:

1. Umur produktif = 33,68% × 345 = 116,2.
2. Umur tidak produktif = 33,68% × 35 = 11,79.

Persentase kepala keluarga di Penajam yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{79+5}{380} x100\% = 22,11\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Penajam yang memiliki:

1. Umur produktif = 22,11% × 345 = 76,28.
2. Umur tidak produktif = 22,11% × 35 = 7,74.

Persentase kepala keluarga di Waru yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{13+3}{380} x100\% = 4,21\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Waru yang memiliki:

1. Umur produktif = 4,21% × 345 = 14,52.
2. Umur tidak produktif = 4,21% × 35 = 1,47.

Persentase kepala keluarga di Bontang Selatan yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{2+0}{380} x100\% = 0{,}53\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Bontang Selatan yang memiliki:

1. Umur produktif = 0,53% × 345 = 1,83.
2. Umur tidak produktif = 0,53% × 35 = 0,19.

Persentase kepala keluarga di Bontang Utara yang memiliki umur produktif dan tidak produktif adalah:

$$P_1 = \frac{1+0}{380} x100\% = 0{,}26\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga di Bontang Utara yang memiliki:

1. Umur produktif = 0,26% × 345 = 0,9.
2. Umur tidak produktif = 0,26% × 35 = 0,09.

$\chi^2 = 4{,}67$

$db = (s - 1) \text{ x } (k - 1) = (2 - 1) \text{ x } (8 - 1) = 7$

$\chi^2_{\text{tabel}, db = 7, \alpha = 1\%}$ adalah 18,475.

Cara kedua penyelesaian soal.

Contoh

H_0 : Jumlah kepala keluarga pada kelompok umur produktif (15-64 tahun) dan non produktif ($\geq$ 65 tahun) tidak berbeda nyata antara 8 kecamatan di Provinsi Kalimantan Timur.

H_1 : Jumlah kepala keluarga pada kelompok umur produktif (15-64 tahun) dan non produktif ($\geq$ 65 tahun) berbeda nyata antara 8 kecamatan di Provinsi Kalimantan Timur.

Variabel : kelompok umur.

Total sampel 380 kepala keluarga.

Persentase umur 15-64 tahun (Tabel 8.4) adalah:

$$P_1 = \frac{115+16+3+116+79+13+2+1}{380} x100\% = 90,79\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga berumur 15-64 tahun di 8 kecamatan adalah:

1. Tenggarong Seberang = 90,79% × 128 = 116,21.
2. Loa Janan = 90,79% × 17 = 15,43.
3. Muara Muntai = 90,79% × 4 = 3,63.
4. Babulu = 90,79% × 128 = 116,21.
5. Penajam = 90,79% × 84 = 76,26.
6. Waru = 90,79% × 16 = 14,53.
7. Bontang Selatan = 90,79% × 2 = 1,82.
8. Bontang Utara = 90,79% × 1 = 0,91.

Persentase umur $\geq$ 65 tahun adalah:

$$P_1 = \frac{13+1+1+12+5+3}{380} x100\% = 9,21\%$$

Frekuensi harapan (f_h) adanya kepala keluarga berumur $\geq$ 65 tahun di 8 kecamatan adalah:

1. Tenggarong Seberang = 9,21% × 128 = 11,79.
2. Loa Janan = 9,21% × 17 = 1,57.
3. Muara Muntai = 9,21% × 4 = 0,37.
4. Babulu = 9,21% × 128 = 11,78.

5. Penajam = 9,21% × 84 = 7,74.
6. Waru = 9,21% × 16 = 1,47.
7. Bontang Selatan = 9,21% × 2 = 0,18.
8. Bontang Utara = 9,21% × 1 = 0,09.

Tabel 8.4. Perhitungan frekuensi dengan cara kedua.

Kecamatan	Kelompok umur	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)$	$(f_0 - f_h)^2$	$(f_0 - f_h)^2/f_h$
Tenggarong	15-64	115	116,21	-1,21	1,46	0,01
Seberang	$\geq$65	13	11,79	1,21	1,46	0,12
Loa Janan	15-64	16	15,43	0,57	0,32	0,02
	$\geq$65	1	1,57	-0,57	0,32	0,21
Muara	15-64	3	3,63	-0,63	0,40	0,11
Muntai	$\geq$65	1	0,37	0,63	0,40	1,07
Babulu	15-64	116	116,21	-0,21	0,04	0,00
	$\geq$65	12	11,78	0,22	0,05	0,00
Penajam	15-64	79	76,26	2,74	7,51	0,10
	$\geq$65	5	7,74	-2,74	7,51	0,97
Waru	15-64	13	14,53	-1,53	2,34	0,16
	$\geq$65	3	1,47	1,53	2,34	1,59
Bontang	15-64	2	1,82	0,18	0,03	0,02
Selatan	$\geq$65	0	0,18	-0,18	0,03	0,18
Bontang	15-64	1	0,91	0,09	0,01	0,01
Utara	$\geq$65	0	0,09	-0,09	0,01	0,09
Total		380	379,99	0,01	24,24	4,67

$\chi^2 = 4{,}67$

db = (*s* -1) x (*k* – 1) = (2 – 1) x (8 – 1) = 7

χ^2 tabel dengan derajat bebas (*db*) = 7 adalah 18,475 pada taraf-nyata (α) 1%.

8.2. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis (Kruskal-Wallis *Test*) dikenal juga dengan istilah Uji *k* Contoh Kruskal-Wallis atau Analisis Varian Satu Jalan Kruskal-Wallis. Kruskal dan Wallis mengembangkan uji untuk kasus tiga atau lebih populasi. Kriteria uji didasarkan pada pangkat (*rank*) yang layak digunakan pada rancangan acak lengkap. Uji Kruskal-Wallis dilakukan berdasarkan analisis sampel-sampel random independen dari setiap populasi *k*. Asumsi yang digunakan adalah semua populasi induknya kontinu dan identik, kecuali mungkin lokasinya. Hipotesis untuk Kruskal-Wallis *test* dengan populasi $k \geq 3$ adalah:

H_0 : Semua populasi adalah identik atau semua populasi yang diuji mempunyai lokasi yang sama.

H_1 : Tidak semua populasi adalah identik.

Menurut Steel dan Torrie (1993), untuk $k = 2$, uji ini ekivalen dengan Uji Wilcoxon Mann-Whitney.

Analisis varian (*the Analysis of Variance*/*ANOVA*) dapat digunakan untuk menguji kesamaan rata-rata antara tiga atau lebih popuasi. Prosedur *ANOVA* membutuhkan data interval atau ratio dan asumsi bahwa populasi *k* didistribusikan secara normal (Anderson dkk., 2011). Uji Kruskal-Wallis Non Parametrik dapat digunakan dengan data ordinal maupun data interval dan ratio serta tidak membutuhkan asumsi populasi didistribusikan secara normal, tetapi dapat digunakan untuk menguji apakah populasi adalah identik.

Prosedur uji yang dilakukan sebagai berikut:

1. Semua data/contoh digabungkan dan diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar.
2. Jika data belum berbentuk data ordinal maka data perlu diubah dahulu menjadi data ordinal dengan cara menentukan pangkat/ranking untuk masing-masing data. Bila ada pengamatan yang seri, maka pada semua yang seri itu diberikan pangkat rata-ratanya.

