

PENERAPAN RANCANGAN BLOK RANDOM TIDAK LENGKAP SEIMBANG PADA KOMBINASI PUPUK NANOSILIKA DAN PUPUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG

Asismarta¹, Suparti², Sudarno³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika Undip

^{2,3}Staf Pengajar Jurusan Statistika Undip

e-mail asiezmarta@gmail.com

ABSTRACT

Balanced Incomplete Block Design (BIBD) when all treatment comparisons are equally important, the treatment combinations used in each block should be selected in a balanced manner so that any pair of treatments occur together the same number of times as any other pair. The data used is the result a simulation of the generation of data using program packages MINITAB 16 that normal distributing with a μ and σ^2 varying Based on the study of cases the combined effect fertilizer nanosil and fertilizer NPK on the growth of corn plant, tested on 6 treatment and 10 block with every treatment repeated as many as 5 times and each block unfilled 3 treatment. Assuming model that is residual the normal distribution, independence and variant homogeneous. When third this assumption be accepted then followed the effect treatment (adjusted) against an observed, when having effect and undergone a further Tukey to know treat which that differ significantly. Of treatment to be adjusted obtained P_4 with combination 25% fertilizer nanosil + 75% fertilizer NPK who gives the average the biggest contributor to the growth of plants corn.

Keywords : BIBD, Tukey test, normality, independence, equal variance

1. PENDAHULUAN

Penelitian pada dasarnya merupakan suatu proses belajar yang terarah dan dilakukan secara interaktif. Penelitian dilakukan karena peneliti ingin mendapatkan jawaban atas berbagai macam pertanyaan yang timbul di dalam pikirannya untuk memperoleh fakta dan prinsip-prinsip baru maupun untuk memecahkan masalah yang ada (Kusriningrum, 2008). Seperti bagaimana cara memperoleh informasi yang akurat, faktor-faktor apa saja yang perlu diperhatikan, bagaimana hubungan antara faktor-faktor tersebut, dan apakah perlu membuat beberapa asumsi? Pada umumnya peneliti akan melakukan pengumpulan data yang diperoleh melalui pengamatan, survei, ataupun melalui percobaan.

Menurut Kusriningrum (2008), percobaan adalah suatu pengamatan yang direncanakan dengan baik untuk menemukan fakta-fakta baru atau untuk memperkuat dan bahkan menolak hasil-hasil percobaan yang pernah dilakukan sebelumnya. Sedangkan rancangan percobaan adalah suatu uji atau serangkaian uji dimana perubahan-perubahan pada variabel input (faktor) dari suatu proses atau sistem yang dibuat dengan maksud untuk mengamati dan mengidentifikasi perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel output (respon) (Montgomery, 2011).

Dalam melakukan rancangan percobaan hendaklah pertama kali memilih yang paling sederhana yakni Rancangan Random Lengkap (RRL), RRL diterapkan pada keadaan lingkungan yang relatif homogen. Apabila diperoleh keadaan lingkungan tidak homogen (heterogen) maka rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Blok Random Lengkap (RBRL).

Menurut Montgomery (2011), apabila pada suatu percobaan tertentu yang menggunakan rancangan blok random dan tidak semua taraf perlakuan muncul pada setiap kelompok, maka dapat dikatakan bahwa rancangan yang memuatnya adalah Rancangan

Blok Random Tidak Lengkap (RBRTL). Biasanya masalah ini terjadi disebabkan karena perlakuan yang dilibatkan terlalu banyak dan obyek yang tersedia terbatas (langka) atau keterbatasan waktu dan dana. Pada penerapannya jika banyak ulangan dari semua perlakuan berjumlah sama maka RBRTL yang memuatnya adalah Rancangan Blok Random Tidak Lengkap Seimbang (RBRTLS).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rancangan Blok Random Lengkap (RBRL)

Rancangan blok random adalah suatu rancangan acak yang dilakukan dengan mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup-grup yang dinamakan blok dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam masing-masing blok. Rancangan blok random lengkap merupakan rancangan acak blok dengan keseluruhan perlakuan dicobakan pada setiap blok yang ada. Rancangan blok random digunakan apabila terjadi keheterogenan satuan percobaan yang digunakan berasal dari satu sumber keragaman.

