

Masalah Pelajar dalam Menamakan Sebatian-Sebatian Organik Berpolifungsi

REHAN BT. HAJI MOHD. NOR

Jabatan Kimia

Fakulti Sains Pengajian Alam Sekitar

Universiti Pertanian Malaysia

43400 UPM Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Perkataan-perkataan utama: Tatanama sebatian organik, mengajar tatanama, masalah pelajar dalam tatanama, menamakan sebatian organik berpolifungsi.

ABSTRAK

Satu kajian mengenai kegagalan pelajar di dalam menamakan sebatian-sebatian organik berpolifungsi dengan menggunakan sistem tatanama IUPAC dihuraiakan. Keberkesanan strategi pengajaran yang digunakan untuk menolong pelajar mendapat kemahiran dan keyakinan dalam menggunakan sistem tatanama ini juga dibincangkan.

ABSTRACT

An investigation of students' unsuccessful attempts in naming polyfunctional organic compounds using the IUPAC nomenclature is described. The effectiveness of the teaching strategies used to help students develop skill and confidence in using the systematic nomenclature is also discussed.

PENDAHULUAN

Perkataan yang jelas dan tepat adalah penting dalam menyampaikan idea dan maklumat bagi apa jua bidang. Salah satu aspeknya ialah bentuk istilah yang digunakan untuk mengenal pasti bahan dan juga konsep yang berkaitan dengan sesuatu bidang ilmu. Dalam bidang kimia, khususnya kimia organik, sesuatu bahan itu lazimnya disebutkan dengan menggunakan nama kimianya ataupun dituliskan dalam bentuk simbol kimia atau formula struktur. Menamakan sesuatu sebatian organik dengan jelas dan tepat adalah pendahuluan yang penting dalam perbincangan mengenai kelakuan kimianya. Sesuatu nama itu mestilah yang tidak meragukan dan mesti merujuk kepada satu sebatian sahaja.

Perkembangan dalam bidang kimia organik adalah pesat sekali. Bilangan sebatian baharu yang dilaporkan sudah tidak terkira. Nama biasa menimbulkan berbagai-bagai masalah. Oleh itu, dalam tahun 1892, satu sistem tatanama telah diperkenalkan. Sistem itu kemudiannya dihalusi dan diperkembangkan oleh *The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*.

Kekerapan berlakunya penulisan nama yang tidak betul bagi sebatian organik dalam laporan-laporan ilmiah (Mc Murray 1988) menggambarkan bahawa ramai lagi ahli kimia organik yang tidak

mahir dalam peraturan-peraturan tatanama organik. Keadaan ini mungkin lebih ketara di kalangan pelajar. Walau bagaimanapun, hidrokarbon biasa dan sebatian-sebatian monofungsi tidak menimbulkan masalah kepada pelajar dari segi tatanama kerana peraturan-peraturan asas untuk menamakan sebatian-sebatian ini mudah difahami dan tidak membebankan daya ingatan (Johnstone 1980).

Lazimnya, jika seseorang pelajar itu diberi beberapa sebatian monofungsi untuk dinamakan, dia boleh berbuat demikian dengan jayanya. Walau bagaimanapun, jika pelajar itu diberi satu sebatian yang mengandungi banyak kumpulan berfungsi (sebatian berpolifungsi) dia tidak lagi berasa yakin untuk menamakan sebatian itu.

Kajian Frazer (1982), Frazer dan Sleet (1984) dan Rehan (1988) menunjukkan bahawa sungguhpun seseorang itu mempunyai pengetahuan dan kemahiran asas, dia tidak semestinya dapat menyelesaikan satu masalah yang lebih besar. Dia memerlukan panduan dan pengalaman terlebih dahulu untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang masalah itu dan kemudian membina strategi untuk menyelesaikannya.

Tujuan kajian ini adalah untuk mengenal pasti pelajar-pelajar yang dapat menamakan sebatian-sebatian monofungsi dan untuk menentukan mengapa ada di antara mereka yang tidak dapat menamakan sebatian berpolifungsi yang mengandungi kumpulan-kumpulan berfungsi yang mereka sudah kenal.

KAEDAH

Struktur Sebatian Organik Berpolifungsi

Lima struktur sebatian organik berpolifungsi telah digunakan dalam kajian ini (Lampiran 1). Kelima-lima struktur itu mengandungi kumpulan-kumpulan berfungsi mudah yang pelajar-pelajar sering jumpai dalam latihan tentang tatanama.