3. Jika data sudah berbentuk data ordinal, maka dapat langsung dilakukan penjumlahan semua pangkat untuk masing-masing data.
4. Menghitung kriteria uji dan membandingkannya dengan nilai-nilai tabel. Kriteria uji menurut Steel dan Torrie (1993) adalah:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_i \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

di mana:
n_i = banyaknya pengamatan dalam contoh ke-i;
i = 1, ..., k;
n = Σn_i;
R_i = jumlah pangkat dalam contoh ke-i.

Bila ada pengamatan seri dalam perlakuan-perlakuan yang berbeda, maka nilai H dapat dikoreksi. Koreksi biasanya tidak mengubah H terlalu besar. Koreksi diberikan menurut rumus:

$$Pembagi = 1 - \frac{\Sigma T}{(n-1)n(n+1)}$$

T = (t - 1)t(t + 1) untuk setiap kelompok pengamatan seri dan t adalah banyaknya pengamatan yang seri dalam kelompok tersebut. Bilangan ini berfungsi sebagai pembagi H untuk mendapatkan H yang terkoreksi.

Rumus yang digunakan untuk pengujian analisis varian satu jalan Kruskal-Walls menurut Sugiyono (2002) adalah:

$$H = \left[\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^{k} \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(N+1)$$

di mana:
N = banyak baris dalam tabel;
k = banyak kolom;

R_j = jumlah rangking dalam kolom.

Kaidah keputusan (Sugiyono, 2002):

$\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Kruskal-Wallis *Test Statistic* menurut Anderson dkk. (2011) adalah:

$$W = \left[\frac{12}{n_T(n_T+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n_T + 1)$$

di mana:

k = the number of populations;
n_i = the number of items in sample i;
$n_T = \Sigma n_i$ = total number of items in all samples;
R_i = sum of the ranks for sample i.

H atau *W* dapat diperkirakan dengan distribusi *Chi-Square* atau menyebar sebagai χ^2 dengan derajat bebas $k - 1$ bila n_i tidak terlalu kecil atau ≥ 5. Hipotesis nol dari populasi yang identik akan ditolak jika statistik *test* adalah besar, sehingga akan digunakan *upper tail test*. Tabel *Chi-Square* dapat dilihat pada Lampiran 2.

Contoh

Sebanyak 30 karyawan bekerja pada sebuah perkebunan. Pekerjaan penanaman (*A*) dilakukan oleh 9 karyawan, sedangkan pemeliharaan (*B*) dilakukan oleh 11 karyawan, dan pemanenan (*C*) dilakukan oleh 10 karyawan. Total skor yang diperoleh dari pengukuran kinerja karyawan ditunjukkan pada data interval dalam Tabel 8.5. Lakukan Uji Kruskal-Wallis dengan α = 0,05.

Penyelesaian

	50	60	60	70	70	70
Rank	1	2	3	4	5	6
		(2+3)/2=2,5	2,5	(4+5+6)/3=5		

Tabel 8.5. Total skor kinerja karyawan.

A	*B*	*C*
70	82	83
81	70	78
80	60	70
50	75	85
72	84	80
87	80	60
86	86	87
89	88	85
85	86	86
	89	90
	87	

Tabel 8.6. Penentuan *rank*.

A	*Rank*	*B*	*Rank*	*C*	*Rank*
70	5	82	14	83	15
81	13	70	5	78	9
80	11	60	2,5	70	5
50	1	75	8	85	18
72	7	84	16	80	11
87	25	80	11	60	2,5
86	21,5	86	21,5	87	25
89	28,5	88	27	85	18
85	18	86	21,5	86	21,5
		89	28,5	90	30
		87	25		
Jumlah	130		180		155

$n_1 = 9$ $\quad$ $n_2 = 11$ $\quad$ $n_3 = 10$

$n_T = \sum n_i = 9 + 11 + 10 = 30$

$$W = \left[\frac{12}{n_T(n_T + 1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^{\;2}}{n_i} \right] - 3(n_T + 1)$$

$$W = \left[\frac{12}{30(31)} \left(\frac{130^2}{9} + \frac{180^2}{11} + \frac{155^2}{10} \right) \right] - 3(30 + 1)$$

$$W = \left[\frac{12}{930} \left(1.877,78 + 2.945,45 + 2.402,5 \right) \right] - 93$$

$$W = 0,24$$

Hipotesis :

H_0 : Kinerja karyawan pada bagian penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan sama/tidak berbeda nyata.

H_1 : Kinerja karyawan pada bagian penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan berbeda nyata.

Tabel distribusi *Chi Square* digunakan untuk menentukan nilai ρ untuk uji. Penggunaan derajat bebas/*degress of freedom* = k - 1 = 3 – 1 = 2, akan menemukan χ^2 = 4,605 memiliki wilayah dari 0,10 dalam *the upper tail* dari distribusi dan χ^2 = 5,991 memiliki wilayah 0,05 dalam *the upper tail* dari distribusi.

Dengan W = 0,24 < 4,605 dan 5,991 maka H_0 diterima dan H_a ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa 3 populasi adalah sama atau kinerja karyawan pada bagian penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan tidak berbeda atau sama.

8.3. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Lakukan pengujian hipotesis dengan *Chi Square k Samples* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata antara luas tanam di tiga desa berdasarkan data pada Tabel 8.7 di bawah ini dengan α = 0,01.

   Tabel 8.7. Jumlah responden berdasarkan luas tanam.

Luas tanam (ha)	Desa		
	A	*B*	*C*
< 1	6	4	17
1-2	10	15	7
> 2	4	6	5

2. Apakah terdapat perbedaan kemampuan 30 peserta penyuluhan yang mengikuti penyuluhan dengan waktu berbeda, jika nilai

kemampuan peserta tercantum pada Tabel 8.8 di bawah ini. Lakukan Uji Kruskal-Wallis dengan α = 0,05. Bagaimanakah rumusan hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya? Asumsi apakah yang dianggap berlaku untuk penelitian ini?

Tabel 8.8. Nilai kemampuan peserta penyuluhan.

1 minggu	2 minggu	3 minggu
60	70	68
65	60	75
71	73	76
76	77	77
80	82	80
83	80	84
85	82	63
74	85	65
75	65	69
68	67	72

3. Sebanyak 20 pasang karyawan bekerja pada sebuah perusahaan agribisnis. Produk *A* dihasilkan oleh 5 pasang karyawan, sedangkan produk *B* dihasilkan 8 pasang karyawan, dan produk *C* dihasilkan 7 pasang karyawan. Total skor (data interval) yang diperoleh dari pengukuran kinerja karyawan ditunjukkan pada Tabel 8.9. Lakukan test Kruskal-Wallis untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kinerja karyawan. Diketahui nilai-nilai $\chi^2_{\alpha = 0{,}01,\ db = 2}$ adalah 9,21 dan *db* = 3 adalah 11,3.

Tabel 8.9. Total skor jawaban responden.

