

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang 1988/1989

BOO 284/4 - BIOSTATISTIK

Tarikh: 4 November 1988

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tengah  
hari  
(3 jam)

---

Jawab LIMA daripada ENAM soalan.

Tiap-tiap soalan bernilai 20 markah.

---

.../2

1. Bagi setiap eksperimen yang diuraikan di bawah
  - (i) Nyatakan ujian statistik yang wajar digunakan untuk analisis data yang dihasilkan.
  - (ii) Tuliskan hipotesis nul dan hipotesis alternatif.
  - (iii) Berikan formula bagi statistik ujian yang perlu dihitung.
  - (iv) Tulis dengan ayat lengkap kesimpulan ujian statistik itu sekiranya hipotesis nul dapat ditolak.

Terangkan semua simbol yang digunakan.

#### Eksperimen A

Kajian lapangan dijalankan untuk menentukan samada taburan sarang suatu spesies burung di padang rumput adalah rawak atau tidak. Penyampelan kuadrat dilakukan dan bilangan sarang yang terdapat di dalam setiap kuadrat direkodkan. Keputusan disampaikan dalam bentuk jadual frekuensi yang menunjukkan bilangan kuadrat yang mengandungi 0, 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 sarang burung. Data ini digunakan untuk menguji samada sarang burung tertabur rawak di padang rumput itu.

Eksperimen B

Perbandingan kegiatan setiap daripada 10 ekor tikus belanda direkodkan sebelum dan selepas diberi makan ekstrak ginseng. Keputusan direkodkan sebagai:-

- +: lebih giat selepas diberi makan ginseng
- : kurang giat selepas diberi makan ginseng
- 0: tiada beza

Data daripada kajian ini digunakan untuk menguji samada ginseng dapat meningkatkan kegiatan tikus belanda.

Eksperimen C

Bilangan bena perang (sejenis serangga yang menyedut cairan tumbuhan) yang terdapat pada 20 pokok padi dihitung. Kemudian, kandungan N di dalam tisu ditentukan bagi setiap pokok padi itu. Bagaimanakah data ini boleh digunakan untuk menguji samada bena perang memilih pokok padi dengan kandungan N yang tinggi?

Eksperimen D

Bilangan stoma yang terdapat pada permukaan atas dan pada permukaan bawah daun yang sama dihitung bagi 35 daun tembakau. Data yang direkodkan digunakan untuk menguji samada permukaan bawah daun tembakau mempunyai lebih stoma berbanding dengan permukaan atasnya.

(BOO 284/4)

2. Seorang pelajar Patologi Tumbuhan ingin menentukan kadar jangkitan suatu jenis penyakit virus ke atas tumbuhan kobis pada satu kebun sayur. Kobis ditanam di atas batas, dua barisan sebatas, dan 25 tumbuhan sebarisan. Dia ingin mengambil sampel sebanyak 10% daripada jumlah tumbuhan kobis untuk kajiannya.

(a) Huraikan dengan ringkas skema penyampelan yang pelajar ini patut guna untuk mendapatkan sampelnya sekiranya kebun sayur itu ada dua batas sahaja yang ditanam dengan kobis.

(5 markah)

(b) Seandainya pelajar itu dapati bahawa satu batas kobis ditanam sebulan selepas kobis pada batas yang satu lagi. Bagaimanakah pula ia harus mengubah cara penyampelannya?

(5 markah)

(c) Misalkan kebun sayur itu mempunyai 20 batas kobis, semuanya ditanam serentak. Huraikan skema penyampelan yang lebih cekap untuk mendapatkan sampel yang diperlukan oleh pelajar itu.

(5 markah)

- (d) Katakan daripada kajian ini, pelajar itu dapati bahawa pada puratanya 20% daripada tumbuhan kobis di kebun sayur itu dijangkiti penyakit virus. Sekiranya 5 tumbuhan kobis diambil secara rawak dari kebun sayur itu, apakah kebarangkalian bahawa 2 daripada 5 tumbuhan itu dijangkiti penyakit?

