

## Susunan Kuadrat Latin Untuk Taste-Panel Experiments

Arisman Adrian

Laboratorium Statistika, Jurusan Matematika FMIPA

Universitas Riau - Pekanbaru

arisman\_adnan@unri.ac.id Arisman Adnan

### Abstract

A taste-panel experiment is an experiment where several panellists score the taste of food using an ordinal score, e.g. from 1 (extremely tender) to 8 (extremely tough). To avoid an order effect of the panellist position, we apply a Latin square arrangement such that each sample appears once in each position. If the number of panellists available is less than the number of treatment combinations provided then we have an incomplete block design since we do not have a complete replication. Hence, these arrangements may not be balanced. We use a special Latin square, the so called Williams design, to avoid a first carry-over effect and order effect. The design can be balanced using an extension of William's design. Finally, the arrangement of treatment combinations was randomly permuted to avoid systematic bias due to the generation of Latin squares.

**Key words:** carry-over effect, ordinal data, Latin square, outliers, position effect, taste panel experiments

### Pendahuluan

Evaluasi terhadap kualitas sifat makanan merupakan topik yang sering dikaji akhir-akhir ini. Banyak industri makanan yang menggunakan eksperimen dengan menggunakan juri atau panelis (taste-panel experiments) untuk menilai kualitas makanan yang mereka produksi. Penilaian ini biasanya menggunakan skor ordinal yang dinyatakan dalam bentuk diskret seperti 1,2,...,  $n$ ;  $n$  biasanya tidak lebih dari 10. Skor ini dapat dipandang sebagai nilai variabel kualitas (sebagai variabel) respon atas satu set prediktor. Dari perspektif riset pasar, eksperimen ini bertujuan untuk membantu meminimalkan resiko produk baru yang akan diluncurkan serta untuk mengetahui variabel kualitas yang paling disukai oleh konsumen.

Studi atas evaluasi ini tercatat ketika pada tahun 1840, Ernst Weber, fisiolog Jerman, telah mempelajari kekuatan stimuli fisik dan hubungannya dengan perbedaan sensasi atau persepsi. Berikutnya Fechner melakukan studi yang disebut sebagai survey konsumen pertama kali yang menanyakan masalah persepsi yakni iengan meminta pengunjung suatu perpustakaan untuk memberikan opini mereka terhadap dua gambar yang identik, yang satu adalah asli sedangkan yang lainnya adalah palsu (Peryam, 1990).

Tahun 1927 Louis Thurstone mengajukan pengukuran sensor yang konsep utamanya disebut sebagai proses pembeda. Dengan berkembangnya r-erbagai teknik dalam statistika, seperti halnya ANOVA pada

1940-1950 studi *sensory evaluation* dengan menggunakan metode statistika semakin populer. *Hedonic scale* yang muncul pada tahun 1957 semakin ekstensif digunakan untuk studi ini. Sekarang ini skalahedonikdipakai untuk menjelaskan sensasi 'menyenangkan' dan 'tidak menyenangkan' yang dikembangkan oleh psikolog, statistikawan, dan ahli teknologi makanan untuk mengevaluasi preferensi kualitas makanan (Land and Sepherd, 1988).

Pilihan menggunakan panelis ahli atau panelis yang belum terlatih tergantung pada kegunaan eksperimen, namun demikian, satu hal yang penting harus dimiliki oleh setiap panelis adalah prinsip konsistensi. Hal ini dapat dicapai jika konsep metode skor dapat dipahami (Mason and Koch, 1953).

Pemilihan skala pengukuran sangat penting dalam studi ini. Salah satu efek dalam melakukan pengukuran ini adalah 'differential expansiveness' antar panelis, yakni setiap panelis memberikan porsi skala yang berbeda untuk menyatakan penilaiannya terhadap suatu produk.