A	*B*	*C*
70	82	83
81	70	78
80	60	70
50	75	85
72	84	80
	80	60
	86	87
	88	

9. Pengujian Hipotesis Asosiatif

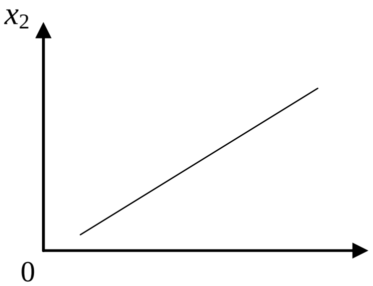
Hipotesis asosiatif adalah hipotesis yang menyatakan hubungan antara dua atau lebih variabel. Menurut Sugiyono (2002), menguji hipotesis asosiatif berarti menguji hubungan antara dua variabel atau lebih yang ada pada sampel untuk diberlakukan pada seluruh populasi di mana sampel diambil. Terdapat tiga jenis hubungan antar variabel yaitu hubungan simetris, hubungan sebab akibat (kausal), dan hubungan interaktif (saling mempengaruhi).

Solihin (2018) mengklasifikasikan hubungan antara variabel menjadi beberapa jenis yaitu:

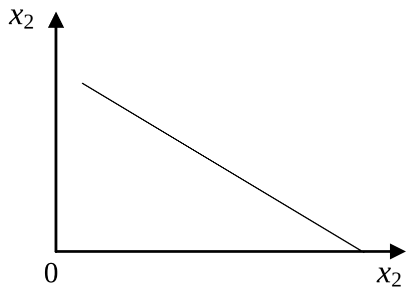
1. Hubungan simetris. Hubungan ini terjadi apabila (1) kedua variabel adalah akibat dari suatu vektor yang sama, misalnya meningkatnya penggunaan internet dan naiknya oplah surat kabar. Keduanya tidak saling mempengaruhi tetapi diakibatkan oleh faktor yang sama yaitu meningkatnya kebutuhan informasi di tengah masyarakat; (2) kedua variabel berkaitan secara fungsional misalnya hubungan antara petani dengan cangkul; (3) kedua variabel mempunyai hubungan karena kebetulan semata-mata misalnya semua murid yang berkacamata gemar membaca.

2. Hubungan timbal balik. Satu variabel dapat menjadi sebab dan juga akibat terhadap variabel yang lain dan sebaliknya, sehingga tidak dapat ditentukan variabel mana yang menjadi sebab atau variabel mana yang menjadi akibat. Contoh penanaman modal mendatangkan keuntungan dan sebaliknya keuntungan akan memungkinkan timbulnya penanaman modal.
3. Hubungan asimetris. Hubungan antara variabel yakni suatu variabel mempengaruhi variabel lain, namun sifatnya tidak timbal balik. Misalnya tingkat pendapatan mempengaruhi pola konsumsi masyarakat.

Hubungan antar dua variabel atau lebih dapat diketahui dengan menentukan korelasi. Korelasi merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antar dua variabel atau lebih. Arah ini dinyatakan dalam bentuk hubungan positif atau negatif, sedangkan kuatnya hubungan dinyatakan dalam besarnya koefisien korelasi. Hubungan dua variabel atau lebih dinyatakan positif (Gambar 9.1.), bila nilai suatu variabel ditingkatkan, maka akan meningkatkan variabel yang lain dan sebaliknya bila nilai suatu variabel diturunkan maka akan menurunkan nilai variabel yang lain. Hubungan dua variabel atau lebih dinyatakan negatif (Gambar 9.2.) bila nilai satu variabel dinaikkan maka akan menurunkan nilai variabel yang lain dan juga sebaliknya bila satu variabel diturunkan maka akan menaikkan nilai variabel yang lain (Sugiyono, 2002).

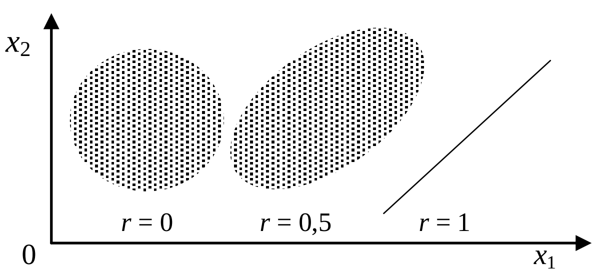


Gambar 9.1. Korelasi positif.



Gambar 9.2. Korelasi negatif.

Kuatnya hubungan antar variabel dinyatakan dalam koefisien korelasi (Gambar 9.3.). Koefisien korelasi positif terbesar yaitu 1 dan koefisien negatif terbesar adalah -1, sedangkan yang terkecil adalah 0. Bila hubungan antara dua variabel atau lebih itu mempunyai koefisien korelasi = 1 atau -1, maka hubungan tersebut dinyatakan sempurna. Berarti kejadian-kejadian pada variabel yang satu akan dapat dijelaskan atau diprediksi oleh variabel yang lain tanpa terjadi kesalahan. Semakin kecil koefisien korelasi maka akan semakin besar *error* untuk membuat prediksi (Sugiyono, 2002).



Gambar 9.3. Sebaran titik jika $r = 0$, $r = 0,5$, dan $r = 1$.

Teknik statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis asosiatif adalah koefisien kontingensi untuk data nominal dan *Spearman Rank Correlation* untuk data ordinal.

9.1. Koefisien Kontingensi

Koefisien kontingensi digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel bila datanya berbentuk nominal. Menurut Sugiyono (2002), rumus yang digunakan yaitu:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N + \chi^2}}$$

di mana *X* atau χ dibaca Chi.

χ^2_{tabel} $db = (k - 1)(r - 1)$ di mana k = jumlah sampel dan r = jumlah kategori.

Kaidah keputusan:

- Jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Jika $\chi^2_{\text{hitung}} \geq \chi^2_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Lampiran 2 menunjukkan nilai kritis sebaran *Chi Square*.

Contoh

Penelitian dilakukan untuk mengetahui hubungan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan. Responden berjumlah 70 petani yang terdiri dari petani melon, semangka, dan jeruk. Data jumlah petani berdasarkan jenis pupuk yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 9.1. Hitunglah nilai koefisien kontingensi dan jelaskan arti nilai tersebut. Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan *Chi Square k Samples* untuk menentukan apakah terdapat hubungan yang nyata/signifikan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan.

Tabel 9.1. Distribusi jumlah petani berdasarkan jenis pupuk yang digunakan.

Jenis pupuk	Jenis tanaman		
	Melon	Semangka	Jeruk
Urea	10	5	10
SP-36	7	8	7
KCl	6	7	10

Penyelesaian

H_0 : Tidak terdapat hubungan yang nyata antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan petani.

H_1 : Terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan petani.

Tabel 9.2. Jumlah petani berdasarkan jenis pupuk yang digunakan.

Jenis pupuk	Jenis tanaman			Jumlah
	Melon	Semangka	Jeruk	
Urea	10	5	10	25
SP-36	7	8	7	22
KCl	6	7	10	23
Jumlah	23	20	27	70

Total sampel 70.