(5 markah)

3. Sebilangan organisma akuatik boleh menyesuaikan kepekatan osmosis darahnya supaya sama dengan kepekatan osmosis air di persekitarannya. Dalam satu kajian, 9 ekor artropoda akuatik diambil dari sungai (air tawar) dan disimpan di dalam air yang lebih masin di dalam tangki. Kepekatan osmosis air di dalam tangki ditetapkan pada  $0.64 \text{ mmole g}^{-1}$ . Tiga hari kemudian, kepekatan osmosis darah pada 9 ekor artropoda itu didapati adalah seperti berikut (unit  $\text{mmole g}^{-1}$ ):-

0.66, 0.69, 0.68, 0.71, 0.70, 0.68, 0.66, 0.67, 0.63

- (a) Jalankan ujian statistik untuk menguji samada artropoda itu dapat memadai kepekatan osmosis darahnya dengan kemasinan air tangki selepas tiga hari.

(10 markah)

(B00 284/4)

- (b) Katakan kepekatan osmosis darah bagi 9 ekor artropoda itu pada mula kajian ini (iaitu pada masa artropoda itu ditangkap dari sungai dan sebelum dimasukkan ke dalam air masin) adalah seperti berikut:-

0.61, 0.60, 0.59, 0.59, 0.58, 0.60, 0.57, 0.61, 0.58

Ujikan samada perbezaan kepekatan osmosis darah pada artropoda dalam tempoh tiga hari itu bererti atau tidak pada paras keertian 0.01.

(10 markah)

4. Sampel air diambil dari 4 tasik berlainan untuk penentuan kandungan P di dalam air. Kandungan P adalah salah satu penunjuk pencemaran air.

- (a) Analisis kimia dijalankan ke atas sampel-sampel air ini di makmal Pusat Pengajian Sains Kajihayat. Empat kaedah penentuan P yang berlainan digunakan untuk analisis sampel air itu. Dengan bantuan gambarajah, huraikan rekabentuk eksperimen yang membolehkan anda menguji serentak samada:-

- (i) tahap pencemaran pada 4 tasik itu berbeza atau tidak.

(B00 284/4)

- (ii) kaedah penentuan yang berlainan menghasilkan nilai kandungan P yang berbeza atau tidak.

Huraikan secara ringkas ujian statistik yang anda akan guna untuk analisis data daripada kajian ini.

(10 markah)

- (b) Katakan sampel air dari empat tasik itu akan dihantar ke empat makmal analisis berlainan. Di setiap makmal itu, empat kaedah penentuan P akan dilakukan. Dengan bantuan gambarajah, huraikan rekabentuk eksperimen yang membolehkan anda menguji serentak samada:-

- (i) tahap pencemaran pada 4 tasik itu berbeza atau tidak.
- (ii) kaedah penentuan yang berlainan menghasilkan nilai kandungan P yang berbeza atau tidak.
- (iii) makmal analisis yang berlainan menghasilkan nilai kandungan P yang berbeza atau tidak.

Huraikan secara ringkas ujian statistik yang anda akan guna untuk analisis data daripada kajian ini.

(10 markah)

5. Satu eksperimen dijalankan untuk menentukan kekesanan inokulasi bakteria Rhizobium sp. dan pengapuran terhadap hasil tumbuhan kacang soya. Tumbuhan yang diinokulat dengan bakteria itu dijangka mendapatkan nutrien N dengan lebih banyak. Pengapuran tanah meningkatkan pHnya, dan dengan itu dijangka menggalakkan bakteria Rhizobium membiak dengan banyak. Olahan kombinasi dua faktor, dua paras setiap faktor, digunakan untuk kajian ini, iaitu:-

Faktor B: Inokulasi bakteria Rhizobium

Paras  $b_0$ : Tanpa inokulasi

Paras  $b_1$ : Dengan inokulasi

Faktor K: Pengapuran

Paras  $k_0$ : Tanpa (pH rendah)

Paras  $k_1$ : Dengan kapur (pH tinggi)

Rekabentuk segi empat sama Latin telah digunakan untuk kajian ini dilapangan.

- (a) Lukiskan satu gambarajah yang menunjukkan susunatur eksperimen ini di lapangan.