Data ordinal yang dihasilkan panelis ini dapat dianalisis dengan berbagai cara (Agresti, 1984). Salah satu yang sangat populer adalah analisis model regresi dengan menggunakan proportional odds model (McCullagh, 1980). Analisis Variansi (ANOVA) dan Regresi Logistik Ordinal juga merupakan salah satu alternatif (Avery and Adnan, 2000), sedangkan untuk telaah kecocokan model dapat dilakukan dengan menggunakan uji Hosmer-Lemeshow tetapi dengan memandang data ordinal sebagai data biner (Hosmer and

Lemeshow, 1989). Selain itu uji kecocokan model juga dilakukan dengan menggunakan metode grafik dengan cara *jackknifing* (Adnan and Avery, 2001).

Berbagai analisis data untuk eksperimen dengan menggunakan panelis ini dapat dilakukan dengan baik jika rancangan penelitiannya juga dilakukan dengan baik. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan ketika melakukan eksperimen ini adalah masalah kelelahan panelis karena berturut-turut mencicipi sampel makanan, adanya efek urutan presentasi dan efek bawaan (*carryover effect*). Oleh karena itu pilihan disain yang tepat akan menentukan kualitas analisis data.

Pilihan disain yang diajukan adalah susunan kuadrat Latin pada setiap sesi sehingga setiap sampel hanya muncul satu kali dalam setiap posisi. Jika ada 6 orang panelis dan jumlah kombinasi perlakuan lebih dari 6 maka kita akan mempunyai rancangan blok tak lengkap karena replikasi tidak lengkap. Efek bawaan dapat diminimalisir dengan memberikan roti renyah kering (*dry crackers*) atau minuman jeruk kepada panelis sebelum diberikan sampel berikutnya. Disain Williams (1949) dan pengembangannya dapat menjamin susunan kombinasi perlakuan tanpa efek bawaan dan efek urutan presentasi.

**Metodologi Penelitian**

Untuk menjelaskan rancangan penelitian ini diberikan suatu eksperimen yang terdiri dari beberapa prediktor: dua lokasi peternakan (*farm*) dinotasikan X dan Y, dua rumah potong (*abbatoir*) dinotasikan A dan B), empat cara pemotongan (*stunning system*) dinotasikan 1,2,3, dan 4 dimana sistem tersarang (*nested*) dalam rumah potong. Panelis dan sesi dalam hal ini merupakan blok. Dengan demikian terdapat 8 kombinasi perlakuan yang mungkin untuk setiap sesi seperti susunan berikut:

Tabel 1: Kombinasi perlakuan

Nomor	Kombinasi
(1)	A1X
(2)	A1Y
(3)	A2X
(4)	A2Y
(5)	B3X
(6)	B3Y
(7)	B4X
(8)	B4Y

Terdapat 8 perlakuan yang tersedia tetapi hanya 6 perlakuan yang digunakan untuk setiap sesi sehingga situasi ini dipandang sebagai rancangan blok tak lengkap. Contoh susunan satu set empat sesi disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2: Alokasi kombinasi perlakuan untuk satu set empat sesi.

Perhatikan bahwa nomor dalam tanda kurung

Sesi 1	Sesi 2	Sesi 3	Sesi 4
(1)	(2)	(3)	(4)
(2)	(3)	(4)	(1)
(3)	(4)	(1)	(2)
(6)	(5)	(8)	(7)
(7)	(6)	(5)	(8)
(8)	(0)	(6)	(5)

untuk setiap sesi merupakan kode untuk kombinasi perlakuan seperti pada Tabel 1. Dengan demikian setiap kombinasi perlakuan muncul tiga kali untuk satu set empat sesi.

Sebagai contoh, perlakuan (1), yakni A1X (perlakuan dari rumah potong A, sistem pemotongan 1 dan lokasi peternakan X) muncul pada sesi 1, 3, dan 4. Setiap rumah potong dan lokasi peternakan muncul sama-sama tiga kali sedangkan sistem pemotongan muncul hanya satu atau dua kali dalam setiap sesi. Pengacakan untuk kombinasi perlakuan dilakukan dalam sesi sedangkan sesi diacak dalam setiap satu set empat sesi.