Untuk mengetahui sama ada pelajar-pelajar mempunyai pengetahuan asas tentang tatanama IUPAC serta untuk menentukan yang mereka sudah kenal dan biasa dengan kumpulan-kumpulan berfungsi yang diberikan di dalam struktur A-E (Lampiran 1), setiap struktur itu dipecahkan kepada beberapa struktur sebatian monofungsi. Setiap struktur monofungsi ini pula ditunjukkan kepada pensyarah-pensyarah yang telah mengajar mereka tentang tatanama untuk menentukan yang pelajar-pelajar itu sepatutnya mempunyai pengetahuan asas yang diperlukan.

Sampel Kajian dan Kaedah Pengendalian Ujian

Kajian ini menumpukan perhatian kepada 274 orang pelajar yang mengikuti kursus kimia organik tahun pertama di peringkat Sarjana Muda di sebuah universiti tempatan. Kursus ini mengandungi tajuk-tajuk tentang sebatian-sebatian organik, dan tatanama adalah salah satu daripada aspek-aspek yang dibincangkan. Kesemua 274 orang pelajar itu telah diberikan ujian tentang tatanama sebatian-sebatian organik. Mereka dikehendaki menamakan kesemua struktur sebatian organik berpolifungsi dan monofungsi yang diberikan mengikut sistem

IUPAC. Pada dasarnya ujian itu dikendalikan mengikut kaedah yang dihuraikan oleh Frazer dan Sleet (1984) dan Rehan (1988). Langkah-langkah utamanya adalah seperti berikut:

- 1) Pelajar di berikan lima struktur sebatian berpolifungsi dan sebatian-sebatian monofungsi yang berkaitan. Mereka dikehendaki menuliskan nama sebatian itu dengan jelas pada ruang jawapan di kertas itu dengan menggunakan sistem tatanama IUPAC.
- 2) Selepas menuliskan nama bagi setiap struktur, pelajar dikehendaki menjawab soalan "Adakah anda pasti jawapan yang anda tuliskan itu betul?" Mereka dikehendaki memilih nombor 1 hingga 5 dan menandakannya untuk menunjukkan tahap keyakinan:

- 5 saya pasti jawapan itu betul
- 4 mungkin betul
- 3 tidak pasti sama ada betul atau tidak
- 2 mungkin salah
- 1 saya pasti jawapan itu salah

Jangka masa yang patut diberikan untuk menuliskan jawapan telah dianggarkan mengikut pengalaman dan mengikut pemerhatian yang dibuat daripada kajian rintis yang melibatkan tiga puluh lima pelajar tahun kedua program Sarjana Muda Sains. Daripada perbualan dengan sebilangan besar pelajar selepas ujian sebenarnya diberikan, kesuntukan masa bukanlah satu faktor besar dalam kajian ini. Pengelasan pelajar adalah berdasarkan jawapan yang diterima dan yang dianalisiskan mengikut kaedah Ashmore *et al.* (1979).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan keputusan dan ujian awal yang dijalankan, 274 orang pelajar itu dibahagikan



JADUAL 1
Kumpulan Pelajar Berasaskan Keputusan
Ujian Awal (n = 274)

Struktur	KUMPULAN I (Berjaya)	KUMPULAN II	KUMPULAN III (Tidak Berjaya)	KUMPULAN IV
A	25(9%)	0(0%)	202(74%)	47(17%)
B	20(7%)	15(5%)	169(62%)	70(26%)
C	5(2%)	3(1%)	142(52%)	124(45%)
D	4(2%)	2(1%)	152(55%)	116(42%)
E	3(1%)	0(0%)	141(51%)	130(48%)

Catatan: Sejumlah 133 pelajar dalam Kumpulan III gagal menuliskan kelima-lima struktur dengan betul.

kepada empat kumpulan (Rajah I) dan bilangan pelajar dalam empat kumpulan itu ditunjukkan dalam Jadual 1.