2.1.1. Model Linier RBRL

Model linier untuk RBRL dengan a perlakuan dan b blok adalah:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{dengan } i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b$$

Dimana Y_{ij} adalah pada blok ke- j yang mendapatkan perlakuan ke- i , μ adalah rataan total, τ_i adalah pengaruh perlakuan ke- i , β_j adalah pengaruh blok ke- j , dan ε_{ij} adalah komponen sesatan. Bila digunakan model tetap, asumsinya:

- $\sum_{i=1}^a \tau_i = 0$ dan $\sum_{j=1}^b \beta_j = 0$
- $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

2.1.2. Estimasi Parameter RBRL

Estimasi parameter untuk RBRL adalah:

$$\hat{\mu} = \frac{\bar{y}_{..}}{ab} = \bar{y}_{..}, \quad \hat{\tau}_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}_{..}, \quad \hat{\beta}_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..},$$

Sehingga diperoleh: $\hat{y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{\tau}_i + \hat{\beta}_j$, maka: $\hat{\varepsilon}_{ij} = y_{ij} - \hat{y}_{ij}$

2.1.3. Pengujian Asumsi Model

1. Pengujian kenormalan sesatan dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
2. Pengujian Independensi sesatan dianalisis secara visual melalui *plot of sesatan versus the order of the data* bedasarkan output program MINITAB 16.
3. Pengujian kehomogenan variansi dilakukan menggunakan uji Bartlett.

2.1.4. Uji Pengaruh Perlakuan dan Blok RBRL

2.1.4.1. Hipotesis Yang Diambil

1. Pengaruh perlakuan

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$ (ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

2. Pengaruh blok

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b = 0$ (tidak ada pengaruh blok terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } j \text{ dengan } \beta_j \neq 0$ (ada pengaruh blok terhadap respon yang diamati)

2.1.4.2. Tabel Anava RBRL

Tabel 1. Tabel Analisis Variansi untuk RBRL

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	$a - 1$	$\frac{1}{b} \sum_{i=1}^a y_{i\cdot}^2 - \frac{y_{..}^2}{ab}$	$\frac{JKP}{a - 1}$	$\frac{KTP}{KTS}$	$F_{a-1,(a-1)(b-1);(\infty)}$
Blok	$b - 1$	$\frac{1}{a} \sum_{j=1}^b y_{\cdot j}^2 - \frac{y_{..}^2}{ab}$	$\frac{JKB}{b - 1}$	$\frac{KTB}{KTS}$	$F_{b-1,(a-1)(b-1);(\infty)}$
Sesatan	$(a - 1)(b - 1)$	$JKT - JKP - JKB$	$\frac{JKS}{(a - 1)(b - 1)}$		
Total	$ab - 1$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{ab}$			

H_0 ditolak jika F-hitung > F-tabel yang bersesuaian

H_0 diterima jika F-hitung < F-tabel yang bersesuaian

2.1.5. Uji Perbandingan Ganda HSD (Tukey) RBRL

Uji HSD (*Honest Significant Difference*) atau uji Tukey merupakan suatu prosedur lanjutan untuk menjawab pertanyaan tentang perlakuan mana yang berbeda secara signifikan apabila hipotesis ditolak.