Persentase petani yang menggunakan pupuk Urea adalah:

$$P_1 = \frac{10+5+10}{70} x100\% = 35{,}71\%$$

Frekuensi harapan (f_h) petani menggunakan pupuk Urea:

1. Petani melon = 35,71% × 23 = 8,21
2. Petani semangka = 35,71% × 20 = 7,14
3. Petani jeruk = 35,71% × 27 = 9,64

   Total = 25

Persentase petani yang menggunakan pupuk SP-36 adalah:

$$P_1 = \frac{7+8+7}{70} x100\% = 31{,}43\%$$

Frekuensi harapan (f_h) petani menggunakan pupuk SP-36 adalah:

1. Petani melon = 31,43% × 23 = 7,23
2. Petani semangka = 31,43% × 20 = 6,29
3. Petani jeruk = 31,43% × 27 = 8,49

   Total = 22,01

Persentase petani yang menggunakan pupuk KCl adalah:

$$P_1 = \frac{6+7+10}{70} x 100\% = 32,86\%$$

Frekuensi harapan (f_h) petani menggunakan pupuk KCl:

1. Petani melon = 32,86% × 23 = 7,56
2. Petani semangka = 32,86% × 20 =6,57
3. Petani jeruk = 32,86% ×27 =8,87

   Total = 23

Tabel 9.3. Perhitungan frekuensi untuk setiap jenis pupuk.

Jenis pupuk	Melon			Semangka			Jeruk			Jumlah
	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)^2/f_h$	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)^2/f_h$	f_0	f_h	$(f_0 - f_h)^2/f_h$	
Urea	10	8,21	0,39	5	7,14	0,64	10	9,64	0,01	25
SP-36	7	7,23	0,01	8	6,29	0,46	7	8,49	0,26	22
KCl	6	7,56	0,32	7	6,57	0,03	10	8,87	0,14	23
Jumlah	23			20			27			70

$$\chi^2 = 0,39 + 0,64 + 0,01 + 0,01 + 0,46 + 0,26 + 0,32 + 0,03 + 0,14 = 2,26$$

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N + \chi^2}} = \sqrt{\frac{2,26}{70 + 2,26}} = 0,17$$

C = 0,17 berarti hubungan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan petani kurang erat.

$\chi^2_{\text{tabel } db = (k - 1)(r - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4,\ \alpha = 0,05} = 9,49$.

χ^2_{hitung} (2,26) > $\chi^2_{\text{tabel } db = 4,\ \alpha = 0,05}$ (9,49) berarti H_0 diterima dan H_a ditolak atau tidak terdapat hubungan yang nyata antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan petani.

9.2. Korelasi Jenjang Spearman

Rank Correlation dikenal juga dengan istilah korelasi jenjang Spearman atau koefisien Spearman bagi korelasi pangkat atau korelasi Spearman *Rank* (Spearman *Rank-Correlation*). Metode ini dikemukakan oleh Carl Spearman pada tahun 1904 (Riduwan dan Sunarto, 2007). Spearman *rank-correlation coefficient is a correlation measure based on rank-ordered data for two variables* (Anderson dkk., 2011). Koefisien korelasi *r* berlaku bagi sebaran normal dua-peubah (*bivariate*), suatu sebaran yang tidak terlalu umum terjadi (Steel dan Torrie, 1993). Korelasi Spearman digunakan untuk mencari hubungan atau untuk menguji signifikansi hipotesis asosiatif bila masing-masing variabel yang dihubungkan berbentuk ordinal dan sumber data antar variabel tidak harus sama (Sugiyono, 2002). Data mungkin dalam bentuk ordinal/pangkat atau mungkin baru ditentukan pangkatnya kemudian, misalkan jika data berbentuk ratio maka perlu diubah diubah menjadi data ordinal sebelum dianalisis. Koefisien ini belum tentu korelasi linear karena mengukur korespondensi antara pangkat-pangkat.

Prosedur analisis data adalah:

1. Menentukan pangkat/rangking untuk setiap peubah.
2. Menentukan beda pangkat antara setiap pasangan pangkat. d_i = beda pangkat dengan pasangan ke-i) = $\Sigma d_i = 0$ (Steel dan Torrie,

1993).

3. Menghitung ρ di mana *P* atau ρ dibaca Rho.

   Rumus untuk menentukan koefisien Spearman bagi korelasi pangkat menurut Steel dan Torrie (1993) adalah:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{(n-1)n(n+1)}$$

di mana:

r_s = koefisien korelasi pangkat Spearman, r_s terletak antara -1 dan +1;

n = banyaknya pasangan pangkat.

Menurut Sugiyono (2002), rumus korelasi Spearman *Rank* adalah:

$$\rho = 1 - \frac{6\sum b_i^2}{n(n^2-1)}$$

di mana ρ = koefisien korelasi Spearman *Rank*.

Kaidah keputusan:

- Jika $\rho_{hitung} < \rho_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Jika $\rho_{hitung} \geq \rho_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Nilai-nilai rho dapat dilihat pada Tabel 9.5.

Rumus Spearman *Rank-Correlation Coefficient* menurut Riduwan dan Sunarto (2007) dan Anderson dkk. (2011) adalah:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)}$$

di mana:

n = *the number of items or individuals being ranked;*

x_i = *the rank of item i with respect to one variable;*

y_i = *the rank of item i with respect to a second variable;*

d_i = $x_i - y_i$.

Tabel 9.4. Tabel nilai-nilai rho.

N	Taraf signifikansi	
	5%	1%
5	1,000	
6	0,886	1,000
7	0,786	0,929
8	0,738	0,881
9	0,683	0,833
10	0,648	0,794
12	0,591	0,777
14	0,544	0,715
16	0,506	0,665
18	0,475	0,625
20	0,450	0,591
22	0,428	0,562
24	0,409	0,537
26	0,392	0,515
28	0,377	0,496
30	0,364	0,478

Sumber: Sugiyono (2002).

4. Bila pasangan datanya sangat banyak, nilai-dugaan dapat diuji dengan menggunakan kriteria (Steel dan Torrie, 1993):

$$t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$$

menyebar sebagai sebaran *t*-Student dengan *n* - 2 derajat bebas. Rumus yang digunakan jika *n* > 30 adalah:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

dan jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima (Tabel 9.5) (Sugiyono, 2002).

Tabel 9.5. Nilai-nilai *t*.

db	Peluang nilai mutlak *t* yang lebih besar								
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	,765	,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	,741	,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	,727	,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	,718	,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	,711	,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	,706	,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	,703	,883	1,160	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	,700	,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	,697	,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	,695	,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	,694	,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	,695	,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	,691	,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	,690	,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	,689	,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	,688	,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	,688	,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	,687	,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	,686	,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	,686	,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	,685	,838	1,060	1,319	1,714	2,0,69	2,500	2,807	3,767
24	,685	,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	,684	,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	,684	,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	,684	,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	,683	,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	,683	,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	,683	,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	,681	,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	,679	,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	,677	,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	,674	,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291
db	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
	Peluang nilai *t* positif yang lebih besar								

Sumber: Steel dan Torrie (1993).

Anderson dkk. (2011) menjelaskan bahwa koefisien korelasi *Rank* Spearman memiliki *range*/selang nilai dari -1,0 sampai +1,0. Nilai positif mendekati 1,0 mengindikasikan hubungan yang kuat antara rangking-rangking, di mana jika sebuah rangking meningkat maka rangking lain pun akan meningkat. Korelasi-korelasi rangking mendekati -1,0 mengindikasikan hubungan negatif yang kuat antara rangking-rangking, di mana jika sebuah rangking meningkat maka rangking lain akan menurun.

