

Perbandingan Nilai Fraksi pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^k dengan Metode Bissell dan Aplikasinya pada Kasus Perkecambahan Kacang Hijau

Irawaty¹, Anisa¹, Erna Tri Herdiani¹

Abstrak

Rancangan Faktorial Fraksional (FF) digunakan untuk menurunkan jumlah kombinasi perlakuan yang besar dengan cara menentukan fraksi yang sesuai dan terbaik untuk mendapatkan struktur rancangan yang tepat. Pada tulisan ini bertujuan untuk menentukan bentuk rancangan FF 2^k dan fraksi yang terbaik yang melibatkan 5 faktor 2 level yang diterapkan pada data perkecambahan kacang hijau yang merupakan data primer. Adapun faktor yang dicobakan yaitu Media Tumbuh, Cahaya, Frekuensi Penyiraman, Volume Penyiraman (ml) dan Suhu Ruangan. Untuk menentukan suatu faktor signifikan atau tidak dalam rancangan FF tanpa pengulangan pada percobaan tersebut dapat digunakan metode Bissell sehingga diperoleh faktor yang signifikan yaitu faktor Cahaya dan fraksi yang terbaik adalah fraksi $\frac{1}{4}$.

Kata Kunci: Faktorial fraksional dua-level, metode Bissell.

1. Pendahuluan

Dalam suatu percobaan yang dilakukan oleh peneliti seringkali melibatkan k buah faktor dimana masing-masing faktor terdiri atas dua buah taraf, hal ini disebut rancangan faktorial 2^k (Sauddin, 2006). Namun, jika melibatkan k faktor dengan jumlah yang besar maka akan menyebabkan jumlah kombinasi perlakuan yang besar pula sehingga percobaan tidak ekonomis dan efisien untuk dilakukan. Untuk menurunkan jumlah kombinasi perlakuan sampai setengah ($\frac{1}{2}$), seperempat ($\frac{1}{4}$) dan seperdelapan ($\frac{1}{8}$), maka digunakan rancangan faktorial fraksional. Rancangan Faktorial Fraksional diperkenalkan oleh Tippett pada tahun 1934.

Dalam rancangan faktorial fraksional 2^k untuk pengamatan tanpa pengulangan, tidak terdapat derajat bebas untuk mengestimasi varians sehingga tidak ada *error* dalam setiap perlakuan sehingga sulitnya melakukan interpretasi terhadap pengaruh (efek) yang dimungkinkan berpengaruh. Untuk membandingkan fraksi yang terbaik dan menaksir pengaruh faktor yang signifikan dari rancangan faktorial fraksional 2^k tanpa pengulangan telah dikemukakan beberapa metode, yaitu (1) metode Lenth tahun 1989, (2) metode Fang tahun 1993, dan (3) metode Bissell pada tahun 1989 dan 1992.

¹ Jurusan Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin, email: iraeritryna@gmail.com, nkalondeng@gmail.com, herdiani.erna@gmail.com

Adapun tujuan penulisan ini adalah untuk menentukan bentuk dari faktorial fraksional 2^k dengan beberapa fraksi yang bisa dilakukan serta menentukan fraksi terbaik dengan metode Bissell yang diterapkan pada data yang digunakan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Beberapa Pengertian Dasar pada Rancangan Faktorial Fraksional

Dasar- dasar Percobaan

Percobaan adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk menemukan beberapa prinsip atau pengaruh yang tidak atau belum diketahui atau untuk menguji, menguatkan, atau menjelaskan beberapa pendapat atau kebenaran yang diketahui atau diduga sebelumnya [6] dimana prinsip dasar percobaan yaitu pengulangan (*replication*), pengacakan (*randomization*), dan pengendalian lingkungan (*local control*).

Rancangan Faktorial

Rancangan faktorial adalah kombinasi silang antar taraf dari dua atau lebih faktor. Pada rancangan faktorial 2^k , banyaknya taraf yaitu 2 ditulis sebagai bilangan pokok, sedangkan banyaknya faktor, yaitu k , ditulis sebagai pangkat, sehingga menghasilkan 2^k kombinasi perlakuan, dengan $k = 1, 2, 3, \dots$

Bentuk umum dari rancangan faktorial 2^k terdiri atas $\binom{k}{1}$ pengaruh utama, $\binom{k}{2}$ interaksi 2 faktor, $\binom{k}{3}$ interaksi 3 faktor, ... $\binom{k}{k}$ interaksi k factor.