Variabel kualitas yang diamati adalah kelembutan (*tenderness*) yang skornya diklasifikasikan ke dalam 8 kategori dengan urutan 1 (terbaik) sampai 8 (terjelek): *extremely tender* (sangat lembut sekali, 1), *very tender* (sangat lembut, 2), *moderately tender* (agak lembut, 3), *slightly tender* (sedikit lembut, 4), *slightly tough* (sedikit keras, 5), *moderately tough* (agak eras, 6), *very tough* (sangat keras, 7), dan *extremely tough* (sangat keras sekali, 8).

Panelis mencicipi 6 sampel per sesi yang disediakan dan memberikan skor atas kualitas atribut yang sedang diamati, yakni kelembutan daging dari berbagai lokasi, rumah potong dan cara pemotongan.

Karena skor dipengaruhi oleh posisi penyajian sampel yang akan dicoba panelis maka susunan kuadrat Latin dapat diterapkan untuk menghindarinya. Kuadrat Latin khusus yang disebut juga dengan disain William digunakan pula untuk menghindari efek ini.

Susunan kuadrat Latin untuk sampel yang berukuran enam memerlukan enam panelis yang berbeda seperti yang disajikan dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3: Susunan kuadrat Latin 6 panelis  
Susunan yang disajikan pada Tabel 3

Panelis	Urutan Sampel					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	1
3	3	4	5	6	1	2
4	4	5	6	1	2	3
5	5	6	1	2	3	4
6	6	1	2	3	4	5

menghasilkan rancangan yang tak seimbang (unbalanced), misalnya urutan (1,2) muncul 5 kali pada panelis 1, 3, 4, 5, dan 6 sedangkan urutan (2,1) tidak pernah muncul sama sekali sehingga dikhawatirkan skor untuk sampel 1 yang diberikan oleh panelis dipengaruhi oleh skor sebelumnya yakni skor untuk sampel 2 (carry-over effect).

**Hasil dan Pembahasan**

Untuk meminimalkan efek bawaan (pengaruh skor dari sesi sebelumnya) maka digunakan rancangan William (1949) dengan dua kondisi yang harus dipenuhi: 1. Setiap perlakuan didahului sama seringnya oleh perlakuan yang lain, 2. Setiap perlakuan muncul sama seringnya dalam setiap posisi.

Pengembangan rancangan William ini dilakukan dengan menyeimbangkan urutan presentasi sehingga rancangan dapat menyeimbangkan panelis, posisi, dan efek bawaan. Misalkan  $t$  adalah jumlah perlakuan maka terdapat  $t(t-1)$  pasangan terurut perlakuan tersebut. Diperlukan  $t$  panelis untuk mencapai rancangan yang seimbang jika  $t$  genap, dan  $2t$  panelis jika  $t$  ganjil.

Untuk memilih baris pertama kuadrat Latin, misalkan  $t$  perlakuan dinotasikan dengan  $0, 1, \dots, t-1$ . Jika  $t$  genap maka baris pertama dipilih dengan urutan

$$0 \ 1 \ t-1 \ 2 \ t-2 \ \dots \ t/2$$

dan jika  $t$  ganjil maka urutannya adalah *square 1* baris 1

$$0 \ 1 \ t-1 \ 2 \ t-2 \ \dots \ (t-1)/2 \ (/+1)/2$$

sedangkan *square 2* baris 1

$$(r+1)/2 \ (t-1)/2 \ \dots \ t-2 \ 2 \ t-1 \ 1 \ 0$$

Perhatikan bahwa *square* yang kedua merupakan kebalikan dari *square* yang pertama.

Baris berikutnya dapat dilakukan dengan menambahkan bilangan 1 untuk elemen baris sebelumnya dengan syarat bahwa setiap nomor perlakuan  $k$  lebih besar dari  $(t-1)$  harus diganti dengan  $(k-t)$ . Contoh  $t=6, k=5$  memberikan  $k-t=2$  (Macfie et al., 1989).