Pelajar-pelajar dalam *Kumpulan I* dikelaskan sebagai pelajar yang *berjaya* dan yang dalam *Kumpulan III* sebagai yang *tidak berjaya*. Kemungkinan terdapatnya pelajar dalam *Kumpulan II* sudah dijangka. Mereka ini mungkin telah membuat kesilapan tidak sengaja dalam menamakan sebatian-sebatian monofungsi ataupun mungkin telah pernah melihat nama sebatian berpolifungsi berkenaan dan mengingatkannya tanpa mengetahui kaedah sebenar untuk mendapatkan nama tersebut. Pelajar dalam *Kumpulan IV* pula tidak mempunyai asas sebagaimana diharapkan. Jadi kajian ini menumpukan perhatian kepada hanya *Kumpulan I* dan *Kumpulan III*, iaitu kepada pelajar yang sudah mahir dalam tatanama sebatian-sebatian organik monofungsi. *Kumpulan I* yang *berjaya* terdiri daripada sebilangan kecil pelajar sahaja. Di antara mereka ini pula, tidak ada sesiapa pun yang menandakan nombor '5' iaitu yang pasti jawapannya betul (Jadual 2).

Perasaan kurang yakin ini lebih ketara lagi di kalangan pelajar yang *tidak berjaya* (Jadual 3). Hampir 100% tidak pasti jawapan yang mereka telah berikan adalah betul.

KAEDAH TAMBAHAN (TEMU BUAL) DAN HASILNYA

Untuk membantu mengetahui dengan lebih jelas lagi kebolehan pelajar yang *berjaya* dan kegagalan pelajar yang *tidak berjaya* menamakan sebatian-sebatian berpolifungsi, satu temubual ringkas telah diadakan. Hanya lima pelajar yang *berjaya* menamakan struktur A dalam ujian awal dan sepuluh orang yang *tidak berjaya* menuliskan struktur itu telah dipilih secara rawak. Temu bual ini dilakukan sebelum panduan tatanama sebatian-sebatian organik berpolifungsi diberi, iaitu sebaik sahaja selepas ujian awal diadakan, dan dirakamkan pada pita rakaman. Semasa temu bual, empat soalan seperti dalam Jadual 4 dikemukakan. Bagi soalan 1 dan soalan 4, pelajar ditunjukkan kad yang mengandungi sepuluh perkataan (Jadual 5). Pelajar disuruh memilih satu perkataan yang boleh menggambarkan perasaannya. Jika tidak ada perkataan daripada senarai itu yang menepati perasaannya, pelajar boleh menyatakannya sendiri.

Hasil daripada temu bual ini selari dengan keputusan ujian awal. Sungguhpun mendapat jawapan yang betul, pelajar yang *berjaya* menyatakan bahawa mereka kurang yakin dengan jawapan yang mereka tuliskan itu (Jadual 4, Soalan 1). Mereka pernah melihat nama struktur yang

JADUAL 2
Darjah keyakinan pelajar yang *berjaya* (Ujian Awal)

Struktur	Bilangan pelajar mengikut darjah keyakinan					Jumlah
	5	4	3	2	1	
A	0(0%)	2 (8%)	20(80%)	2(8%)	1(4%)	25
B	0(0%)	2(10%)	16(80%)	2(10%)	0(0%)	20
C	0(0%)	1(20%)	2(40%)	1(20%)	1(4%)	5
D	0(0%)	1(25%)	2(50%)	1(25%)	0(0%)	4
E	0(0%)	1(33.3%)	1(33.3%)	1(33.3%)	0(0%)	3

JADUAL 3
Darjah keyakinan pelajar-pelajar yang
tidak berjaya (Ujian Awal)

Struktur	Bilangan pelajar mengikut darjah keyakinan					Jumlah
	5	4	3	2	1	
A	0(0%)	5(3%)	162(80%)	25(12%)	10 (5%)	202
B	0(0%)	4(2%)	114(67%)	41(24%)	11 (7%)	170
C	0(0%)	0(0%)	77(54%)	53(37%)	12 (9%)	142
D	0(0%)	0(0%)	62(41%)	75(49%)	15(10%)	152
E	0(0%)	0(0%)	18(13%)	95(67%)	28(20%)	141

serupa (Soalan 2), tetapi mereka tidak pasti tentang pendekatan dan langkah-langkah untuk mendapatkan nama berkenaan (Soalan 3). Walau bagaimanapun mereka telah mencuba seberapa yang boleh untuk menuliskan nama itu, tetapi masih berasa tidak puas hati dengannya (Soalan 4). Pelajar-pelajar yang *tidak berjaya* pula telah menyatakan bahawa mereka tidak tahu langsung tentang pendekatan yang mereka patut gunakan untuk mendapatkan nama bagi sebatian-sebatian berpolifungsi itu, berasa hampa kerana gagal melakukannya.