Rancangan Faktorial Fraksional

Rancangan faktorial fraksional digunakan untuk menurunkan jumlah kombinasi perlakuan yang besar. Tujuan utama dari rancangan factorial fraksional adalah untuk *Screening experiments*, yakni pada percobaan ini ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan dan tujuannya untuk mengidentifikasi faktor-faktor (jika ada) yang mempunyai pengaruh (efek) besar baru kemudian dilanjutkan ke percobaan berikutnya untuk meneliti lebih detail terhadap faktor-faktor yang pengaruhnya besar tersebut.

Rancangan Faktorial Fraksional Dua-Level

Rancangan faktorial fraksional dua – level dinotasikan dengan 2^{k-p} yang artinya melibatkan k faktor, dua taraf, dan hanya menggunakan $1/2^p$, 2^{-p} fraksi atau mengerjakan hanya sebagian dari percobaan faktorial lengkap. Dengan jumlah faktor dan fraksi tertentu maka terbentuk struktur rancangan berbed yang ditentukan oleh generator (*generating relations*), *defining relation*, dan alias (*aliases*). Fraksi yang dapat digunakan pada rancangan FF dua – level adalah fraksi $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{8}$ dari rancangan 2^k .

Rancangan Resolusi Fraksional Faktorial 2^k

Menurut Montgomery (2001), rancangan faktorial fraksional dibagi dalam beberapa jenis berdasarkan resolusinya yaitu rancangan resolusi III, rancangan resolusi IV dan rancangan resolusi V.

Model Linear Rancangan Faktorial Fraksional

Diberikan variabel respon y yang pengamatannya dilakukan tanpa pengulangan untuk tiap kombinasi perlakuan, dan x_1, x_2, \dots, x_k variabel input yang berkaitan dengan faktor independen yang digambarkan dalam persamaan berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

dimana :

y = variabel terikat ;

x_1, x_2, \dots, x_k = variabel bebas ;

β_0 = konstanta ;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ = variabel bebas ;

ϵ = *error* atau faktor pengganggu

Penggunaan Metode Bissell pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^k

Hipotesis yang akan diuji adalah $H_0 : \beta_i = 0$ dan $H_1 : \beta_i \neq 0$; dimana $i = 1, 2, 3, \dots, k$. Untuk menguji hipotesis tersebut digunakan statistik uji Bissell berdistribusi chi kuadrat, yaitu :

$$B_k = \frac{(k-1)v}{2} (s/m)^2 \sim \chi_{k-1}^2$$

Untuk menentukan apakah suatu faktor signifikan atau tidak, maka diuji hipotesis dengan kriteria H_0 ditolak jika $(B_k < \chi_{\alpha/2; k-1}^2 | H_0)$ atau $P(B_k > \chi_{1-\alpha/2; k-1}^2 | H_0)$.

2.2. Perkecambahan Biji Kacang Hijau

Perkecambahan adalah proses pertumbuhan embrio dan komponen-komponen biji yang mempunyai kemampuan untuk menjadi tumbuhan baru. Ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, dalam tulisan ini fokus pada tanaman kecambah kacang hijau, yaitu sebagai berikut.

1. Faktor Eksternal:**a. Suhu**

Keberadaan suhu erat hubungannya dengan kerja enzim. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, enzim akan rusak.

b. Makanan

Makanan merupakan sumber energi dan sumber materi untuk mensintesis berbagai komponen sel. Nutrien yang dibutuhkan tumbuhan bukan hanya karbon dioksida dan air, tetapi juga unsur-unsur lainnya.

c. Air

Air berfungsi antara lain untuk fotosintesis, menjaga kelembapan, dan membantu perkecambahan biji. Tanpa air, reaksi kimia dalam sel tidak dapat berlangsung sehingga mengakibatkan tumbuhan mati.

- d. Cahaya
Tumbuhan membutuhkan cahaya. Banyaknya cahaya yang dibutuhkan tidak selalu sama pada setiap tumbuhan. Umumnya, cahaya menghambat pertumbuhan meninggi karena cahaya dapat menguraikan auksin (suatu hormon pertumbuhan).
- e. Kelembapan
Pengaruh kelembapan udara berbeda-beda terhadap berbagai pertumbuhan. Tanah dan udara yang lembap berpengaruh baik bagi pertumbuhan.
- f. Unsur Hara
Pertumbuhan juga dipengaruhi oleh unsur hara, misalnya nitrogen, fosfor, kalium, sulfur, kalsium, magnesium, besi, boron, mangan, tembaga, seng, molibdenum, klorin, dan nikel.