...9/-



(B00 284/4)

(b) Keputusan daripada eksperimen ini diberikan di bawah:-

<u>Kombinasi olahan</u>	<u>Min hasil (kg/plot)</u>
$b_0k_0$	23.7
$b_0k_1$	25.1
$b_1k_0$	37.1
$b_1k_1$	42.6

Lukiskan graf yang dapat menunjukkan ada atau tidak tindakan salingan antara dua faktor itu. Berikan komen anda.

(5 markah)

(c) Lengkapkan jadual analisis varians berikut dan seterusnya ujikan keertian (dari segi statistik):-

- (i) kesan utama faktor B
- (ii) kesan utama faktor K
- (iii) tindakan salingan antara B dan K
- (iv) kesan blok (barisan)
- (v) kesan blok (ruangan)

(BOO 284/4)

---

Punca kevarianan	df	HTKD	Min kuasdua	Nisbah F
Perlakuan	(3)	(765.5292)		
A	1			
B	1			
AB	1			
Barisan		30.6450		
Ruangan		9.4350		
Ralat baki		12.7600		
Jumlah		818.3692		


---

(10 markah)

6. Data berikut adalah rekod pertumbuhan suatu populasi sel ragi. Bilangan sel dihitung setiap dua jam.

Jam	2	4	6	8	10	12
Bil. sel	19	37	72	142	295	584

- (a) Dengan panduan gambarajah, huraikan corak pertumbuhan populasi sel ragi ini dengan masa.

 (5 markah)

- (b) Buatlah penjelmaan data yang wajar supaya terdapat pertalian linear antara dua variabel itu.

(5 markah)

(B00 284/4)

(c) Lakukan kaedah statistik yang sesuai untuk mendapatkan persamaan matematik yang menunjukkan pertalian linear itu.

(10 markah)

$\hat{b} =$

....12/-

LAMPIRAN 1

FORMULA-FORMULA PANDUAN

1. Ujian-t bagi sampel takbersandaran

Formula panduan bagi anggaran varians populasi:-

$$\text{i. } s_p^2 = \frac{\sum(x_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum(x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \text{ bagi } n_1 \neq n_2$$
$$\text{atau } s_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$\text{ii. } s_p^2 = \frac{s_1^2 + s_2^2}{2} \text{ bagi } n_1 = n_2 = n$$

$$s^2 \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = s_p^2 \left[ \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right]$$

2. Anggaran kecerunan garis regresi linear

$$\hat{b} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \text{ atau } \hat{b} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

3. Anggaran koefisien korelasi Pearson

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

4. Formula kebarangkalian bagi taburan Poisson.

$$f(n) = \frac{\alpha^n e^{-\alpha}}{n!}$$

TABLE A 14, Part I  
 $F_{\alpha}$  (ROMAN TYPE) AND  $F_{1-\alpha}$  (BOLD FACE TYPE) VALUES FOR THE DISTRIBUTION OF  $F$

