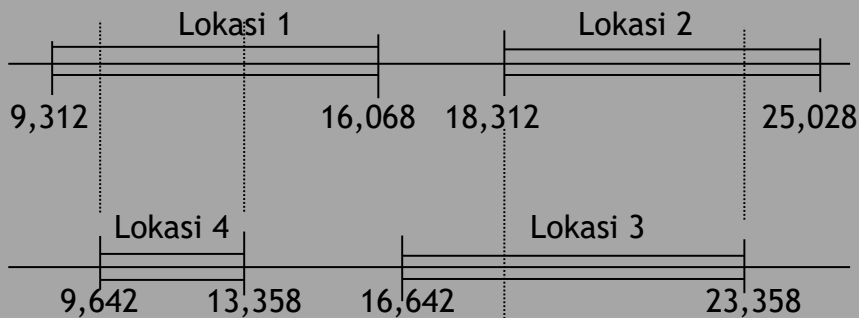
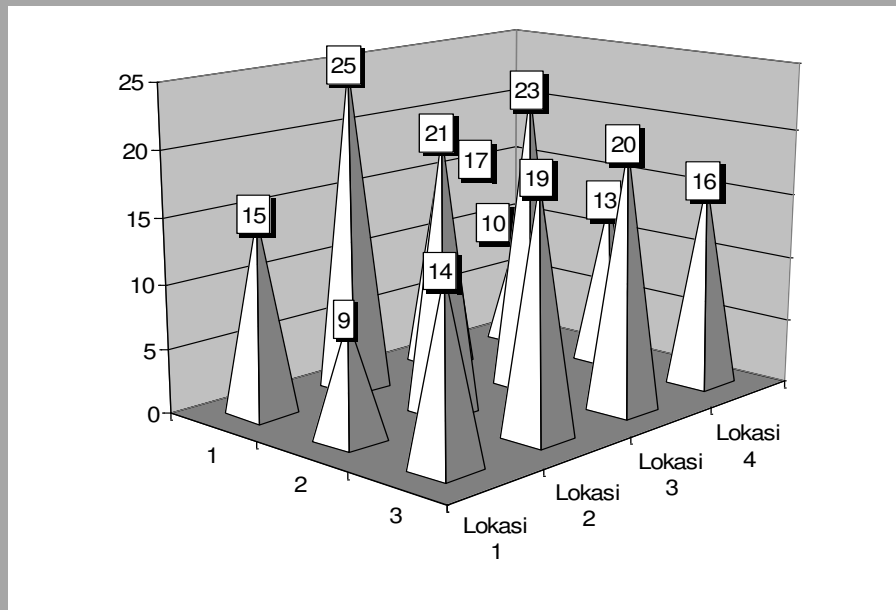


Edisi Revisi

BIOSTATISTIKA

KOMPUTASI PARAMETER STATISTIKA
SURVEY DAN EKSPERIMEN BIOLOGI



Ahmad Syauqi, Ir. M.Si.

Dilengkapi install fitur **Add-In Analysis ToolPak** Aplikasi Excel MS Office

FMIPA UNIV. ISLAM MALANG (UNISMA) 2022

BIOSTATISTIKA

KOMPUTASI PARAMETER STATISTIKA

SURVEY DAN EKSPERIMEN BIOLOGI

Edisi Revisi
2022

Ahmad Syauqi, Ir. M.Si.

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang (UNISMA)

*Dilengkapi install fitur **Add-In Analysis ToolPak** Aplikasi Excel MS Office*

Penerbit: FMIPA UNIV. ISLAM MALANG (UNISMA)

KATA PENGANTAR TAHUN 2022

Alhamdulillah, segala puja dan puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam, yang telah memberikan rahmatnya kepada kita sekalian, khususnya kepada penyusun yang telah dapat menyelesaikan buku yang sederhana ini. Buku ini telah diajarkan di Fakultas MIPA Unisma hingga saat sekarang telah mengalami beberapa perubahan. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun kita di jalan yang lurus dan memberikan spirit untuk mencari ilmu pengetahuan setiap saat.