Langkah-langkah perhitungan pada uji Tukey adalah:

1. Urutkan rata-rata perlakuan dari nilai yang terkecil sampai dengan yang terbesar.
2. Hitung standar sesatan dari perlakuan yang diamati:

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{KTSesatan}{b}},$$

3. Menghitung HSD

$$HSD = q_{(\alpha);(a),(db Sesatan)} \times S_{\bar{y}}$$

Dengan $q_{(\alpha);(a),(db Sesatan)}$ adalah tabel q dengan a perlakuan, tingkat signifikansi α dan derajat bebas $db_{Sesatan}$

4. Perbandingkan rata-rata setiap pasangannya, jika $|\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{j\cdot}| < HSD$ sehingga rata-rata pasangan perlakuan tersebut tidak berbeda maka beri garis bawah dari $\bar{y}_{i\cdot}$ sampai $\bar{y}_{j\cdot}$, dan Jika $|\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{j\cdot}| > HSD$ maka pasangan perlakuan tersebut berbeda signifikan (Montgomery, 2011).

2.2. Rancangan Blok Random Tidak Lengkap Seimbang (RBRTLS)

Rancangan Blok Random Tidak Lengkap Seimbang diperkenalkan oleh Fisher dan Yates pada tahun 1955 serta Cochran dan Cox pada tahun 1957. Dalam rancangan ini kombinasi-kombinasi perlakuan yang digunakan dalam masing-masing kelompok dipilih dalam suatu cara yang seimbang sehingga pasangan-pasangan perlakuan muncul dalam jumlah yang sama untuk setiap kelompok sebagaimana pasangan-pasangan perlakuan yang lain (Montgomery, 2011). Misal suatu percobaan terdiri dari a perlakuan yang ditempatkan dalam b blok, dimana setiap blok terdapat k perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak r kali, maka total pengamatan adalah N , dimana $N = ar = bk$, jika $a = b$ maka rancangan ini dikatakan simetris.

Masing-masing kelompok memuat k perlakuan (untuk $k < a$) dan masing-masing perlakuan diulang r kali dalam percobaan, dimana perlakuan tersebut hanya muncul satu kali perkelompok. Sedangkan berapa kali dua perlakuan muncul secara bersama-sama dalam kelompok yang sama adalah λ yang berupa bilangan bulat, dimana:

$$\lambda = \frac{r(k-1)}{(a-1)},$$

2.2.1. Model Linier RBRTLS

Model linier untuk RBRTLS dengan a perlakuan dan b blok adalah:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{dengan } i = 1, 2, \dots, a \quad j = 1, 2, \dots, b$$

Dimana Y_{ij} adalah pada blok ke- j yang mendapatkan perlakuan ke- i , μ adalah rataan total, τ_i adalah pengaruh perlakuan ke- i , β_j adalah pengaruh blok ke- j , dan ε_{ij} adalah komponen sesatan. Bila digunakan model tetap, asumsinya:

- $\sum_{i=1}^a \tau_i = 0$ dan $\sum_{j=1}^b \beta_j = 0$
- $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$

2.2.2. Estimasi Parameter RBRTLS

Estimasi parameter untuk RBRTLS adalah:

$$\hat{\mu} = \frac{y_{..}}{ar} = \frac{y_{..}}{N} = \bar{y}_{..}, \quad \hat{\tau}_i = \frac{kQ_i}{\lambda a}, \quad \hat{\beta}_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..},$$

dengan nilai $Q_i = y_{i..} - \frac{1}{k} \sum_{j=1}^b n_{ij} y_{.j}$

2.2.3. Uji Pengaruh Perlakuan (disesuaikan) RBRTLS

2.2.3.1. Hipotesis RBBRTLS

Hipotesis yang diambil:

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$ (ada pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati)

2.2.3.2. Tabel Anava RBRTLS

Tabel 2. Tabel Analisis Variansi untuk Data RBRTLS

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan (disesuaikan)	$a - 1$	$\frac{k}{\lambda a} \sum_{i=1}^a Q_i^2$	$\frac{JKP_{(\text{disesuaikan})}}{a - 1}$	$\frac{KTP_{(\text{disesuaikan})}}{KTS}$	$F_{a-1, (ar-a-b+1); (\infty)}$
Blok	$b - 1$	$\frac{1}{k} \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 - \frac{y_{..}^2}{ar}$			
Sesatan	$ar - a - b + 1$	$JKT - JKB - JKP_{(\text{disesuaikan})}$	$\frac{JKS}{ar - a - b + 1}$		
Total	$ab - 1$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{ar}$			