		$f_2$ , Degrees of Freedom (for greater mean square)																				$f_1$				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$	
1	1	1.61	2.00	2.16	2.25	2.30	2.34	2.37	2.39	2.41	2.42	2.43	2.44	2.45	2.46	2.48	2.49	2.50	2.51	2.52	2.53	2.53	2.54	2.54	2.54	1
	2	4.052	4.999	5.403	5.625	5.764	5.859	5.928	5.981	6.022	6.056	6.082	6.106	6.122	6.169	6.208	6.234	6.261	6.286	6.302	6.323	6.334	6.352	6.361	6.366	2
	3	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41	19.42	19.43	19.44	19.45	19.46	19.47	19.47	19.48	19.49	19.49	19.49	19.50	3
	4	98.49	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.49	99.49	99.49	99.50	99.50	4
1	10	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88	8.84	8.81	8.78	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.60	8.58	8.57	8.56	8.54	8.54	8.53	10
	20	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05	26.92	26.83	26.69	26.60	26.50	26.41	26.35	26.27	26.23	26.18	26.14	26.12	20
	30	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.93	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.74	5.71	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63	30
	40	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.54	14.45	14.37	14.24	14.15	14.02	13.93	13.83	13.74	13.69	13.61	13.57	13.52	13.48	13.46	40
1	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.78	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.40	4.38	4.37	4.36	5
	10	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.45	10.29	10.15	10.05	9.96	9.89	9.77	9.68	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.17	9.13	9.07	9.04	9.02	10
	20	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.72	3.71	3.69	3.68	3.67	20
	30	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.62	7.52	7.39	7.31	7.23	7.14	7.09	7.02	6.99	6.94	6.90	6.88	30
1	4	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.63	3.60	3.57	3.52	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.28	3.25	3.24	3.23	4
	5	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.71	6.62	6.54	6.47	6.35	6.27	6.15	6.07	5.98	5.90	5.85	5.78	5.75	5.70	5.67	5.65	5
	10	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.34	3.31	3.28	3.23	3.20	3.15	3.12	3.08	3.05	3.03	3.00	2.98	2.96	2.94	2.93	10
	20	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.19	6.03	5.91	5.82	5.74	5.67	5.56	5.48	5.36	5.28	5.20	5.11	5.06	5.00	4.96	4.91	4.88	4.86	20
1	3	5.12	4.26	3.87	3.64	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.10	3.07	3.02	2.98	2.93	2.90	2.86	2.82	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71	3
	4	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.62	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.00	4.92	4.80	4.73	4.64	4.56	4.51	4.45	4.41	4.36	4.33	4.31	4
	5	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94	2.91	2.86	2.82	2.77	2.74	2.70	2.67	2.64	2.61	2.59	2.56	2.55	2.54	5
	10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91	10
1	2	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.50	2.47	2.45	2.42	2.41	2.40	2
	3	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.80	3.74	3.70	3.66	3.62	3.60	3
	4	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.36	2.35	2.32	2.31	2.30	4
	5	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.98	3.86	3.78	3.70	3.61	3.56	3.49	3.46	3.41	3.38	3.36	5
1	1	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60	2.55	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.32	2.28	2.26	2.24	2.22	2.21	1
	2	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.85	3.78	3.67	3.59	3.51	3.42	3.37	3.30	3.27	3.21	3.18	3.16	2

TABLE A 14, Part I (Continued)

		$f_2$ , Degrees of Freedom (for greater mean square)																				$f_1$				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$	
1	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13	14
	15	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.34	3.26	3.21	3.14	3.11	3.06	3.02	3.00	15
	16	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48	2.43	2.39	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18	2.15	2.12	2.10	2.08	2.07	16
	17	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.48	3.36	3.29	3.20	3.12	3.07	3.00	2.97	2.92	2.89	2.87	17
1	14	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.20	2.16	2.13	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01	14
	15	8.53	6.21	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55	3.45	3.37	3.25	3.18	3.10	3.01	2.96	2.98	2.86	2.80	2.77	2.75	15
	16	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.11	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96	16
	17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.86	2.79	2.76	2.70	2.67	2.65	17
1	14	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.07	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92	14
	15	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	3.37	3.27	3.19	3.07	3.00	2.91	2.83	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57	15
	16	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.55	2.48	2.43	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.15	2.11	2.07	2.02	2.00	1.96	1.94	1.91	1.90	1.88	16
	17	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.70	2.63	2.60	2.54	2.51	2.49	17
1	14	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.52	2.45	2.40	2.35	2.31	2.28	2.23	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.96	1.92	1.90	1.87	1.85	1.84	14
	15	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.71	3.56	3.45	3.37	3.30	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.77	2.69	2.63	2.56	2.53	2.47	2.44	2.42	15
	16	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.15	2.09	2.05	2.00	1.96	1.93	1.89	1.87	1.84	1.82	1.81	16
	17	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.65	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.63	2.58	2.51	2.47	2.43	2.38	2.36	17
1	14	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.47	2.40	2.35	2.30	2.26	2.23	2.18	2.13	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.87	1.84	1.81	1.80	1.78	14
	15	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.37	2.33	2.31	15
	16	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.45	2.38	2.32	2.28	2.24	2.20	2.14	2.10	2.04	2.00	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76	16
	17	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.53	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26	17
1	14	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.43	2.36	2.30	2.26	2.22	2.18	2.13	2.09	2.02	1.98	1.94</								