Pada tahun 2020 dilakukan penataan teks dan penambahan regresi berganda. Suatu hubungan variabel bebas lebih dari satu dan variabel tergantungan banyak terjadi dan ingin diketahui. Peristiwa biologi dimungkinkan dapat diketahui dengan hubungan multi regresi atau multi variat. Pada Tahun 2022 Judul direvisi menjadi “Biostatistika Komputasi Parameter Statistika Survey dan Eksperimen Biologi”. Komputasi merupakan cerminan banyak melakukan tahapan hitungan hingga parameter yang dimaksud tercapai.

Program sarjana ilmu biologi menyelenggarakan belajar mengajar tidak saja materi ilmu biologi itu sendiri, tetapi banyak ilmu lainnya seperti kimia, fisika, matematika dan statistika. Sebagaimana kaitan erat antara ilmu kimia dan biologi maka lahirlah ilmu biokimia. Demikian pula kaitan erat antara ilmu statistika dan biologi, muncul ilmu biostatistika. Sebagai peralatan untuk analisis numerik terhadap fenomena biologi, telah diyakini membawa kepada kebenaran ilmu pengetahuan terhadap alam biotik dan/atau abiotik (yang berkaitan dengan suatu organisme). Pengetahuan analisis data berdasarkan uji tertentu terhadap fenomena biologis berbentuk data numerik, apakah berasal dari eksperimen/percobaan atau survey di lingkungan sekitar; ilmu statistika banyak memberikan parameter-parameter dalam model matematikanya untuk menuntun kepada kesimpulan. Pada akhirnya dapat memberikan hipotesis yang berlaku hingga dapat diuji kembali.

Mata kuliah Biologi Statistika dan Bioteknologi Dasar di FMIPA Unisma ditakar masing-masing 3 SKS yang terdiri atas 2 SKS tatap muka selama 100 menit dan 1 SKS praktikum selama 2x60 menit untuk tiap minggu. Sebagaimana penjelasan tersebut, keharusan peserta mata kuliah ini telah dianggap memahami seluk beluk statistika yang dicerminkan selesainya belajar dan dinyatakan lulus. Diktat ini dipersiapkan untuk kedua mata kuliah tersebut.

Sudah menjadi pengetahuan umum bahwa belajar statistik setelah membaca diikuti melakukan kegiatan komputasi sehingga nilai parameter populasi dapat ditemukan kembali dari contoh yang dikemukakan, atau mengenali tahapan proses komputasi. Bila mempunyai komputer atau datang kepada tempat yang tersedia komputer, telah disediakan program yang dapat dioperasikan dalam sistem secara umum dikenal adalah *windows operating system*. Aplikasi program komputer dimaksudkan untuk pelatihan mahasiswa memperoleh dan menerapkan pemahaman tentang komputasi dalam diktat ini. Diharapkan tiap pokok bahasan, mahasiswa dapat menguji dirinya sendiri melalui program komputer itu. Operasi Windows atau Linux dapat pula dikerjakan komputasi parameter statistik yaitu melalui *feature statistic in Excel sheet* atau jenis aplikasi statistika lainnya.

Metode belajar yang demikian diharapkan terjadi refleksi setelah melakukan komputasi parameter secara manual dari contoh yang diberikan dalam diktat ini dan

semakin sering mengerjakan akan mendekati refleksi tersebut. Oleh karena itu tidak cukup hanya membaca diktat ini dan tanpa lembaran-lembaran kerja, maka sukses belajar akan tertunda.

Memahami aspek belajar pada umumnya, semakin banyak referensi yang digunakan, akan mempermudah pemahaman dan penerapannya sebagaimana maksud di atas. Media belajar saat ini yang memungkinkan dapat mengakses sumber-sumber informasi maupun materi bahasan belajarnya adalah internet. Oleh karena itu kolaborasi sumberdaya belajar yang terpadu antara fungsi komputasi, media informasi, media penggalan materi adalah komputer. Eksploitasi komputer agar dapat berfungsi seperti itu adalah berbasis *website*.