Tolak H_0 jika $F_{\text{Hitung}} > F_{a-1, (ar-a-b+1); (\infty)}$

2.2.4. Uji Perbandingan Ganda HSD (Tukey) RBRTLS

Uji HSD (*Honest Significant Difference*) atau uji Tukey merupakan suatu prosedur lanjutan untuk menjawab pertanyaan tentang perlakuan mana yang berbeda secara signifikan apabila hipotesis ditolak.

Langkah-langkah perhitungan pada uji Tukey adalah:

1. Urutkan rata-rata perlakuan dari nilai yang terkecil sampai dengan yang terbesar.
2. Hitung standar sesatan dari perlakuan yang diamati:

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{k \times KTS_{\text{Sesatan}}}{\lambda a}},$$

3. Menghitung HSD

$$HSD = q_{(\infty);(a),(db \text{ Sesatan})} \times S_{\bar{y}}$$

Dengan $q_{(\infty);(a),(db \text{ Sesatan})}$ adalah tabel q dengan a perlakuan, tingkat signifikan ∞ dan derajat bebas $db_{Sesatan}$

4. Perbandingkan rata-rata setiap pasangannya, jika $|\bar{y}_i - \bar{y}_j| < HSD$ sehingga rata-rata pasangan perlakuan tersebut tidak berbeda maka beri garis bawah dari \bar{y}_i sampai \bar{y}_j , dan Jika $|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > HSD$ maka pasangan perlakuan tersebut berbeda signifikan (Montgomery, 2011).

2.3. Pupuk Nanosilika

Nanosilika adalah silika yang dibuat nanopartikel dengan nano teknologi. Sedangkan nano teknologi adalah teknologi rekayasa material dalam skala nano meter atau satu per satu milyar meter dari molekul-molekul untuk mendapatkan sifat-sifat yang dapat dikontrol sesuai keinginan. Teknologi ini menggabungkan beberapa disiplin ilmu yaitu ilmu kimia, fisika, biologi, elektro, mesin dan ilmu material (Amrullah, 2015).

Manfaat untuk tanaman adalah:

1. Meningkatkan hasil produksi tanaman padi dengan cara meningkatkan jumlah anakan dan bulir padi.
2. Meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit melalui pembentukan lapisan silikat.
3. Menurunkan penggunaan pupuk fosfat dan urea hingga 50% dosis standar per hektar sawah.
4. Memperkuat akar dan batang tanaman sehingga dapat mengurangi kerobohan.
5. Menekan laju transpirasi tanaman, karena lapisan silika pada sel epidermis mampu menahan agar sel tidak kehilangan air.
6. Meningkatkan pH tanah sehingga akan menyeimbangkan penyerapan unsur hara oleh tanaman.
7. Membuat daun tanaman tidak mudah menggulung.

2.4. Pupuk NPK

Pupuk NPK adalah termasuk pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara yakni nitrogen, fosfor dan kalium dimana nitrogen berfungsi membantu pertumbuhan vegetatif terutama daun, fosfor membantu pertumbuhan akar dan tunas dan kalium membantu pembentukan dan pembuahan. Dari beberapa kelebihan pupuk NPK adapun kelemahannya ialah komposisi unsur hara sering tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan unsur hara yang lain, sehingga pemupukan kurang efisien.