Jadual 2. Sifir bagi taburan t

TABLE B. TABLE OF CRITICAL VALUES OF  $t^*$

df	Level of significance for one-tailed test					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	Level of significance for two-tailed test					
	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	3.075	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.885	2.920	4.503	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.441	1.943	2.447	3.141	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.391	1.860	2.309	2.896	3.355	5.041
9	1.368	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.347	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.328	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.311	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.295	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.281	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.269	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.257	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.246	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.236	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.227	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.219	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.212	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.205	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.200	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.195	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.191	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.187	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.184	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.181	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.178	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	1.176	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	1.308	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	1.296	1.670	2.000	2.390	2.660	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

\* Table B is abridged from Table III of Fisher and Yates: *Statistical tables for biological, agricultural, and medical research*, published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, by permission of the authors and publishers.

Jadual 3. Sifir bagi taburan  $\chi^2$  (ujian dua hujung)

TABLE C. TABLE OF CRITICAL VALUES OF CHI SQUARE\*

df	Probability under $\chi^2$ that $\chi^2 \geq$ chi square												
	.99	.98	.95	.90	.80	.70	.50	.30	.10	.05	.02	.01	.001
1	.00015	.00045	.00385	.01651	.03771	.05401	.10385	.15499	.23664	.31751	.39353	.48301	.56456
2	.02	.04	.10	.16	.21	.27	.36	.46	.58	.72	.85	1.00	1.10
3	.13	.18	.35	.45	.58	.71	1.00	1.21	1.42	1.75	2.07	2.37	2.70
4	.30	.43	.71	1.06	1.36	1.75	2.20	2.70	3.36	4.08	4.88	5.78	6.75
5	.55	.75	1.14	1.61	2.04	2.54	3.00	3.55	4.35	5.13	6.06	7.08	8.21
6	.87	1.13	1.64	2.20	2.67	3.15	3.67	4.35	5.20	6.19	7.33	8.53	9.89
7	1.24	1.56	2.17	2.83	3.32	3.82	4.39	5.13	6.04	7.16	8.38	9.68	11.15
8	1.65	2.03	2.73	3.49	4.10	4.69	5.38	6.25	7.34	8.56	9.89	11.34	12.90
9	2.00	2.53	3.32	4.17	4.79	5.38	6.16	7.16	8.33	9.59	10.92	12.40	14.02
10	2.56	3.06	3.94	4.86	5.48	6.16	7.03	8.16	9.34	10.64	12.02	13.58	15.21
11	3.05	3.61	4.58	5.58	6.30	7.03	8.00	9.16	10.41	11.80	13.27	14.93	16.67
12	3.57	4.18	5.23	6.30	7.11	7.91	8.97	10.23	11.58	13.04	14.60	16.31	18.04
13	4.06	4.76	5.89	7.04	8.02	8.87	10.00	11.33	12.79	14.33	15.98	17.68	19.41
14	4.56	5.37	6.57	7.79	8.82	9.72	10.91	12.33	13.81	15.43	17.14	18.87	20.69
15	5.02	5.98	7.26	8.55	10.31	11.72	13.15	14.71	16.32	18.00	19.77	21.53	23.34
16	5.41	6.41	7.76	9.31	11.15	12.62	14.16	15.82	17.49	19.24	21.02	22.87	24.78
17	5.81	6.81	8.26	10.08	12.00	13.53	15.19	16.91	18.67	20.44	22.24	24.11	26.01
18	6.21	7.21	8.71	10.86	12.86	14.44	16.17	17.94	19.73	21.53	23.36	25.22	27.15
19	6.63	7.63	9.13	11.65	13.72	15.35	17.10	18.92	20.73	22.54	24.39	26.28	28.27
20	7.08	8.08	9.54	12.44	14.56	16.27	17.99	19.83	21.64	23.53	25.39	27.33	29.31
21	7.54	8.54	10.05	13.24	15.44	17.15	19.02	20.92	22.54	24.51	26.44	28.43	30.43
22	8.00	9.00	10.56	14.04	16.31	18.01	19.99	22.00	23.53	25.53	27.48	29.53	31.55
23	8.47	9.47	11.07	14.85	17.19	19.02	21.00	23.00	24.51	26.51	28.53	30.63	32.67
24	8.94	9.94	11.58	15.66	18.06	19.94	21.92	23.92	25.53	27.53	29.53	31.63	33.79
25	9.41	10.41	12.09	16.47	18.94	20.87	22.84	24.84	26.51	28.53	30.53	32.63	34.91
26	9.88	10.88	12.60	17.29	19.82	21.79	23.77	25.77	27.53	29.53	31.53	33.53	36.03
27	10.35	11.35	13.11	18.10	20.70	22.72	24.70	26.70	28.53	30.53	32.53	34.53	37.15
28	10.82	11.82	13.62	18.91	21.58	23.64	25.64	27.64	29.53	31.53	33.53	35.53	38.27
29	11.29	12.29	14.13	19.72	22.46	24.56	26.56	28.56	30.53	32.53	34.53	36.53	39.39
30	11.76	12.76	14.64	20.53	23.34	25.48	27.48	29.48	31.53	33.53	35.53	37.53	40.51