2. Faktor Internal:

- a. Hormon
Hormon adalah substansi kimia yang sangat aktif dan tersusun atas senyawa protein. Hormon tumbuhan yang mempengaruhi proses pertumbuhan antara lain, auksin, giberelin, sitokinin, kalin (rizokalin, kaulokalin, filokalin, antokalin), gas etilen, asam absisat, dan froligen.
- b. Gen
Gen merupakan sifat yang tidak tampak dari luar, terdapat di dalam setiap kromosom yang ada di dalam inti sel [5].

3. Pembahasan

3.1. Penggunaan Rancangan Faktorial Fraksional (FF)

Penggunaan rancangan FF muncul karena keterbatasan dalam melakukan rancangan faktorial lengkap dan kesulitan dalam menginterpretasikan pengaruh interaksi orde tinggi (interaksi yang memuat lebih dari tiga faktor). Rancangan ini dapat dilakukan jika mengasumsikan bahwa pengaruh faktor interaksi orde tinggi (interaksi yang memuat lebih dari tiga faktor) dianggap tidak mempunyai pengaruh yang kurang penting dalam analisis dan dapat diabaikan sehingga lebih mengutamakan pengaruh faktor utama dan pengaruh interaksi orde rendah (interaksi yang memuat dua faktor).

3.2. Pembentukan dan Pemilihan Struktur Rancangan FF 2^{k-p}

Struktur rancangan dibentuk oleh generator, *defining relation*, alias dan resolusi yang digunakan. Rancangan 2^{k-p} memiliki p generator bebas yang membentuk *defining relation*. Struktur *generator* yang berbeda akan menghasilkan struktur *alias* yang berbeda, hal ini akan berpengaruh pada pengaruh faktor yang dianalisis. Ada dua jenis pemilihan struktur rancangan

yaitu (1) Pemilihan struktur rancangan berdasarkan kriteria terbaik, (2) Pemilihan struktur rancangan berdasarkan pengaruh faktor tertentu yang ingin diduga.

Pembentukan Struktur Rancangan dengan Fraksi $\frac{1}{2}$ dari rancangan 2^k

Fraksi $\frac{1}{2}$ hanya melakukan sebagian atau setengah saja dari faktorial penuh, fraksi ini dinotasikan dengan 2^{k-1} . Misalkan dalam rancangan faktorial 2^5 , yang melibatkan 5 faktor A, B, C, D dan E dimana masing-masing faktor bertaraf dua yaitu taraf tinggi (+) dan rendah (-). Dengan menggunakan fraksi $\frac{1}{2}$ berarti hanya 16 kombinasi perlakuan yang akan dicobakan.

Untuk mendapatkan struktur rancangan yang terbaik maka akan ditentukan (1) *Generator* yang merupakan interaksi faktor ABCDE sehingga membentuk, (2) *Defining relation* dimana melibatkan semua faktor yang dicobakan yaitu $I = ABCDE$ sehingga menghasilkan faktor – faktor yang ber-*alias* dan dapat menduga pengaruh faktor yang penting, (3) *Rancangan resolusi* dari 2^{5-1} mencapai resolusi V dengan *defining relation* $I = ABCDE$, karena *defining relation* dari rancangan ini terdiri dari 5 huruf.

Untuk mendapatkan struktur *alias* dapat ditentukan dengan cara mengalikan suatu pengaruh dengan *defining relation*, sehingga diperoleh pengaruh faktor utama dan interaksi dua faktor sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= A \cdot I = A \cdot ABCDE = A^2BCDE = BCDE \\ B &= B \cdot I = B \cdot ABCDE = AB^2CDE = ACDE \\ &\vdots \\ E &= E \cdot I = E \cdot ABCDE = ABCDE^2 = ABCD \end{aligned}$$

Pengaruh interaksi dua faktor :

$$\begin{aligned} AB &= A \cdot B \cdot I = AB \cdot ABCDE = A^2B^2CDE = CDE \\ AC &= A \cdot C \cdot I = AC \cdot ABCDE = A^2BC^2DE = BDE \\ &\vdots \\ DE &= D \cdot E \cdot I = DE \cdot ABCDE = ABCD^2E^2 = ABC \end{aligned}$$

Dari struktur alias dapat ditentukan kombinasi perlakuan yang akan dicobakan dan pengaruh faktor yang akan ditaksir yaitu pengaruh faktor utama dan interaksi dua faktor. Adapun kombinasi perlakuan yang terpilih dari 32 kombinasi perlakuan lengkap, sebagai berikut.