Akhirnya materi belajar biostatistika terstruktur sebagai berikut:

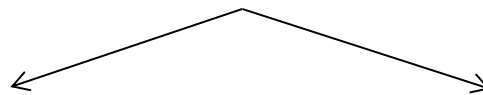
I. PENDAHULUAN

- Tujuan Mata Kuliah dan Materi selama Satu Semester
- Istilah Biostatistika dan Istilah-istilah dalam Statistika

II. STATISTIKA DISKRIPITIF:

KECENDERUNGAN NILAI TENGAH

- Nilai Tengah Aritmetika, Median, Modus
- Parameter Statistik Populasi dan Contoh



IV. DISTRIBUSI NORMAL DAN POISSON

- Sebaran Normal: Uji z dan χ^2 Peluang Poisson untuk Frekwensi Harapan Mutlak dan Uji χ^2
- Koefisien Sebaran Poisson (Ks) terhadap Makna Frekwensi

IV. PENDUGAAN DAN PERBANDINGAN

- Batas Terpercaya μ dengan Uji t
- Hipotesis terhadap μ dengan Satu Nilai dan Rerata
- Hipotesis terhadap χ^2
- Pendugaan μ dengan Distribusi F



V. PERCOBAAN: SIDIK RAGAM

- Prinsip Dasar
- Makna Desain Acak Sempurna
- Makna Desain Acak Kelompok (Blok)
 - + Tanpa Subsampling
 - Regresi dan Korelasi Variat/Bivariat
 - Makna Kovariansi terhadap Bivariat
 - + Subsampling
- Makna Desain Faktorial
 - + Acak Sempurna

VI. REGRESI BERGANDA: SURVEY DAN PERCOBAAN

- Uji Regresi Berganda (Banyak sebab satu akibat)
- Survey dan Hasil Regresi Berganda
 - Kesehatan Masyarakat
 - Lingkungan
- Percobaan dan Hasil Regresi Berganda

Terima kasih disampaikan kepada para pimpinan di fakultas dan universitas Islam Malang yang telah memberikan penuh perhatian kepada para dosen di jurusan Biologi khususnya. Kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi sejak tahun 1990an hingga saat sekarang yang telah memberikan ragam program seperti peningkatan kapasitas jurusan tahun 2005-2006 kepada FMIPA Unisma, hibah penelitian bagi dosen swasta dan negeri. Pada tahun 2018 – 2019 penyusun telah mendapatkan hibah penelitian yang memperhatikan aspek komputasi pemodelan kekeruhan khamir *Saccharomyces cerevisiae* sehingga dapat disusun penambahan materi pada regresi sederhana dan Bab VI. Terima kasih disampaikan kepada para sejawat dosen di FMIPA khususnya dan Unisma umumnya. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu untuk diskusi dengan penyusun selama lebih kurang 25 tahun.

Kritik dan saran sangat kami butuhkan demi kesempurnaan buku ini dan semoga bermanfaat.

Malang, Nopember 2022
Penyusun,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR BAGAN	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PEMASANGAN <i>Add-In Analysis ToolPak</i>	xv
Bab I PENDAHULUAN	
1.1. Populasi dan Contoh	1
1.2. Parameter dan Statistik	2
1.3. Data Pengamatan	4
Bab II STATISTIKA DESKRIPTIF: KECENDERUNGAN NILAI TENGAH	
2.1. Nilai Tengah Aritmetika (μ)	7
2.2. Median	9
2.3. Modus	10
2.4. Simpangan Baku atau Deviasi Standar (<i>Standart Deviation</i>)	11
2.5. Statistik Contoh sebagai Penduga Parameter Populasi	12
2.6. Koefisien Keragaman Contoh (KK)	13
LATIHAN SOAL	13
Bab III DATA DALAM SEBARAN NORMAL DAN POISSON	
3.1. Uji Sebaran Normal Data	14
3.1.1. Uji Z	14
3.1.2. Uji Chi-Kuadrat (χ^2)	16
3.2. Uji Sebaran Poisson	17
3.2.1. Uji Chi-Kuadrat (χ^2)	20
3.2.1. Uji Koefisien Sebaran Poisson (KS)..	21
LATIHAN SOAL	22
Bab IV PENDUGAAN DAN PERBANDINGAN	
4.1. Pendugaan μ Populasi menurut <i>Empirical Rule</i>	23
4.2. Distribusi <i>t</i>	
4.2.1. Batas Terpercaya Rerata Contoh	25