Menurut Anderson dkk. (2011), uji signifikansi *Rank Correlation* untuk menguji hipotesis:

H_0 : $\rho_s = 0$

H_1 : $\rho_s \neq 0$

Di bawah hipotesis nol dari tidak ada korelasi ($\rho_s = 0$), rangking-rangking adalah independen, dan distribusi sampling dari r_s adalah:

Mean/rataan : $\mu_{r_s} = 0$

Standard deviation : $\sigma_{r_s} = \sqrt{\dfrac{1}{n-1}}$

Bentuk distribusi : mendekati normal jika n $\geq$ 10.

Menurut Sugiyono (2002) dan Riduwan dan Sunarto (2007), uji signifikansi juga dapat menggunakan rumus *z* yaitu:

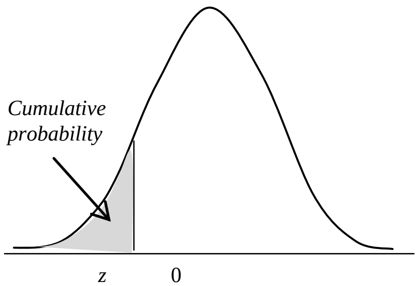
$$z_h = \frac{\rho}{\frac{1}{\sqrt{n-1}}} = \frac{r_s}{\frac{1}{\sqrt{n-1}}}$$

Tabel probabilitas normal standar (*z*) dapat dilihat pada Tabel 9.6.

Kaidah keputusan:

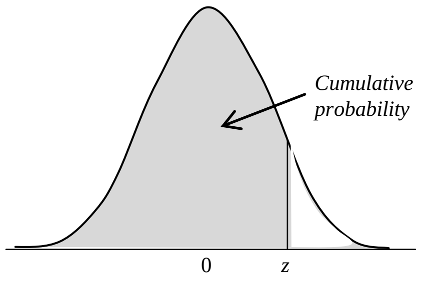
Jika $z_{\text{hitung}} > z_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Tabel 9.6. *Cumulative probabilities for the standard normal distribution.*



z	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
-3,0	,0013	,0013	,0013	,0012	,0012	,0011	,0011	,0011	,0010	,0010
-2,9	,0019	,0018	,0018	,0017	,0016	,0016	,0015	,0015	,0014	,0014
-2,8	,0026	,0025	,0024	,0023	,0023	,0022	,0021	,0021	,0020	,0019
-2,7	,0035	,0034	,0033	,0032	,0031	,0030	,0029	,0028	,0027	,0026
-2,6	,0047	,0045	,0044	,0043	,0041	,0040	,0039	,0038	,0037	,0036
-2,5	,0062	,0060	,0059	,0057	,0055	,0054	,0052	,0051	,0049	,0048
-2,4	,0082	,0080	,0078	,0075	,0073	,0071	,0069	,0068	,0066	,0064
-2,3	,0107	,0104	,0102	,0099	,0096	,0094	,0091	,0089	,0087	,0084
-2,2	,0139	,0136	,0132	,0129	,0125	,0122	,0119	,0116	,0113	,0110
-2,1	,0179	,0174	,0170	,0166	,0162	,0158	,0154	,0150	,0146	,0143
-2,0	,0228	,0222	,0217	,0212	,0207	,0202	,0197	,0192	,0188	,0183
-1,9	,0287	,0281	,0274	,0268	,0262	,0256	,0250	,0244	,0239	,0233
-1,8	,0359	,0351	,0344	,0336	,0329	,0322	,0314	,0307	,0301	,0294
-1,7	,0446	,0436	,0427	,0418	,0409	,0401	,0392	,0384	,0375	,0367
-1,6	,0548	,0537	,0526	,0516	,0505	,0495	,0485	,0475	,0465	,0455
-1,5	,0668	,0655	,0643	,0630	,0618	,0606	,0594	,0582	,0571	,0559
-1,4	,0808	,0793	,0778	,0764	,0749	,0735	,0721	,0708	,0694	,0681
-1,3	,0968	,0951	,0934	,0918	,0901	,0885	,0869	,0853	,0838	,0823
-1,2	,1151	,1131	,1112	,1093	,1075	,1056	,1038	,1020	,1003	,0985
-1,1	,1357	,1335	,1314	,1292	,1271	,1251	,1230	,1210	,1190	,1170
-1,0	,1587	,1562	,1539	,1515	,1492	,1469	,1446	,1423	,1410	,1379
-,9	,1841	,1814	,1788	,1762	,1736	,1711	,1685	,1660	,1635	,1611
-,8	,2119	,2090	,2061	,2033	,2005	,1977	,1949	,1922	,1894	,1867
-,7	,2420	,2389	,2358	,2327	,2296	,2266	,2236	,2206	,2177	,2148
-,6	,2743	,2709	,2676	,2643	,2611	,2578	,2546	,2514	,2483	,2451
-,5	,3085	,3050	,3015	,2981	,2946	,2912	,2877	,2843	,2810	,2776
-,4	,3446	,3409	,3372	,3336	,3300	,3264	,3228	,3192	,3156	,3121
-,3	,3821	,3783	,3745	,3707	,3669	,3632	,3594	,3557	,3520	,3483
-,2	,4207	,4168	,4129	,4090	,4052	,4013	,3974	,3936	,3897	,3859
-,1	,4602	,4562	,4522	,4483	,4443	,4404	,4364	,4325	,4286	,4247
-,0	,5000	,4960	,4920	,4880	,4840	,4801	,4761	,4721	,4681	,4641

Lanjutan Tabel 9.6.