2.5. Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*)

Menurut Prihatman (2000) dalam Hayati (2015) menyatakan bahwa tanaman jagung (*Zea mays L.*) berasal dari daerah tropis yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan di luar daerah tersebut. Jagung tidak menuntut persyaratan lingkungan yang terlalu ketat, dapat tumbuh pada berbagai macam tanah bahkan pada kondisi tanah yang agak kering. Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim sub-tropis/tropis yang basah. Jagung dapat tumbuh baik pada daerah yang terletak antara 0-50° LU hingga 0-40° LS. Jagung dapat ditanam di Indonesia mulai dari dataran rendah sampai di daerah pegunungan. Daerah dengan ketinggian optimum antara 0-600 m dpl merupakan ketinggian yang baik bagi

pertumbuhan tanaman jagung. Tanaman jagung adalah tanaman akumulator Si dimana tanaman ini membutuhkan unsur Si (silika) dalam jumlah banyak untuk pertumbuhannya.

3. Metodelogi Penelitian

3.1. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penulisan ini adalah data hasil simulasi. Data tersebut dibangkitkan menggunakan paket program *MINITAB 16* yang menyebar secara normal dengan μ dan σ^2 yang bervariasi mengikuti hasil studi kasus yang sudah ada sebelumnya.

Jumlah perlakuan yang digunakan adalah 6 perlakuan dengan 10 blok terhadap rancangan blok random tidak lengkap seimbang (RBRTLS) yang memiliki nilai $\lambda = 2$, $r = 5$, $k = 3$ sehingga jumlah obyek yang diamati sebanyak 30 buah

3.2. Analisis Data

Paket program statistika yang digunakan untuk melakukan simulasi pada Rancangan Blok Random Tidak Lengkap Seimbang (RBRTLS) adalah *MINITAB 16* maka algoritma yang digunakan adalah:

1. Tentukan *layout* perancangan percobaan yang digunakan, dan bentuk struktur RBRTLS yang bersesuaian dengan *layout*.
2. Bangkitkan data simulasi bedasarkan struktur RBRTLS dengan paket program *MINITAB 16* dengan μ dan σ^2 yang telah ditetapkan.
3. Lakukan penempatan denah percobaan dari perolehan data pembangkitan terhadap *layout* RBRTLS yang telah ditentukan.
4. Tentukan model yang digunakan, model tetap atau model acak dan kemukakan hipotesis yang diambil.
5. Lakukan uji asumsi, yakni: uji normalitas residual, uji homogenitas varian dan uji independensi residual.
Apabila ketiga asumsi ini tidak terpenuhi, maka kembali dilakukan pembangkitan data pada langkah ke-3.
6. Lakukan uji Pengaruh apabila tidak didapat pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati maka ditarik kesimpulan menuju langkah ke-8. Sedangkan jika memiliki pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati dilakukan uji lanjut pada langkah ke-7.
7. Lakukan uji lanjut, uji perbandingan berganda HSD (*Honest Significant Difference*).
8. Penarikan kesimpulan.

4. Analisis dan Pembahasan

4.1. Hasil Simulasi

Hayati (2015) melakukan sebuah penelitian di PT. Tossa Shakti Jalan Raya Semarang-Kendal Km 19 Nolokerto, Kendal selama dua bulan yakni Desember 2014 sampai dengan akhir Januari 2015. Ingin diketahui pengaruh perlakuan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK pada pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays L. var. pioneer 21*) dengan berat basah tanaman jagung yang sudah berumur 40 hari sebagai parameternya, digunakan pupuk nanosilika dengan merk Nanosil99 berbahan dasar silika kristalin yang diproduksi oleh CV. Dipon. Digunakan 6 perlakuan dengan P_0 sebagai kontrol dari 0% pupuk nanosilika + 0% pupuk NPK, P_1 sebagai kombinasi dari 100% pupuk nanosilika + 0% pupuk NPK, P_2 sebagai kombinasi dari 75% pupuk nanosilika + 25% pupuk NPK, P_3 sebagai kombinasi dari 50% pupuk nanosilika + 50% pupuk NPK, P_4 sebagai kombinasi dari 25% pupuk nanosilika + 75% pupuk NPK, dan P_5 sebagai kombinasi dari 0% pupuk