**PANDUAN TATANAMA SEBATIAN
BERPOLIFUNSI**

Kumpulan pelajar (133 orang kesemuanya) yang *tidak berjaya* menuliskan kesemua struktur (A hingga E) dibahagikan dua secara rawak. Setengah daripadanya (67 orang) diberikan panduan serta latihan tentang tatanama sebatian-sebatian berpolifungsi dan setengah (66 orang) lagi itu digunakan sebagai kumpulan bandingan.* Kedua-dua kumpulan itu diuji semula dengan 5 struktur yang sama.

JADUAL 4
Soalan yang ditanya semasa temubual

1. Apakah perasaan anda apabila melihat struktur ini? (Struktur sebatian berpolifungsi berkenaan ditunjukkan kepada pelajar bersama sekeping kad yang mengandungi Jadual 5.)
2. Pernahkah anda melihat struktur ini bersekali dengan nama IUPACnya?
3. Sebelum anda mula menuliskan nama struktur itu, adakah anda jelas dengan langkah-langkahnya? Ceritakan bagaimana anda tuliskan nama itu.
4. Setelah anda menuliskan nama bagi struktur ini, apakah perasaan anda? (Jadual 5 ditunjukkan lagi kepada pelajar).

Mereka juga diminta menandakan nombor untuk menunjukkan rasa keyakinan selepas menuliskan jawapan.

Keputusan ujian selepas diberikan panduan dan latihan dalam empat sesi, tiap-tiap satunya selama empat jam, menggambarkan bahawa kelemahan dan kegagalan pelajar yang *tidak berjaya* itu bukanlah sukar untuk diatasi. Mereka telah menunjukkan pencapaian yang menggalakkan (Jadual 6) dan didapati lebih yakin dengan jawapan masing-masing (Jadual 7). Ujian McNemar (Lampiran 2) menunjukkan bahawa peningkatan darjah keyakinan pelajar setelah diberikan panduan tersebut adalah bererti pada aras keertian (α) 0.05.

Pencapaian pelajar yang *tidak berjaya* diberikan panduan dan latihan secara formal (kumpulan bandingan) adalah kurang memuaskan (Jadual

JADUAL 5
Perkataan-perkataan pada kad temubual

Yakin	Kurang yakin
Lega	Cemas
Puas hati	Tidak puas hati
Gembira	Hampa
Berjaya	Tidak tahu langsung

JADUAL 6
Pencapaian pelajar yang *tidak berjaya* setelah diberikan panduan ("ujian selepas") (n = 67)

Struktur	Nama sebatian berpolifungsi	
	Betul (%)	Salah (%)
A	49(73%)	18(27%)
B	48(72%)	19(28%)
C	35(52%)	32(48%)
D	34(51%)	33(49%)
E	30(45%)	37(55%)

*Panduan dalam bentuk modul untuk menamakan sebatian-sebatian organik berpolifungsi boleh didapati daripada penulis.

8). Bagi setiap struktur A-E, ujian $-\chi^2$ (Lampiran 2) menunjukkan perbezaan pencapaian yang bererti dalam "ujian selepas" di antara kumpulan yang diberikan panduan dan yang tidak diberikan panduan pada aras keertian (α)0.05. Sungguhpun

JADUAL 7

Keyakinan pelajar yang *tidak berjaya* sebelum dan selepas diberikan panduan

Struktur	Bilangan (%) pelajar			
	Sebelum		Selepas	
	Yakin ^a	Tidak yakin ^b	Yakin ^a	Tidak Yakin ^b
A	3(4%)	64(96%)	52(78%)	15(22%)
B	2(3%)	65(97%)	50(75%)	17(25%)
C	0(0%)	67(100%)	39(58%)	28(42%)
D	0(0%)	67(100%)	30(45%)	37(55%)
E	0(0%)	67(100%)	27(40%)	40(60%)

a"Yakin" merujuk kepada darjah keyakinan 5 dan 4

b"Tidak yakin" merujuk kepada darjah keyakinan 3, 2, dan 1

JADUAL 8

Pencapaian pelajar dari kumpulan bandingan ("Ujian selepas") (n=66)