z	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
,0	,5000	,5040	,5080	,5120	,5160	,5199	,5239	,5279	,5319	,5359
,1	,5398	,5438	,5478	,5517	,5557	,5596	,5636	,5675	,5714	,5753
,2	,5793	,5832	,5871	,5910	,5948	,5987	,6026	,6064	,6103	,6141
,3	,6179	,6217	,6255	,6293	,6331	,6368	,6406	,6443	,6480	,6517
,4	,6554	,6591	,6628	,6664	,6700	,6736	,6772	,6808	,6844	,6879
,5	,6915	,6950	,6985	,7019	,7054	,7088	,7123	,7157	,7190	,7224
,6	,7257	,7291	,7324	,7357	,7389	,7422	,7454	,7486	,7517	,7549
,7	,7580	,7611	,7642	,7673	,7704	,7734	,7764	,7794	,7823	,7852
,8	,7881	,7910	,7939	,7967	,7995	,8023	,8051	,8078	,8106	,8133
,9	,8159	,8186	,8212	,8238	,8264	,8289	,8315	,8340	,8365	,8389
1,0	,8413	,8438	,8461	,8485	,8508	,8531	,8554	,8577	,8599	,8621
1,1	,8643	,8665	,8686	,8708	,8729	,8749	,8770	,8790	,8810	,8830
1,2	,8849	,8869	,8888	,8907	,8925	,8944	,8962	,8980	,8997	,9015
1,3	,9032	,9049	,9066	,9082	,9099	,9115	,9131	,9147	,9162	,9177
1,4	,9192	,9207	,9222	,9236	,9251	,9265	,9279	,9292	,9306	,9319
1,5	,9332	,9345	,9357	,9370	,9382	,9394	,9406	,9418	,9429	,9441
1,6	,9452	,9463	,9474	,9484	,9495	,9505	,9515	,9525	,9535	,9545
1,7	,9554	,9564	,9573	,9582	,9591	,9599	,9608	,9616	,9625	,9633
1,8	,9641	,9649	,9656	,9664	,9671	,9678	,9686	,9693	,9699	,9706
1,9	,9713	,9719	,9726	,9732	,9738	,9744	,9750	,9756	,9761	,9767
2,0	,9772	,9778	,9783	,9788	,9793	,9798	,9803	,9808	,9812	,9817
2,1	,9821	,9826	,9830	,9834	,9838	,9842	,9846	,9850	,9854	,9857
2,2	,9861	,9864	,9868	,9871	,9875	,9878	,9881	,9884	,9887	,9890
2,3	,9893	,9896	,9898	,9901	,9904	,9906	,9909	,9911	,9913	,9913
2,4	,9918	,9920	,9922	,9925	,9927	,9929	,9931	,9932	,9934	,9936
2,5	,9938	,9940	,9941	,9943	,9945	,9946	,9948	,9949	,9951	,9952
2,6	,9953	,9955	,9956	,9957	,9959	,9960	,9961	,9962	,9963	,9964
2,7	,9965	,9966	,9967	,9968	,9969	,9970	,9971	,9972	,9973	,9974
2,8	,9974	,9975	,9976	,9977	,9977	,9978	,9979	,9979	,9980	,9981
2,9	,9981	,9982	,9982	,9983	,9984	,9984	,9985	,9985	,9986	,9986
3,0	,9986	,9987	,9987	,9988	,9988	,9989	,9989	,9989	,9990	,9990

Sumber: Anderson dkk. (2011).

Contoh jika $n < 30$

Pendapatan yang diperoleh kelompok tani dalam melakukan usahatani suatu komoditi pada musim tanam I dan II ditampilkan pada Tabel 9.7. di bawah ini. Apakah terdapat hubungan positif dan signifikan antara pendapatan usahatani pada kedua musim tanam tersebut?

Tabel 9.7. Pendapatan usahatani (Rp juta ha^{-1}).

No. kelompok tani	Musim tanam I	Musim tanam II
1	20	15
2	25	17
3	22	20
4	18	23
5	25	22
6	22	19
7	23	21
8	19	18
9	24	17
10	25	16

Penyelesaian

Data yang sama diberi rangking dengan cara menambahkan kemudian membagi dengan jumlah data (Tabel 9.8).

Tabel 9.8. Perhitungan koefisien korelasi *Rank* Spearman.

No. kelompok tani	Musim tanam I (x_i)	Musim tanam II (y_i)	Pangkat (x_i)	Pangkat (y_i)	$d_i = x_i - y_i$	d_i^2
1	20	15	8	10	-2	4
2	25	17	2	7,5	-5,5	30,25
3	22	20	6,5	4	2,5	6,25
4	18	23	10	1	9	81
5	25	22	2	2	0	0
6	22	19	6,5	5	1,5	2,25
7	23	21	5	3	2	4
8	19	18	9	6	3	9
9	24	17	4	7,5	-3,5	12,25
10	25	16	2	9	-7	49
Jumlah					0	198

Rumus I

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{(n-1)n(n+1)} = 1 - \frac{6(198)}{(10-1)10(10+1)} = 1 - \frac{1188}{990} = -0,2$$

Jika menggunakan rumus II maka hasilnya pun sama.

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)} = 1 - \frac{6(198)}{10(10^2-1)} = -0,2$$

r_s = -0,2 berarti terdapat hubungan negatif dan erat antara pendapatan usahatani musim tanam I dan II. Jika pendapatan usahatani musim tanam I meningkat maka pendapatan usahatani musim tanam II akan menurun.

$n = 10$, $\alpha = 0,05$, $\rho_{tabel} = 0,65$.

Hipotesis:

H_0 : Tidak terdapat hubungan positif dan signifikan antara pendapatan usahatani musim tanam I dan II.

H_1 : Terdapat hubungan positif dan signifikan antara pendapatan usahatani musim tanam I dan II.

ρ_{hitung} (-0,20) < ρ_{tabel} (0,65) maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti tidak terdapat hubungan positif dan signifikan antara pendapatan usahatani musim tanam I dan II.

Uji signifikansi *rank correlation*:

H_0 : $\rho_s = 0$

H_1 : $\rho_s \neq 0$

Mean/rataan : $\mu_{r_s} = 0$

Standard deviation : $\sigma_{r_s} = \sqrt{\frac{1}{n-1}} = \sqrt{\frac{1}{10-1}} = 0,33$

Menggunakan *the standard normal variable z* sebagai uji statistik diperoleh:

$$z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}} = \frac{-0,2-0}{0,33} = -0,60$$

Nilai ρ = 2(1 – 0,2743) = 1,45.

Pada tingkat signifikansi 0,05, nilai ρ (1,45) > α = 0,05, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak berarti *the rank correlation is zero*. Kesimpulan hubungan antara pendapatan usahatani musim tanam I dan II tidak signifikan.

Contoh jika *n* > 30

Tabel 9.9 menunjukkan data rangking untuk *X* dan *Y*. Lakukan pengujian hipotesis apakah terdapat hubungan antara *X* dan *Y* menggunakan rumus dengan sebaran *t-student*.

Tabel 9.9. Rangking data *X* dan *Y*.

No. responden	*Rank X*	*Rank Y*	No. responden	*Rank X*	*Rank Y*
1	12	3	18	19	29
2	10	10	19	9	9
3	17	2	20	25	12,5
4	4	32	21	18	6,5
5	26	23	22	2,5	31
6	11	1	23	28	14
7	16	24	24	7,5	6,5
8	27	25,5	25	32	19
9	13,5	8	26	6	21
10	1	11	27	24	16
11	20,5	25,5	28	22	19
12	13,5	4	29	31	15
13	2,5	30	30	7,5	19
14	29,	12,5	31	23	17
15	15	22	32	30	28
16	20,5	27	33	33	33,5
17	5	5	34	34	33,5

Tabel 9.10. Penentuan d_i.