4.2.2. Perbandingan Antara	
Dugaan μ dan Pembanding	27
4.2.2.1. Satu Pembanding	27
4.2.2.2. Dua Rerata dalam satu populasi	27
4.2.2.3. Dua Rerata dalam dua populasi	28
4.2.2.4. Penerapan dua indeks keanekaragaman Spesies	29
4.2.2.5. Penerapan Dua Nilai Kecepatan Pertumbuhan Relatif	31
4.2.2.6. Uji Lebih dari Dua Rerata	34
4.3. Distribusi Chi-Kuadrat (<i>Chi-Square: x^2</i>)	36
4.4. Distribusi F (RA Fisher)	
4.4.1. Keragaman Dua Sampel	36
4.4.2. Keragaman Lebih dari Dua Kelompok Sampel	37
4.4.2.1. Perbandingan dengan Beda Nyata Terkecil (BNT)	42
4.4.2.2. Perbandingan dengan rentang signifikan terkecil (RST)	44
4.5. Menentukan Banyaknya Ulangan	
4.5.1. Uji t Satu Nilai Harapan dan <i>Paired Test</i>	47
4.5.2. Uji t Dua rerata Dua Populasi dan Uji F Sumber Keragaman (ANOVA)	48
LATIHAN SOAL	49

Bab V PERCOBAAN: SIDIK (ANALISIS) RAGAM DATA

5.1. Konsep Dasar	54
5.2. Prinsip Dasar	54
5.3. Rancangan Percobaan	
5.3.1. Rancangan Acak Sempurna/ Lengkap (RAL) dan Analisis Satu Arah	55
5.3.2. Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan Analisis Dua Arah	60
5.3.2.1. Lengkap dengan sub sampling	60
5.3.2.2. Model Tetap	66
5.3.2.3. Pemurnian Anova dengan Analisis Kovariansi (Anakova)	69
5.3.3. Memperoleh Hubungan Nilai Pengamatan	73
5.3.3.1. Uji Korelasi	73
5.3.3.1. Uji Regresi Sederhana	74
5.3.4. Diagnosa <i>Standard Error</i> Koefisien Prediktor	78