Run	Rancangan Dasar				E = ABCD	Kombinasi perlakuan
	A	B	C	D		
1	+	-	-	-	-	<i>a</i>
2	-	+	-	-	-	<i>b</i>
3	-	-	+	-	-	<i>c</i>
4	-	-	-	+	-	<i>d</i>
5	-	-	-	-	+	<i>e</i>
6	+	+	+	-	-	<i>abc</i>
7	+	+	-	+	-	<i>abd</i>
8	+	-	+	+	-	<i>acd</i>
9	-	+	+	+	-	<i>bcd</i>
10	+	+	-	-	+	<i>abe</i>
11	+	-	+	-	+	<i>ace</i>
12	-	+	+	-	+	<i>bce</i>
13	+	-	-	+	+	<i>ade</i>
14	-	+	-	+	+	<i>bde</i>
15	-	-	+	+	+	<i>cde</i>
16	+	+	+	+	+	<i>abcde</i>

Untuk menduga (estimasi) pengaruh faktor, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\widehat{\ell}_i = \frac{2 (\text{Kontras}_i)}{N} \quad (1)$$

dimana N adalah banyaknya kombinasi perlakuan yang terpilih. Sehingga diperoleh taksiran pengaruh utama dan interaksi dua faktornya sebagai berikut

$$\begin{aligned} \widehat{\ell}_A &= \frac{2}{16} (a - b - c - d - e + abc + abd + acd - bcd + abe + ace - bce + ade - bde - cde + abcde) \\ &\quad \vdots \\ \widehat{\ell}_E &= \frac{1}{8} (-a - b - c - d + e - abc - abd - acd - bcd + abe + ace + bce + ade + bde + cde + abcde) \\ &\quad \vdots \\ \widehat{\ell}_{AB} &= \frac{1}{8} (-a - b + c + d + e + abc + abd - acd - bcd + abe - ace - bce - ade - bde + cde + abcde) \\ &\quad \vdots \\ \widehat{\ell}_{DE} &= \frac{1}{8} (a + b + c - d - e + abc - abd - acd - bcd - abe - ace - bce + ade + bde \\ &\quad + cde + abcde) \end{aligned}$$

Pembentukan Struktur Rancangan dengan Fraksi $\frac{1}{4}$ dari Rancangan 2^k

Rancangan dengan fraksi $\frac{1}{4}$ dari rancangan 2^k yang dinotasikan 2^{k-2} , memiliki dua generator untuk membentuk *defining relation* dan *generalized defining relation*. Misalkan dipilih generator P dan Q maka akan terbentuk $I = P = Q = PQ$. Alias dari berbagai pengaruh faktor dapat diperoleh dengan cara mengalikan pengaruh tersebut dengan P , Q dan PQ sehingga setiap pengaruh memiliki 3 alias. Sebagai contoh pada rancangan faktorial 2^5 yang akan menghasilkan 8 kombinasi perlakuan. Dengan memilih $I = ABD$ sebagai P dan $I = ACE$ sebagai Q , maka

interaksi dari generator P dan Q adalah : $PQ = ABD \cdot ACE = A^2BCDE = BCDE$ sehingga *defining relation* dari rancangan ini ialah $I = ABD = ACE = BCDE$.

Dalam pembentukan generator, ada dua syarat yang harus dipenuhi agar mengurangi banyaknya kemungkinan generator yang mungkin dibentuk yaitu: (1) tidak membentuk generator dengan hanya satu huruf yang membentuk *defining relation*, (2) tidak membentuk generator kedua yang melibatkan faktor pada generator pertama. Setelah diperoleh *defining relation* yang tepat maka dapat ditentukan struktur aliasnya sebagai berikut.

Pengaruh	A L I A S		
I	ABD	ACE	BCDE
A	BD	CE	ABCDE
B	AD	ABCE	CDE
C	ABCD	AE	BDE
D	AB	ACDE	BCE
E	ABDE	AC	BCD
AB	ACD	ABE	DE
AC	ABC	ADE	BE

Adapun kombinasi perlakuan yang terpilih dari 32 kombinasi perlakuan lengkap adalah :

Run	Rancangan Dasar				E = AC	Kombinasi Perlakuan
	A	B	C	D		
1	+	-	-	-	-	<i>a</i>
2	-	+	+	-	-	<i>bc</i>
3	-	-	+	+	-	<i>cd</i>
4	-	+	-	-	+	<i>be</i>
5	-	-	-	+	+	<i>de</i>
6	+	+	-	+	-	<i>abd</i>
7	+	-	+	-	+	<i>ace</i>
8	+	+	+	+	+	<i>abcde</i>