\* Table C is abridged from Table IV of Fisher and Yates: *Statistical tables for biological, agricultural, and medical research*, published by Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, by permission of the authors and publishers.

Nilai  $\chi^2$  yang dihitung adalah bererti pada sesuatu paras keertian jika ia sama dengan atau melebihi nilai genting bagi  $\chi^2$  yang ditunjukkan di dalam sifir ini.

(BOO 284/4)

Jadual 4. Sifir bagi  $\rho$ , koefisien korelasi Pearson.  
(ujian dua hujung)

TABLE A 11  
CORRELATION COEFFICIENTS AT THE 5% AND 1% LEVELS OF SIGNIFICANCE

Degrees of Freedom	5%	1%	Degrees of Freedom	5%	1%
1	.997	1.000	24	.388	.496
2	.950	.990	25	.381	.487
3	.878	.959	26	.374	.478
4	.811	.917	27	.367	.470
5	.754	.874	28	.361	.463
6	.707	.834	29	.355	.456
7	.666	.798	30	.349	.449
8	.632	.765	35	.325	.418
9	.602	.735	40	.304	.393
10	.576	.708	45	.288	.372
11	.553	.684	50	.273	.354
12	.532	.661	60	.250	.325
13	.514	.641	70	.232	.302
14	.497	.623	80	.217	.283
15	.482	.606	90	.205	.267
16	.468	.590	100	.195	.254
17	.456	.575	125	.174	.228
18	.444	.561	150	.159	.208
19	.433	.549	200	.138	.181
20	.423	.537	300	.113	.148
21	.413	.526	400	.098	.128
22	.404	.515	500	.088	.115
23	.396	.505	1,000	.062	.081

Portions of this table were taken from Table VA in *Statistical Methods for Research Workers* by permission of Professor R. A. Fisher and his publishers, Oliver and Boyd.

...16/-

Jadual 5. Sifir untuk ujian tanda (ujian satu hujung)

TABLE D. TABLE OF PROBABILITIES ASSOCIATED WITH VALUES AS SMALL AS OBSERVED VALUES OF  $x$  IN THE BINOMIAL TEST\*

Given in the body of this table are one-tailed probabilities under  $H_0$  for the binomial test when  $P = Q = \frac{1}{2}$ . To save space, decimal points are omitted in the  $p$ 's.

$N \backslash x$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	031	188	500	812	969	†										
6	016	109	344	656	891	984	†									
7	008	062	227	500	773	938	992	†								
8	004	035	145	363	637	855	965	996	†							
9	002	020	090	254	500	746	910	980	998	†						
10	001	011	055	172	377	623	828	945	989	999	†					
11		006	033	113	274	500	726	887	967	994	†	†				
12		003	019	073	194	387	613	806	927	981	997	†	†			
13		002	011	046	133	291	500	709	867	954	989	998	†	†		
14		001	006	029	090	212	395	605	788	910	971	994	999	†	†	
15			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	588	748	868	942	979	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	655	788	885

\* Adapted from Table IV, B, of Walker, Helen, and Lev, J. 1953. *Statistical inference*. New York: Holt, p. 458, with the kind permission of the authors and publisher.