5.3.5. Rancangan Faktorial	81
LATIHAN SOAL	87
Bab VI REGRESI BERGANDA: SURVEY DAN PERCOBAAN	
6.1. Uji Regresi Berganda (Banyak sebab satu akibat)	88
6.2. Survey dan Hasil Regresi Berganda	
6.2.1. Kesehatan Masyarakat	90
6.2.2. Lingkungan	92
6.3. Percobaan dan Hasil Regresi Berganda	93
LATIHAN SOAL	98
DAFTAR PUSTAKA	99
INDEKS	102
LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Hal.
Gambar 1.	Hubungan konversi Log Konsentrasi zat dan nilai <i>probability unit</i> (probit) dan persamaan untuk komputasi nilai median pada <i>Lethal Concentration</i> (LC ₅₀)	10
Gambar 2.	Frekuensi Nilai Tengah Interval Kelas ...	11
Gambar 3.	Sebaran Data Normal dengan nilai macam μ dan σ	14
Gambar 4.	Luas Kurva Normal dengan Nilai Kritis z .	15
Gambar 5.	Distribusi Populasi Data Normal dan Batas Terpercaya pada $\mu \pm 1\sigma$, $\mu \pm 2\sigma$, dan $\mu \pm 3\sigma$	24
Gambar 6.	Visualisasi Grafik Balok Data Pengukuran Panjang Ikan dengan kesalahan baku rerata pada masing-masing tingkat kepercayaannya	24
Gambar 7.	Rata-rata Panjang Ikan dengan Kesalahan Baku Rerata ($\pm 0,167$) pada Kepercayaan 99% ($P=0,01$) dan 99,9 % ($P=0,001$) menurut <i>Empirical Rule</i>	25
Gambar 8.	Rata-Rata Panjang Ikan dengan Kesalahan Baku Rerata ($\pm 0,36$) pada Kepercayaan 99,7% ($P=0,003$) menurut <i>Distribusi t</i> disertai Interval Rerata	26
Gambar 9.	Grafik Tinggi Pohon Masing-Masing Lokasi Pengamatan dengan Ulangan 3x	43
Gambar 10.	Garis Linier yang Nyata ($P=0,05$) dan Persamaan Pertumbuhan Mikroorganisme Kontrol	76
Gambar 11.	Tiga Garis Linier dan Persamaan Pertumbuhan Mikroorganisme pada Media Kontrol, A dan B	77
Gambar 12.	Plot Nilai <i>Cook's D</i> dan <i>Centered Leverage</i> terhadap Lima ulangan set data masing-masing terdiri atas titik hubungan variabel kuantitas kuantitas sel dan kekeruhan	79

Gambar 13. Normalitas lima ulangan set data masing-masing terdiri atas titik hubungan variabel kuantitas sel dan kekeruhan	79
Gambar 14. Plot residu terstandarisasi lima ulangan set data masing-masing terdiri atas titik hubungan variabel kuantitas sel dan kekeruhan	80
Gambar 15. Normalitas revisi dengan diagnose lima ulangan set data masing-masing terdiri hubungan atas titik variabel kuantitas sel dan kekeruhan	80
Gambar 16. Uji normalitas (P-P Plot) dan heterokedastisitas data kekeruhan (n=50); A. Data mengikuti garis diagonal dan B. Sebaran titik-titik regresi menyebarkan pola yang tidak jelas	95

DAFTAR BAGAN

No.	Teks	Hal.
Bagan 1.	Rentang Dua Rerata yang Berbeda Nyata di Lokasi 1 dan 2; Tidak Berbeda Nyata di Lokasi 1 dan 4; 2 dan 3 pada Kepercayaan Tarf 95%	44
Bagan 2.	Kemungkinan I Operasional Percobaan Blok Acak dengan Sub Sampling	61
Bagan 3.	Kemungkinan II Operasional Percobaan Blok Acak dengan Sub Sampling	61

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Hal.
Tabel 1.	Banyaknya Kelas, Interval Kelas dan Frekuensinya	8
Tabel 2.	Nilai Konversi Konsentrasi dan Mortalitas pada Kompu-tasi nilai median pada LC ₅₀	10
Tabel 3.	Tabulasi Data Survey Kasus 3.1 dan Frekuensi Harapan	20
Tabel 4.	Tabulasi Data Kasus 4.2.2.6 untuk Komputasi <i>Relative Growth Rate</i> (RGR)	33
Tabel 5.	Hasil Observasi lapangan Tinggi Pohon pada Empat Lokasi	39
Tabel 6.	Tabulasi Data Hasil Observasi lapangan terhadap Tinggi Pohon pada Empat Lokasi untuk Analisis Perbedaan Rerata Kelompok	40
Tabel 7.	Sidik (Analsis) Ragam Kasus 4.4.2.	41
Tabel 8.	Hasil Analisis Perbedaan Rerata Kelompok dengan Pemberian Notasi Menurut Cara Uji BNT (P=0,05)	43
Tabel 9.	Hasil Analisis Perbedaan Rerata Kelompok dengan Pemberian Notasi Menurut Cara Uji Rentang Newman-Keuls (P=0,05)	46
Tabel 10.	Kesimpulan Uji Rerata Melalui Cara BNT dan Rentang Newman-Keuls pada P=0,05	46
Tabel 11.	Deskripsi Pemberian pengaruh dan penentuan variabel dalam suatu percobaan	53
Tabel 12.	Data eksperimen Antibiotik terhadap Mikroorganisme Patogen	56
Tabel 13.	Tabulasi Data Kasus 5.3.1. untuk Sidik Ragam	57
Tabel 14.	Sidik (Analsis) Ragam Kasus 5.3.1.	59
Tabel 15.	Tabulasi Data Percobaan RAK model subsampling	62
Tabel 16.	Tabulasi Data Masing-Masing Blok Percobaan RAK Model Subsampling	62
Tabel 17.	Sidik (Analsis) Ragam Kasus 5.3.2.1	64
Tabel 18.	Batas Konfidensi Kasus 5.3.2.1 pada Kepercayaan 95%	65