Dari kombinasi perlakuan yang terpilih, selanjutnya akan ditentukan taksiran dari pengaruh faktor utama dan interaksi dua faktor dengan tetap menggunakan persamaan (1) seperti berikut ini :

$$\widehat{\ell}_A = \frac{2}{8} (a - bc - cd - be - de + abd + ace + abcde)$$

⋮

$$\widehat{\ell}_E = \frac{1}{4} (-a - bc - cd + be + de - abd + ace + abcde)$$

$$\widehat{\ell}_{BC} = \frac{1}{4} (a + bc - cd - be + de - abd - ace + abcde)$$

$$\widehat{\ell}_{CD} = \frac{1}{4} (a - bc + cd + be - de - abd - ace + abcde)$$

Penggunaan Metode Bissell pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^{k-p}

Metode Bissell adalah metode yang digunakan untuk menduga pengaruh faktor yang signifikan dari rancangan faktorial fraksional 2^{k-p} tanpa pengulangan. Diberikan k faktor $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$ sebagai pengaruh faktor dan $R_1, R_2, R_3, \dots, R_k$ rata-rata kuadrat dengan derajat bebas v . Diketahui $\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2 \sim \chi_k^2$ berdistribusi chi-kuadrat dan rata-rata kuadrat masing-masing faktor $R = \frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{v}$ sehingga diperoleh ekspektasinya $E(R) = \sigma^2$ dan varians $Var(R) = \frac{2(\sigma^2)^2}{v}$. Jika m didefinisikan sebagai faktor skala dari distribusi chi-kuadrat, maka :

$$Var(R) = \frac{2m^2}{v} \quad (2)$$

dan jika s^2 merupakan penaksir variansi dari sampel, maka :

$$\frac{(k-1)s^2}{\sigma^2} \sim \chi_{k-1}^2 \quad (3)$$

Dari persamaan (2) dan (3) diperoleh $\frac{(k-1)v}{2} \left(\frac{s}{m}\right)^2$, selanjutnya hasil tersebut dinyatakan sebagai nilai dari statistik Bissell yaitu :

$$B_k = \frac{(k-1)v}{2} \left(\frac{s}{m}\right)^2 \sim \chi_{k-1}^2 \quad (4)$$

Selanjutnya, untuk menentukan suatu faktor signifikan atau tidak maka diuji hipotesis dengan kriteria H_0 ditolak jika $(B_k < \chi_{\alpha/2; k-1}^2 | H_0)$ atau $P(B_k > \chi_{1-\alpha/2; k-1}^2 | H_0)$.

Kasus untuk Percobaan dengan Rancangan Faktorial Fraksional

Sebuah percobaan faktorial fraksional mengenai “Perkecambahan Tanaman Kacang Hijau” dengan menggunakan 5 faktor yaitu Media tumbuh (A), cahaya (B), Frekuensi Penyiraman (C), Volume Penyiraman (D) dan Suhu Ruangan (E) dimana tiap faktor ini terdiri atas dua taraf. Fraksi yang digunakan pada percobaan ini adalah $\left(\frac{1}{2}\right)$ dan $\left(\frac{1}{4}\right)$ dimana masing-masing fraksi menghasilkan 16 dan 8 kombinasi perlakuan.

Secara singkat, langkah-langkah untuk mendapatkan faktor yang berpengaruh besar (*signifikan*) terhadap respon dengan menggunakan fraksi yang sesuai sebagai berikut :

- (1) Menentukan *generator* yang tepat sehingga membentuk satu *defining relation* pada fraksi $\left(\frac{1}{2}\right)$ dan pada fraksi $\left(\frac{1}{4}\right)$ membentuk dua *defining relation* dan satu *generalized defining relation*.
- (2) Menentukan struktur alias dari faktor-faktor yang ada melalui *defining relation*.
- (3) Menentukan kombinasi perlakuan yang terpilih yang diperoleh dari struktur alias dan kontras untuk masing-masing faktor baik faktor utama maupun faktor interaksi.
- (4) Mencari nilai estimasi pengaruh dari kontras tiap faktor dan struktur alias berdasarkan kombinasi perlakuan yang terpilih sehingga diperoleh model liniernya.
- (5) Menggunakan metode Bissell guna memperoleh faktor yang signifikan dengan cara :

- (a) Menentukan rata-rata kuadrat (*Mean Square*) dari taksiran masing-masing faktor
- (b) Menentukan standar deviasi dari MS
- (c) Menentukan statistik uji dari Metode Bissell (B_k) dengan menggunakan persamaan (4).
- (d) Pengujian hipotesis parameter yang dihasilkan dari metode Bissell.