Untuk  $t=6$ , baris pertama kuadrat Latin adalah 0 1 5 2 4 3. Dengan memilih baris pertama seperti ini maka susunan kuadrat Latin untuk Tabel 3 berubah menjadi susunan yang seimbang seperti yang disajikan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4: Susunan kuadrat Latin seimbang

Panelis	Urutan Sampel					
	1	2	3	4	5	6
1	0	1	5	2	4	3
2	1	2	0	3	5	4
3	2	3	1	4	0	5
4	3	4	2	5	1	0
5	4	5	3	0	2	1
6	5	0	4	1	3	2

Dengan rancangan seperti ini maka dapat dilihat bahwa setiap panelis menerima satu perlakuan dan secara keseluruhan setiap perlakuan muncul hanya satu kali dalam setiap urutan sampel.

Susunan perlakuan ini dapat disusun ulang seperti notasi sebelumnya dengan menambahkan bilangan 1 pada setiap nomor perlakuan sehingga diperoleh susunan seperti pada Tabel 5:

Tabel 5: Susunan kuadrat Latin seimbang dengan notasi sampel awal

Untuk menghindari bias yang sistematis

Panelis	Urutan Sampel					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	6	3	5	4
2	2	3	1	4	6	5
3	3	4	2	5	1	6
4	4	5	3	6	2	1
5	5	6	4	1	3	2
6	6	1	5	2	4	3

maka perlu dilakukan permutasi secara acak pada susunan ini sehingga diperoleh susunan seperti pada Tabel 6:

Tabel 6: Susunan kuadrat Latin setelah dipermutasi secara acak

Susunan ini telah menghilangkan efek bias

Panelis	Urutan Sampel					
	1	2	3	4	5	6
1	5	1	3	6	4	2
2	3	5	4	1	2	6
3	6	2	1	4	5	3
4	4	3	2	5	6	1
5	1	6	5	2	3	4
6	2	4	6	3	1	5

menurut posisi dan efek bawaan.

### Kesimpulan

Eksperimen dengan menggunakan panelis untuk menilai kualitas makanan biasanya menggunakan skor kategori. Sebelum data dianalisis, peneliti harus yakin bahwa efek bawaan (carry-over effect) maupun efek posisi panelis seharusnya sudah dihilangkan. Efek ini dapat dihilangkan, setidaknya diminimalisir, dengan menggunakan rancangan William pada rancangan kuadrat Latin yang standar. Bias sistematik juga dapat dihilangkan dengan melakukan permutasi secara acak pada susunan kombinasi perlakuan.

### Daftar Kepustakaan

Adnan, A and Avery, P. J. (2001). Goodness-of-Fit Tests and Outlier Detection in Taste-panel Experiments. *Proceeding the 6<sup>th</sup> ISSM*, Manchester UK, pp.395-398. Agresti, A. (1984). *Analysis of*

*Ordinal Categorical Data*. John Wiley & Sons, New York.

Avery, P.J. and Adnan, A. (2000). Analysis of taste-panel data using ANOVA and OLR. *Proceeding the 5<sup>th</sup> ISSM*, Paris, pp.381-385.

Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, New York.

Macfie, H.J., Bratchell, N., Greenhof, K., and Vallis, L.V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, 4:129-148.

McCullagh, P. (1980). Regression models for ordinal data. *Journal of Royal Statistical Society B*, 42(2): 109-142.

Mason, D.D. and Koch, E.J. (1953). Some problems in the design and statistical analysis of taste tests. *Biometrics*, 5:39-46.

Land, D.G and Sheperd, R. (1988). *Scaling and Ranking Methods*. In *Sensory Analysis of Foods*, J.R. Figgot (ed.). Elsevier Applied Science, London.

Peryam, D.R. (1990). Sensory evaluation - the early days. *Food Technology*, 44:86-91.

Williams, E.J. (1949). Experimental design balance for the estimation of residual effects of treatments. *Australian Journal of Scientific Research*, 2: 149-164.