Tabel 19. Data Eksperimen Kasus 5.3.2.2 Jumlah Sel Jamur	66
Tabel 20. Transformasi Data Eksperimen Kasus 5.3.2.2	66
Tabel 21. Sidik Ragam Kasus 5.3.2.2	67
Tabel 22. Batas Konfidensi Kasus 5.3.2.2 pada Kepercayaan 95%	68
Tabel 23. Data Kasus pada 5.3.3.1. Unit Ensim dan Gula Reduksi	69
Tabel 24. Sidik Ragam Regresi Media Kontrol Kasus 5.3.3.2	74
Tabel 25. Derajat Bebas Faktor dan Interaksinya dalam Rancangan Faktorial	77
Tabel 26. Hasil Pengamatan Kombinasi Perlakuan Kasus 5.3.4.1	81
Tabel 27. Tabulasi Data Pra-analisis Faktorial Kasus 5.3.4.1	83
Tabel 28. Sidik Ragam Kasus 5.3.4.1	83
Tabel 29. Batas Konfidensi Kasus 5.3.4.1 pada Kepercayaan 95%	84
Tabel 30. Matrik variabel dengan faktor dan cacah sampel	86
Tabel 31. Data survey terjadinya gizi buruk yang dipengaruhi Oleh keluarga miskin dan kondisi wanita tidak Tamat sekolah dasar	89
Tabel 32. Data variabel independen dan dependen dalam percobaan pendahuluan pada medium penggandaan	91
Tabel 33. Uji numerik kenormalan data regresi berganda	93
Tabel 34. Analisis R^2 , Siginifikansi regresi dan Kesalahan standar koefisien berganda , <i>tolerance</i> dan VIF dengan menggunakan IBM SPSS	94
Tabel 35. Perubahan Koefisien Berganda pada Faktor berat granul <i>S cerevisiae</i> (A), volume medium pertumbuhan yang digunakan (B), masa lama waktu pertumbuhan populasi sel (C) dan jumlah sel (10^6) setiap mL medium pertumbuhan menggunakan metode metode <i>Backward</i>	94
Tabel 36. Perubahan Koefisien Determinasi dan R^2 -yang disesuaikan pada Suatu Regresi Berganda menggunakan Metode <i>Backward</i>	95

Tabel 37. Uji Asumsi Klasik Regresi antara Faktor Kekeruhan sebagai Variabel Independen dan Kekeruhan sebagai Variabel dependen pada Medium Penggandaan Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	96
Tabel 38. Uji Asumsi Klasik Regresi antara Faktor Kekeruhan sebagai Variabel Independen dan Kekeruhan sebagai Variabel dependen pada Medium Penggandaan Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	96

DAFTAR LAMPIRAN

Nilai Kritis Koefisien Korelasi	105
Tabel Probit (<i>Probability Unit</i>)	107
Tabel Distribusi F	106
Tabel Distribusi Chi-Kuadrat	110
Tabel Distribusi t	111
Tabel Konstanta Kritis Prosedur Newman-Keuls	
P = 0.05 dan P = 0.01	112
Tabel z	113
Kunci Jawaban	114