nanosilika + 100% pupuk NPK. Dari hasil penelitian tersebut telah diperoleh rata-rata berat (gram) basah tanaman jagung setiap perlakuananya yakni: $P_0 = 19$, $P_1 = 24$, $P_2 = 29$, $P_3 = 33$, $P_4 = 36$, dan $P_5 = 21$. Kemudian Ke-6 rata-rata perlakuan ini akan digunakan untuk membangkitkan data menggunakan program *MINITAB 16* dalam 10 blok tanah yang berbeda-beda (relatif heterogen), terhadap Rancangan Blok Random Tidak Lengkap Seimbang (RBRTLS). sehingga ditetapkan rancangan pasangan perlakuan setiap bloknya adalah:

Perlakuan P0 terjadi bersama perlakuan P1 sebanyak 2 kali pada blok 1 dan 2
 Perlakuan P0 terjadi bersama perlakuan P2 sebanyak 2 kali pada blok 3 dan 4
 Perlakuan P0 terjadi bersama perlakuan P3 sebanyak 2 kali pada blok 3 dan 5
 Perlakuan P0 terjadi bersama perlakuan P4 sebanyak 2 kali pada blok 1 dan 5
 Perlakuan P0 terjadi bersama perlakuan P5 sebanyak 2 kali pada blok 2 dan 4
 Perlakuan P1 terjadi bersama perlakuan P2 sebanyak 2 kali pada blok 6 dan 7
 Perlakuan P1 terjadi bersama perlakuan P3 sebanyak 2 kali pada blok 6 dan 8
 Perlakuan P1 terjadi bersama perlakuan P4 sebanyak 2 kali pada blok 1 dan 7
 Perlakuan P1 terjadi bersama perlakuan P5 sebanyak 2 kali pada blok 2 dan 8
 Perlakuan P2 terjadi bersama perlakuan P3 sebanyak 2 kali pada blok 3 dan 6
 Perlakuan P2 terjadi bersama perlakuan P4 sebanyak 2 kali pada blok 7 dan 9
 Perlakuan P2 terjadi bersama perlakuan P5 sebanyak 2 kali pada blok 4 dan 9
 Perlakuan P3 terjadi bersama perlakuan P4 sebanyak 2 kali pada blok 5 dan 10
 Perlakuan P3 terjadi bersama perlakuan P5 sebanyak 2 kali pada blok 8 dan 10
 Perlakuan P4 terjadi bersama perlakuan P5 sebanyak 2 kali pada blok 9 dan 10
 Bedasarkan rancangan diatas data pengamatannya diperoleh:

Tabel 3. Data Pengamatan Berat Basah Tanaman Jagung terhadap Kombinasi Pupuk Nanosilika dan NPK

Blok	Kombinasi Pupuk					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
1	25,699	24,138			32,634	
2	24,460	23,067				25,087
3	18,487		30,034	36,276		
4	17,732		30,909			22,619
5	26,083			33,193	34,533	
6		34,474	33,528	29,995		
7		29,019	34,327		49,483	
8		30,271		34,151		22,976
9			33,811		38,999	26,276
10				34,604	45,817	25,264

$$a = 6 \quad b = 10 \quad k = 3 \quad r = 5 \\ \lambda = \frac{r(k-1)}{a-1} = \frac{5(3-1)}{6-1} = \frac{10}{5} = 2$$

4.2. Model Linier

Model linier yang digunakan adalah model tetap yakni:

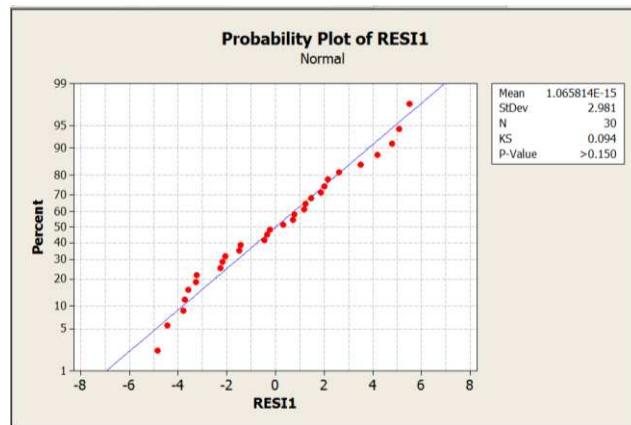
$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, 6 \quad j = 1, 2, \dots, 10$$

dimana y_{ij} pengamatan blok ke- j yang mendapatkan perlakuan ke- i , μ adalah rataan total, τ_i adalah pengaruh perlakuan kombinasi pupuk ke- i , β_j adalah pengaruh blok tanah ke- j , ε_{ij} adalah komponen sesatan

4.3. Pengujian Asumsi Model

4.3.1. Pengujian Kenormalan Sesatan

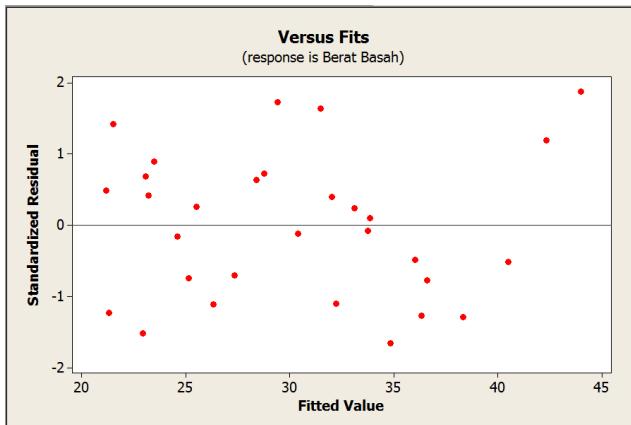
Berdasarkan Gambar 1 karena nilai D (0,094) < $KS_{(0,95);30}$ (0,242) sehingga tidak menolak H_0 yang berarti bahwa sesatan berasal dari data yang berdistribusi normal



Gambar 1. Grafik Kenormalan Sesatan RBRTLS

4.3.2. Pengujian Independensi Sesatan

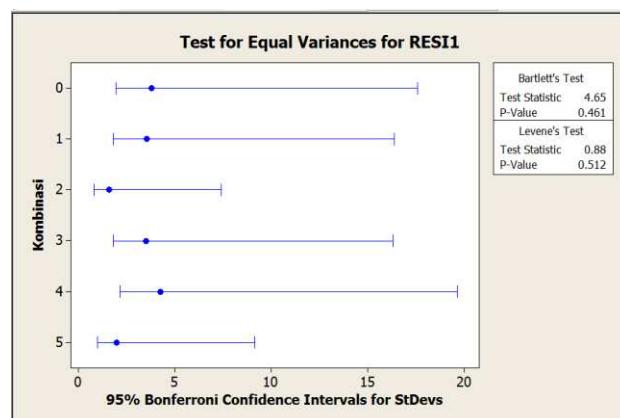
Berdasarkan Gambar 2 menggunakan MINITAB 16 asumsi independensi telah terpenuhi karena pencaran titik-titik tidak membentuk suatu pola tertentu.



Gambar 2. Plot Independensi Sesatan RBRTLS

4.3.3. Pengujian Homogenitas Variansi

Berdasarkan Gambar 3 nilai Bartlett ($X_h^2 = 4,65$) < ($X_{0,05;5}^2 = 11,0705$) sehingga tidak menolak H_0 yang berarti variansi homogen.