† 1.0 or approximately 1.0.

Nilai  $x$  yang dihitung adalah bererti sekiranya nilai kebarangkalian yang ditunjukkan di dalam sifir ini adalah sama atau kurang daripada paras keertian yang ditetapkan. Bagi ujian dua hujung, dharabkan nilai pdari sifir ini dengan 2.



Jadual 6. Sifir untuk Ujian Mann-Whitney (Ujian dua hujung)

Table A.19 Critical points of rank sums  
(Two-tailed alternatives)

$n_2$ - larger n	P	$n_1$ - smaller n														
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
4	.05			10												
	.01			---												
5	.05		6	11	17											
	.01			---	15											
6	.05		7	12	18	26										
	.01			---	16	23										
7	.05		7	13	20	27	36									
	.01			---	17	24	32									
8	.05	3	8	14	21	29	38	49								
	.01			---	17	25	31	43								
9	.05	3	8	15	22	31	40	51	63							
	.01		---	6	11	18	26	35	45	56						
10	.05	3	9	15	23	32	42	53	65	78						
	.01		---	6	12	19	27	37	47	58	71					
11	.05	4	9	16	24	34	44	55	68	81	96					
	.01		---	6	12	20	28	38	49	61	74	87				
12	.05	4	10	17	26	35	46	58	71	85	99	115				
	.01		---	7	13	21	30	40	51	63	76	90	106			
13	.05	4	10	18	27	37	48	60	73	88	103	119	137			
	.01		---	7	14	22	31	41	53	65	79	93	109	125		
14	.05	4	11	19	28	38	50	63	76	91	106	123	141	160		
	.01		---	7	14	22	32	43	54	67	81	96	112	129	147	
15	.05	4	11	20	29	40	52	65	79	94	110	127	145	164	185	
	.01		---	8	15	23	33	44	56	70	84	99	115	133	151	171
16	.05	4	12	21	31	42	54	67	82	97	114	131	150	169		
	.01		---	8	15	24	34	46	58	72	86	102	119	137	155	
17	.05	5	12	21	32	43	56	70	84	100	117	135	154			
	.01		---	8	16	25	35	47	60	74	89	105	123	140		
18	.05	5	13	22	33	45	58	72	87	103	121	139				
	.01		---	8	16	26	37	49	62	76	92	108	125			
19	.05	5	13	23	34	46	60	74	90	107	124					
	.01		---	3	9	15	22	30	39	49	61	74	88	103	119	
20	.05	5	14	24	35	48	62	77	93	110						
	.01		---	3	9	16	23	31	40	50	61	74	88	103	119	
21	.05	6	14	25	37	50	64	79	95							
	.01		---	3	9	16	23	31	40	50	61	74	88	103	119	
22	.05	6	15	26	38	51	65	80								
	.01		---	3	10	17	24	32	41	51	62	75	89	104	120	
23	.05	6	15	27	39	53	67									
	.01		---	3	10	17	24	32	41	51	62	75	89	104	120	
24	.05	6	16	28	40	55										
	.01		---	3	10	17	24	32	41	51	62	75	89	104	120	
25	.05	6	16	29	42											
	.01		---	3	11	18	25	33	42	52	63	76	90	105	121	
26	.05		17	29												
	.01		---	3	11	18	25	33	42	52	63	76	90	105	121	
27	.05		7	12												
	.01		---	4	11											
28	.05		7													
	.01		---	4												

Source: Reported by G. G. Wilcoxon, "The use of ranks in a test of significance for comparing two treatments," *Biometrics*, 10, 4, 41 (1954), with permission of the editor and the author.

Nilai T atau T' yang dihitung adalah bererti pada sesuatu paras keertian jika ia sama dengan atau kurang daripada nilai genting yang ditunjukkan di dalam sifir ini.

(BOO 284/4)

Jadual 7: Sifir bagi taburan z

TABLE A 3  
CUMULATIVE NORMAL FREQUENCY DISTRIBUTION  
(Area under the standard normal curve from 0 to Z)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2121	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000									

-ooo000ooo-