No. responden	*Rank X*	*Rank Y*	d_i	d_i^2
1	12	3	9	81
2	10	10	0	0
3	17	2	15	225
4	4	32	-28	784
5	26	23	3	9
6	11	1	10	100
7	16	24	-8	64
8	27	25,5	1,5	2,25
9	13,5	8	5,5	30,25
10	1	11	-10	100
11	20,5	25,5	-5	25
12	13,5	4	9,5	90,25
13	2,5	30	-27,5	756,25
14	29	12,5	16,5	272,25
15	15	22	-7	49
16	20,5	27	-6,5	42,25
17	5	5	0	0
18	19	29	-10	100
19	9	9	0	0
20	25	12,5	12,5	156,25
21	18	6,5	11,5	132,25
22	2,5	31	-28,5	812,25
23	28	14	14	196
24	7,5	6,5	1	1
25	32	19	13	169
26	6	21	-15	225
27	24	16	8	64
28	22	19	3	9
29	31	15	16	256
30	7,5	19	-11,5	132,25
31	23	17	6	36
32	30	28	2	4
33	33	33,5	-0,5	0,25
34	34	33,5	0,5	0,25
Jumlah			0	4924

Penyelesaian

$$r_s = 1 - \frac{6\sum_i d_i^{\,2}}{(n-1)n(n+1)} = 1 - \frac{6(4924)}{(34-1)34(34+1)} = 1 - \frac{29544}{39270} = 0{,}75$$

$$t = r_s\sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} = 0{,}10\sqrt{\frac{34-2}{1-0{,}75^2}} = 0{,}10\sqrt{\frac{32}{0{,}44}} = 0{,}10(8{,}53) = 0{,}85$$

Pengujian signifikansi harga *t* dilakukan dengan membandingkannya dengan t_{tabel}.

db = *n* – 2 = 34 – 2 = 32

α = 0,05, *db* = 30 t_{tabel} = 2,042, *db* = 40 t_{tabel} = 2,021.

db = 32 ditentukan dengan cara:

2,042	*x*	2,021
30	32	40

$$\frac{32-30}{40-30} = \frac{x-2{,}042}{2{,}021-2{,}042}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{x-2{,}042}{-0{,}02}$$

$$-0{,}04 = 10x - 20{,}42$$

$$-10x = 0{,}04 - 20{,}42$$

$$x = \frac{-20{,}38}{-10}$$

$$x = 2{,}038$$

db = 32 t_{tabel} = 2,038

$t_{\text{ hitung}}$ (0,85) < $t_{\text{ tabel } db=32,\ \alpha = 0{,}05}$ (2,038) maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti tidak terdapat korelasi antara *X* dan *Y*.

9.3. Soal-soal Latihan

Jawablah soal-soal di bawah ini disertai cara penyelesaiannya.

1. Berdasarkan jawaban pada Subbab 8.3. Soal-soal Latihan nomor 1, hitunglah nilai koefisien kontingensi dan jelaskan arti nilai tersebut. Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan *Chi*

Square k Samples untuk mengetahui apakah terdapat hubungan negatif dan signifikan antara luas tanam dan lokasi penanaman.

2. Rata-rata produksi yang dihasilkan setiap kelompok tani untuk musim tanam I dan II ditampilkan pada Tabel 9.11 di bawah ini. Tentukan nilai koefisien korelasi dan uji signifikansi *rank correlation* untuk data pada tabel tersebut. Diketahui n = 10; α = 0,05; ρ_{tabel} = 0,65; dan *the cummulative probability* untuk $z_{2,48}$ = 0,9934.

   Tabel 9.11. Produksi usahatani (ton).

No. kelompok tani	Musim tanam I	Musim tanam II
1	55	70
2	65	65
3	60	75
4	50	60
5	70	65
6	55	60
7	50	55
8	65	75
9	60	65
10	55	50

3. Hitunglah nilai r_s yang merupakan koefisien Spearman bagi korelasi pangkat untuk data luas tanam dan pendapatan usahatani pada Tabel 9.12. Lakukan pengujian hipotesis apakah terdapat hubungan nyata antara X dan Y dengan α = 0,05.
4. Jika diketahui χ^2 = 10; N = 30; dan nilai χ^2 pada α = 0,05 untuk *db* = 4 adalah 9,49 maka hitunglah nilai koefisien kontingensi yang menunjukkan keeratan hubungan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan oleh petani. Lakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan nilai *Chi Square* untuk

mengetahui apakah terdapat hubungan antara jenis tanaman dan jenis pupuk yang digunakan oleh petani.

Tabel 9.12. Luas tanam dan pendapatan usahatani.

No. responden	Luas tanam (ha)	Pendapatan usahatani (Rp juta ha^{-1} mt^{-1})
1	0,5	9
2	1	18
3	2	30
4	0,75	12
5	0,25	5
6	1,25	23
7	1,5	25
8	1	17
9	3	45
10	2,5	28
11	0,5	8
12	0,75	11
13	0,5	7
14	0,25	4,5
15	2	27
16	2,5	40
17	2,25	35
18	1,75	27
19	0,25	5,5
20	0,25	4
21	0,75	14
22	3	39
23	2	36
24	2,25	32
25	1,5	24
26	3	40
27	1	20
28	3	46
29	1,5	23
30	2,5	33

DAFTAR PUSTAKA

Agumsah, F. 2012. Pengenalan musuh alami. Dunia pertanian-agroteknologi. http://agumsah-x blogspot.com. Diakses tanggal 25 Oktober 2017.

Ambarwaty, SV. 2005. Perbandingan pendapatan petani seledri (*Apium graveolens* L.) dari berbagai macam saluran tataniaga di Desa Simpang Pasir Kecamatan Palaran. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman, Samarinda.

Anderson, DR; Sweeney, DJ; dan Williams TA. 2011. Statistics for Business and Economics. South-Western Cengage Learning, China.

Ardiyana, YD. 2015. Identifikasi faktor-faktor pemasaran jagung manis (*Zea mays* Saccharata) di Dusun Girirejo Kelurahan Lempake Kecamatan Samarinda Utara. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda.

Gomez, KA dan Gomez AA. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Universitas Indonesia, Jakarta.

Herrhyanto, N dan Gantini, T. 2015. Analisis Data Kuantitatif dengan Statistika Deskriptif. Yrama Widya, Bandung.

Riduwan dan Sunarto. 2007. Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis. Alfabeta, Bandung.

Siegel, S. 1994. Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-Ilmu Sosial. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Solihin, A. 2018. Hubungan berbagai variabel dalam penelitian. http://visiuniversal.blogspot.com.

Sugiyono. 2002. Statistik Nonparametris untuk Penelitian. Alfabeta, Bandung.

Steel, RGD dan Torrie, JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. Gramedia Pusataka Utama, Jakarta.

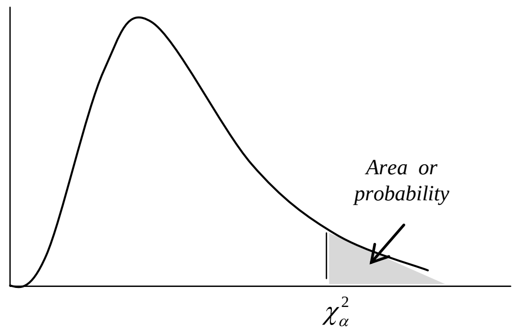
Wati, D. 2017. Pengaruh biaya produksi terhadap pendapatan usahatani jagung manis (*Zea mays* Saccharata) di Bayur Kelurahan Sempaja Utara Kecamatan Samarinda Utara. Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, Samarinda.

Lampiran 1. Harga-harga kritis *z* dalam observasi distribusi normal.