Hasil pengolahan dari data primer “Perkecambahan Tanaman Kacang Hijau” dengan menggunakan fraksi $\left(\frac{1}{2}\right)$ dan $\left(\frac{1}{4}\right)$ dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai Mean Square, Standar Deviasi, Statistik Bissell Menggunakan Fraksi $\left(\frac{1}{2}\right)$.

RUN	EFEK	MS	\overline{MS}	STDEV	B_k	$\chi^2_{1-\alpha/2}$
A	-5.162	106.585	61.587	59.515	26.147	26.119
B	7.063	199.544			21.818	24.736
C	0.987	3.897			18.970	23.337
D	-1.588	10.087			18.780	21.92
E	-6.163	151.93			18.996	20.483
AB	3.863	59.691			19.236	19.023
AC	4.638	86.044			17,936	17.535
BC	1.762	12.419			18.757	16.013
AD	3.263	42.589			16.886	14.449
BD	4.837	93.586			8.401	12.833
CD	-0.487	0.949			8.163	11.143
AE	2.038	16.614			8.876	9.348
BE	0.062	0.015			6.254	7.378
CE	-3.762	56.611			3.749	5.024
DE	4.562	83.247			*	*

Tabel 2. Nilai Mean Square, Standar Deviasi, Statistik Bissell Menggunakan Fraksi $\left(\frac{1}{4}\right)$.

RUN	EFEK	MS	\overline{MS}	STDEV	B_k	$\chi^2_{1-\alpha/2}$
A	0.175	0.061	40.167	50.577	19.026	14.449
B	8.675	150.511			4.820	12.833
C	-3.175	20.161			3.740	11.143
D	3.925	30.811			3.456	9.348
E	4.675	43.711			3.586	7.378
AB	3.475	24.151			3.918	5.024
AC	2.425	11.761			*	*

4. Kesimpulan

Metode Bissell yang menggunakan statistik uji berdistribusi chi – kuadrat dapat digunakan untuk menemukan faktor yang signifikan dan berdasarkan pengujian hipotesis dan hasil yang diperoleh dari fraksi $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh besar (signifikan) terhadap respon di kedua fraksi tersebut adalah sama yaitu pengaruh faktor B (Cahaya) sehingga kedua fraksi ini memberikan informasi yang sama dan fraksi yang terbaik adalah fraksi $\frac{1}{4}$, dengan demikian percobaan menjadi efisien untuk dilakukan.

Daftar Pustaka

- [1] Halim C., 1992. *Replikasi Fraksional dalam Eksperimen Faktorial 2^k*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [2] Hamada M. dan Balakrishnan N., 1998. Analyzing Unreplicated Factorial Experiments: A Review with Some New Proposals. *Statistics Sinica* 8, pp. 1 – 41.
- [3] Matjik A.A. dan Sumertajaya I.M., 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab, Edisi Kedua*. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- [4] Montgomery D.C., 2001. *Design and Analysis of Experiments, 5th Edition*. John Wiley and Son Inc., New York.
- [5] Nurhayati N., 2008. *Biologi Bilingual untuk SMA/MA Kelas XII Semester 1 dan 2*. Yrama Widya, Bandung.
- [6] Raupong dan Anisa, 2011. *Bahan Ajar Mata Kuliah Perancangan Percobaan*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [7] Sartono B., 2008. *Rancangan Faktorial Pecahan Bagian 1 : Rancangan Reguler*. <http://bagusco.staff.ipb.ac.id/files/2011/01/FF-Design.pdf>. [Diakses pada tanggal 28 Februari 2013].
- [8] Sauddin A., 2006. Identifikasi Faktor Signifikan Rancangan Faktorial Fraksional Tanpa Pengulangan dengan Metode Bissell, Lenth, dan Fang. *Tesis*. Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [9] Syafrina S., 2009. Respon dan Pertumbuhan dan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus Radiates L*) pada Media Sub Soil Terhadap Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organic dan Pupuk Organik Cair. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [10] Winarni S., 2006. Kajian pada Rancangan Faktorial Fraksional dan Faktoria Fraksional Split–Plot. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.