4.4. Hipotesis

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_6 = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman jagung)

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } i \text{ dengan } \tau_i \neq 0$ (ada pengaruh perlakuan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman jagung)

Gambar 3. Grafik Homogenitas Variansi RBRTLS

4.5. Analisis Variansi

Tabel 4. Tabel Analisis Variansi RBRTLS

Sumber keragaman	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F_{hitung}	$F_{5,(15);(0,05)}$
Kombinasi Pupuk	5	673,077	134,615	7,835	2,9
Jenis Tanah	9	555,458			
Sesatan	15	257,720	17,181		
Total	29	1486,254			

karena F_{hitung} ($7,835$) $>$ $F_{5,(15);(0,05)}$ ($2,9$) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh perlakuan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

4.6. Uji Perbandingan Ganda HSD (Tukey)

Dilakukan uji lanjut karena perlakuan memiliki pengaruh terhadap respon yang diamati untuk mengetahui perlakuan manakah yang memiliki perbedaan secara signifikan

1. Menghitung standar sesatan dari perlakuan yang disesuaikan:

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{k \times KT_{Sesatan}}{\lambda a}} = \sqrt{\frac{3 \times 17,181}{2 \times 6}} = 2,072$$

2. Menghitung HSD:

$$HSD = q_{(0.05);(6),(15)} \times S_{\bar{y}} = 4,59 \times 2,072 = 9,513$$

3. Perbandingan rata-rata setiap pasangannya:

\bar{y}_6	\bar{y}_1	\bar{y}_2	\bar{y}_3	\bar{y}_4	\bar{y}_5
-5,781	-5,636	-2,531	<u>1,822</u>	2,914	9,212

Keterangan:

Garis bawah berarti tidak berbeda signifikan.

Artinya kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_4 memiliki pengaruh yang sama secara statistik dengan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_3 , dan P_2 kemudian kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_5 , P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 juga memiliki pengaruh yang sama secara statistik, dalam pembahasan ini kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_4 dengan 25% nanosilika + 75% NPK memiliki rata-rata perlakuan yang disesuaikan lebih besar dibandingkan kombinasi pupuk lainnya sehingga disarankan oleh peneliti untuk mengutamakan penggunaan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_4 untuk pertumbuhan tanaman jagung.

5. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diperoleh bahwa ketiga asumsi model terpenuhi yaitu kenormalan sesatan, independensi sesatan, dan kehomogenan variansi. Kemudian dilanjutkan penyusunan analisis varianasi RBRTLS terhadap perlakuan yang telah disesuaikan, karena perlakuan (disesuaikan) memberikan pengaruh terhadap respon yang diamati, digunakan uji perbandingan ganda Tukey untuk melihat perlakuan mana yang berbeda secara signifikan.

Dari contoh penerapan RBRTLS terhadap kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK pada pertumbuhan tanaman jagung dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Ada pengaruh perlakuan kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman jagung

- 2) Kombinasi pupuk nanosilika dan pupuk NPK P_4 adalah perlakuan yang memberikan rata-rata pertumbuhan tanaman jagung terbesar dengan kombinasi 25% pupuk nanosilika + 75% pupuk NPK

Daftar Pustaka

- Amrullah. 2015. *Pengaruh Nano Silika terhadap Pertumbuhan, Respon Morfofisiologi dan Produktifitas Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/27/discover?filtertype=author&filter_relation_all_operator>equals&filter=Amrullah
- Conover, W. J. 1962. *Practical Nonparametric Statistics* 2nd edition. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- Das, M. N & N. C. Giri. 1986. *Design and Anlysis of Experiments*. New Delhi: Wiley Easternn Limited
- Hayati, O. D. P. 2015. *Pengaruh Kombinasi Pupuk Nanosilika dan NPK terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zae mays L var. pioneer 21*)*. Skripsi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
- Hinkelmann, K & Kempthorne, O. 2005. *Design and Analysis of Experiments: Volume 2 Advanced Experimental Design*. New Jersey: Jhon Wiley & Sons.
- Kusrinigrum, R.S. 2008. *Perancangan Percobaan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Montgomery, D.C. 2011. *Design and Anlysis of Experimen* 7th edition. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Toutenburg, H & Shalabh. 2009. *Statistical Analysis of Designed Experiments*. New York: Springer.