Z	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
,0	,5000	,4960	,4920	,4880	,4840	,4801	,4761	,4721	,4681	,4641
,1	,4602	,4562	,4522	,4483	,4443	,4404	,4364	,4325	,4286	,4247
,2	,4207	,4168	,4129	,4090	,4052	,4013	,3974	,3936	,3897	,3859
,3	,3821	,3783	,3745	,3707	,3669	,3632	,3594	,3557	,3520	,3483
,4	,3446	,3409	,3372	,3336	,3300	,3264	,3228	,3192	,3156	,3121
,5	,3085	,3050	,3015	,2981	,2946	,2912	,2877	,2843	,2810	,2776
,6	,2743	,2709	,2676	,2643	,2611	,2578	,2546	,2514	,2483	,2451
,7	,2420	,2389	,2358	,2327	,2296	,2266	,2236	,2206	,2177	,2148
,8	,2119	,2090	,2061	,2033	,2005	,1977	,1949	,1922	,1894	,1867
,9	,1841	,1814	,1788	,1762	,1736	,1711	,1685	,1660	,1635	,1611
1,0	,1587	,1562	,1539	,1515	,1492	,1469	,1446	,1423	,1401	,1379
1,1	,1357	,1335	,1314	,1292	,1271	,1251	,1230	,1210	,1190	,1170
1,2	,1151	,1131	,1112	,1093	,1075	,1056	,1038	,1020	,1003	,0985
1,3	,0968	,0951	,0934	,0918	,0901	,0885	,0869	,0853	,0838	,0823
1,4	,0808	,0793	,0778	,0764	,0749	,1735	,0721	,0708	,0694	,0681
1,5	,0668	,0655	,0643	,0630	,0618	,0606	,0594	,0582	,0571	,0559
1,6	,0548	,0537	,0526	,0516	,0505	,0495	,0485	,0475	,0465	,0455
1,7	,0446	,0436	,0427	,0418	,0409	,0410	,0392	,0384	,0375	,0367
1,8	,0359	,0351	,0344	,0336	,0329	,0322	,0314	,0307	,0301	,0294
1,9	,0287	,0281	,0274	,0268	,0262	,0256	,0250	,0244	,0239	,0233
2,0	,0228	,0222	,0217	,0212	,0207	,0202	,0197	,0192	,0188	,0183
2,1	,0179	,0174	,0170	,0166	,0162	,0158	,0154	,0150	,0146	,0143
2,2	,0139	,0136	,0132	,0129	,0125	,0122	,0119	,0116	,0113	,0110
2,3	,0107	,0104	,0102	,0099	,0096	,0094	,0091	,0089	,0087	,0084
2,4	,0082	,0080	,0078	,0075	,0073	,0071	,0069	,0068	,0066	,0064
2,5	,0062	,0060	,0059	,0057	,0055	,0054	,0052	,0051	,0049	,0048
2,6	,0047	,0045	,0044	,0043	,0041	,0040	,0039	,0038	,0037	,0036
2,7	,0035	,0034	,0033	,0032	,0031	,0030	,0029	,0028	,0027	,0026
2,8	,0026	,0025	,0024	,0023	,0023	,0022	,0021	,0021	,0020	,0019
2,9	,0019	,0018	,0018	,0017	,0016	,0016	,0015	,0015	,0014	,0014
3,0	,0013	,0013	,0013	,0012	,0012	,0011	,0011	,0011	,0010	,0010
3,1	,0010	,0009	,0009	,0009	,0008	,0008	,0008	,0008	,0007	,0007
3,2	,0007									
3,3	,0005									
3,4	,0003									
3,5	,00023									
3,6	,00016									
3,7	,00011									
3,8	,00007									
3,9	,00005									
4,0	,00003									

Sumber: Sugiyono (2002).

Lampiran 2. Distribusi *Chi Square* (χ^2).



db	Peluang nilai χ^2 yang lebih besar												
	,995	,990	,975	,950	,900	,750	,500	,250	,100	,050	,025	,010	,005
1	,000	,000	,001	,004	,0158	,102	,455	1,32	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	,010	,020	,051	,103	,211	,575	1,39	2,77	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6
3	,072	,115	,216	,352	,584	1,21	2,37	4,11	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8
4	,207	,297	,484	,711	1,06	1,92	3,36	5,39	7,78	9,49	11,1	13,3	14,9
5	,412	,554	,831	1,15	1,61	2,67	4,35	6,63	9,24	11,1	12,8	15,1	16,7
6	,676	,872	1,24	1,64	2,20	3,45	5,35	7,84	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5
7	,989	1,24	1,69	2,17	2,83	4,25	6,35	9,04	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3
8	1,34	1,65	2,18	2,73	3,49	5,07	7,34	10,2	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0
9	1,73	2,09	2,70	3,33	4,17	5,90	8,34	11,4	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6
10	2,16	2,56	3,25	3,94	4,87	6,74	9,34	12,5	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2
11	2,60	3,05	3,82	4,57	5,58	7,58	10,3	13,7	17,3	19,7	21,9	24,7	26,8
12	3,07	3,57	4,40	5,23	6,30	8,44	11,3	14,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3
13	3,57	4,11	5,01	5,89	7,04	9,30	12,3	16,0	19,8	22,4	24,7	27,7	29,8
14	4,07	4,66	5,63	6,57	7,79	10,2	13,3	17,1	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3
15	4,60	5,23	6,26	7,26	8,55	11,0	14,3	18,2	22,3	25,0	27,5	30,6	32,8
16	5,14	5,81	6,91	7,96	9,31	11,9	15,3	19,4	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3
17	5,70	6,41	7,56	8,67	10,1	12,8	16,3	20,5	24,8	27,6	30,2	33,4	35,7
18	6,26	7,01	8,23	9,39	10,9	13,7	17,3	21,6	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2
19	6,84	7,63	8,91	10,1	11,7	14,6	18,3	22,7	27,2	30,1	32,9	36,2	38,6
20	7,43	8,26	9,59	10,9	12,4	15,5	19,3	23,8	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0
21	8,03	8,90	10,3	11,6	13,2	16,3	20,3	24,9	29,6	32,7	35,5	38,9	41,4
22	8,64	9,54	11,0	12,3	14,0	17,2	21,3	26,0	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8
23	9,26	10,2	11,7	13,1	14,8	18,1	22,3	27,1	32,0	35,2	38,1	41,6	44,2
24	9,89	10,9	12,4	13,8	15,7	19,0	23,3	28,2	33,2	36,4	39,4	43,0	45,6
25	10,5	11,5	13,1	14,6	16,5	19,9	24,3	29,3	34,4	37,7	40,6	44,3	46,9
26	11,2	12,2	13,8	15,4	17,3	20,8	25,3	30,4	35,6	38,9	41,9	45,6	48,3
27	11,8	12,9	14,6	16,2	18,1	21,7	26,3	31,5	36,7	40,1	43,2	47,0	49,6
28	12,5	13,6	15,3	16,9	18,9	22,7	27,3	32,6	37,9	41,3	44,5	48,3	51,0
29	13,1	14,3	16,0	17,7	19,8	23,6	28,3	33,7	39,1	42,6	45,7	49,6	52,3
30	13,8	15,0	16,8	18,5	20,6	24,5	29,3	34,8	40,3	43,8	47,0	50,9	53,7
40	20,7	22,2	24,4	26,5	29,1	33,7	39,3	45,6	51,8	55,8	59,3	63,7	66,8
50	28,0	29,7	32,4	34,8	37,7	42,9	49,3	56,3	63,2	67,5	71,4	76,2	79,5
60	35,5	37,5	40,5	43,2	46,5	52,3	59,3	67,0	74,4	79,1	83,3	88,4	92,0

Sumber: Steel dan Torrie (1993), Anderson dkk. (2011).