Struktur	Nama sebatian berpolifungsi	
	Betul (%)	Salah(%)
A	10(15%)	56(85%)
B	11(17%)	55(83%)
C	2 (3%)	64(97%)
D	1 (2%)	65(98%)
E	1 (2%)	65(98%)

JADUAL 9

Keyakinan pelajar dari kumpulan bandingan (n = 66)

Struktur	Bilangan (%) pelajar			
	Ujian awal		'Ujian selepas'	
	Yakin ^a	Tidak Yakin ^b	Yakin ^a	Tidak Yakin ^b
A	1(2%)	65 (98%)	5 (8%)	61(92%)
B	1(2%)	65 (98%)	8(12%)	58(88%)
C	0(0%)	66(100%)	3 (5%)	63(95%)
D	0(0%)	66(100%)	2 (3%)	64(97%)
E	0(0%)	66(100%)	1 (2%)	65(98%)

a "Yakin" merujuk kepada darjah keyakinan 5 dan 4

b "Tidak yakin" merujuk kepada darjah keyakinan 3, 2, dan 1

pencapaian kumpulan pelajar yang tidak diberikan panduan itu meningkat sedikit, mereka masih lagi tidak yakin dengan jawapan mereka (Jadual 9). Peningkatan itu mungkin hanya disebabkan sudah biasa dengan struktur-struktur berkaitan. Ujian $-\chi^2$ menunjukkan bahawa tiada peningkatan dari segi tahap pencapaian pada aras keertian (α)0.05.

KESIMPULAN

Daripada keputusan kajian ini nyatalah bahawa ramai pelajar dapat menamakan sebatian monofungsi, tetapi sebilangan besarnya tidak dapat menamakan sebatian berpolifungsi yang mengandungi kumpulan-kumpulan yang mereka sudah kenal. Mereka didapati tidak pasti tentang pendekatan dan kaedah yang perlu digunakan untuk menamakan sebatian-sebatian itu.

Oleh sebab tatanama sebatian-sebatian organik adalah salah satu daripada tajuk-tajuk utama dalam kursus kimia organik tahun pertama di peringkat Sarjana Muda, pelajar-pelajar seharusnya diberikan panduan bukan sahaja untuk menamakan sebatian-sebatian monofungsi tetapi juga yang berpolifungsi. Dalam kursus-kursus kimia organik yang lebih tinggi, bahagian tatanama mungkin tidak ditekankan lagi dan dengan itu pelajar tahun dua dan seterusnya tidak mendapat pengalaman dan kemahiran yang cukup. Hanya pelajar yang mempunyai inisiatif akan meneliti sendiri kaedahnya apabila bertemu dengan struktur-struktur yang kompleks walaupun mereka mungkin tidak akan berasa yakin dengan nama sebatian yang mereka cuba dapatkan kerana kelemahan asas itu.

Hasil kajian ini adalah selari dengan penemuan kajian-kajian oleh Frazer and Sleet (1984) dan Rehan (1988) yang menunjukkan bahawa pengetahuan asas sahaja tidak dapat menjamin kebolehan pelajar dalam menyelesaikan masalah yang lebih rumit. Pada peringkat awal sesuatu program pengajian, pelajar perlu diberikan panduan asas atau strategi tentang cara menggunakan maklumat yang sedia ada untuk menyelesaikan sesuatu masalah, supaya ia boleh membina sendiri pendekatan yang bersistem untuk menyelesaikan masalah-masalah lain yang lebih kompleks. Pelajar juga perlu diberikan latihan yang cukup dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan panduan yang diberikan itu. Dengan mengamalkan cara bersistem, pelajar mendapat gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana sesuatu masalah itu diselesaikan. Pengalaman akan menimbulkan keyakinan, dan daripada kedua-duanya itu lahirlah kemahiran.

RUJUKAN

ASHMORE A.D., M.J. FRAZER and R.J. CASEY. 1979. Problem Solving and Problem Solving Networks in Chemistry. *J. Chem. Educ.* **56**: 377-379.

FRAZER, M.J. 1982. Nyholm Lecture: Solving Chemical Problems. *Chem. Soc. Rev.* **11**: 172-190.

FRAZER, M.J. and R.J. SLEET. 1984. A Study of Students' Attempts to Solve Chemical Problems. *Eur. J. Sc. Educ.* **6**: 141-152.

JOHNSTONE, A.H. 1980. Nyholm Lecture: Chemical Education Research: Facts, Findings and Consequences. *Chem. Soc. Rev.* **9**: 365-380.

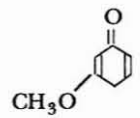
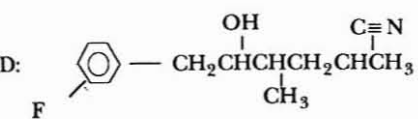

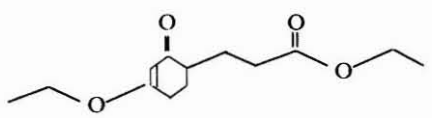

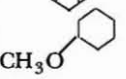

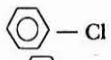
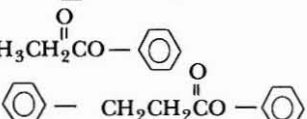
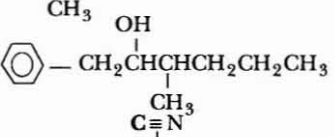


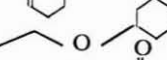
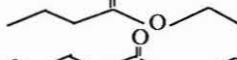

McMURRAY, J. 1988. *Organic Chemistry*. 2nd edn. Brooks/Cole Publishing Company.

REHAN, H.M.N. 1988. A Systematic Approach to Solving Problems in Structure Analysis. *Pertanika* **11(2)**: 261-271.

(Terima 16 Julai 1990)

LAMPIRAN 1

Struktur sebatian-sebatian organik yang digunakan dalam ujian.

Struktur sebatian berpolifungsi	Struktur sebatian monofungsi
A: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{Cl}$	A1: HOCH_2CH_3
B: 	A2: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
C: $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$	A3: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
D: 	B1: 
E: 	B2: 
	B3: 
	Cl: $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
	C2: 
	C3: 
	C4: $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
	C5: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4$
	C6: 
	D1: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
	D2: 
	D3: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}\equiv\text{N})\text{CH}_3$
	D4: $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
	E1: 
	E2: 
	E3: 
	E4: 
	E5: 

LAMPIRAN 2

Ujian- χ^2

Untuk menunjukkan perbezaan pencapaian dalam "ujian selepas" di antara kumpulan yang diberikan panduan tatanama sebatian-sebatian berpolifungsi dan yang tidak diberikan panduan, jadual kontingensi 2x2 digunakan

Bagi struktur A:

Daripada Jadual 6 dan 8 (muka surat 100 dan 101), jadual kontingensi 2x2 ialah:

	Betul	Salah	Jumlah
Diberi panduan	49	18	67
Tanpa panduan	10	56	66
	59	74	133

$$\text{Statistik ujian, } T_A = \frac{133(|49 \times 56 - 18 \times 10| - 133/2)^2}{67 \times 66 \times 59 \times 74}$$

$$= 43$$

Bagi struktur B, $T_B = 38$

C, $T_C = 27$

D, $T_D = 39$

E, $T_E = 32$

Dengan ini terdapat bukti yang cukup untuk menafikan tiada perbezaan pencapaian diantara dua kumpulan yang diuji itu. Oleh itu, bagi kesemua struktur (A-E) pencapaian kumpulan yang diberikan panduan tatanama adalah lebih baik. Perbezaan itu bererti pada aras keertian 0.05.

Ujian McNemar

Untuk menunjukkan peningkatan dari segi keyakinan di kalangan pelajar yang diberikan panduan tatanama sebatian-sebatian berpolifungsi, Ujian McNemar digunakan.

Bagi struktur A:

Daripada Jadual 7 (muka surat 101), jadual kontingensi 2x2 ialah:

		Selepas panduan (n = 67)		
		Yakin	Tidak Yakin	
sebelum panduan	Yakin	3	0	3
	Tidak Yakin	49	15	64
		52	15	67

$$\text{Statistik ujian, } T_A = \frac{(|0 - 49| - 1)^2}{49}$$

$$= 47$$

Bagi struktur B, $T_B = 46$

C, $T_C = 37$

D, $T_D = 28$

E, $T_E = 25$

Dengan ini terdapatnya bukti yang cukup untuk menafikan tiada perbezaan pencapaian di antara dua kumpulan yang diuji itu. Oleh itu, bagi kelima-lima struktur (A-E) keyakinan pelajar yang diberikan panduan didapati meningkat dan peningkatan keyakinan itu adalah bererti pada aras keertian α 0.05.