

# PERBANDINGAN MODEL RESPON PEMUPUKAN NITROGEN PADA PADI SAWAH

Mohammad Masjkur dan Maman Rusman

Departemen Statistika FMIPA-IPB

Abstrak

*Model statistika linier plateau, kuadratik plateau, dan kuadratik umumnya digunakan dalam penentuan dosis optimum pemupukan. Penelitian ini membandingkan model linier plateau, kuadratik plateau, dan kuadratik respons pemupukan Nitrogen pada padi sawah. Perbandingan model menunjukkan bahwa model kuadratik lebih baik daripada model-model lainnya. Hal ini berdasarkan pada perilaku sisaan respon, pengujian asumsi kenormalan sisaannya, nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) serta nilai dugaan respon maksimum.*

*Kata kunci : linier plateau, kuadratik plateau, kuadratik, dosis pemupukan, optimum.*

## PENDAHULUAN

Dalam program peningkatan produksi padi sawah, penentuan dosis pemupukan N yang sesuai merupakan komponen utama. Pemupukan yang sesuai akan meningkatkan produksi secara optimal, meningkatkan kesuburan dan produktivitas lahan, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Beberapa model respon berbeda biasanya digunakan untuk menentukan dosis pemupukan optimum. Namun demikian, beberapa peneliti mendapatkan bahwa beberapa model tersebut sering tidak sesuai dalam menentukan dosis pemupukan optimum (Anderson and Nelson, 1975; Cerrato and Blackmer, 1990; Belanger et al, 2000), sehingga berpengaruh terhadap efektifitas dan efisiensi pemupukan.

Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan pupuk, maka perlu evaluasi kesesuaian model.

Penelitian ini bertujuan membandingkan dan mengevaluasi model linier plateau, kuadratik plateau, dan kuadratik pemupukan Nitrogen pada padi sawah.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Model Respon Pemupukan

Dalam percobaan pertanian tidak jarang ditemukan model-model respon dari suatu tanaman terhadap perlakuan tertentu menghendaki kurva lengkung tertentu. Misalnya hubungan antara

produksi tanaman terhadap tingkat pemupukan. Biasanya bila tingkat pemupukan semakin meningkat, laju peningkatan hasil cenderung menurun, dengan kata lain bersifat kurvilinear.

Model-model respon yang umum digunakan dalam bidang pertanian untuk menggambarkan hubungan antara hasil produksi jenis tanaman tertentu terhadap tingkat pemupukan adalah sebagai berikut,

### 1. Model Linear Plateau

Model Linear Plateau didefinisikan seperti pada persamaan 1 dan 2 (Cerrato and Blackmer, 1990).

$$Y = a + bX ; \text{ jika } X < C \quad [1]$$

$$Y = p ; \text{ jika } X \geq C \quad [2]$$

dimana :

Y = Hasil gabah (Kg/ha)

X = Taraf aplikasi pemupukan N

a = Intersep

b = Koefisien linear

C = Taraf kritis dari pemupukan, terjadi pada Titik pertemuan antara 2 garis yaitu garis Linear dengan garis plateau

P = Hasil plateau

### 2. Model Kuadratik Plateau

Model Kuadratik Plateau ini didefinisikan seperti pada persamaan 3 dan 4 (Cerrato and Blackmer, 1990).

$$Y = a + bX + cX^2 ; \text{ jika } X < C \quad [3]$$

$$Y = p \quad ; \text{ jika } X \geq C \quad [4]$$

dimana :

Y = Hasil gabah (Kg/ha)

X = Taraf aplikasi pemupukan N

a = Intersep

b = Koefisien linear

c = Koefisien kuadratik

C = Taraf kritis dari pemupukan, terjadi pada titik pertemuan antara 2 garis yaitu garis linear dengan garis plateau

P = Hasil plateau

### 3. Model Kuadratik

Model kuadratik ini adalah model yang paling umum digunakan untuk menggambarkan pengaruh pemupukan terhadap respon hasil tanaman. Model kuadratik didefinisikan seperti pada persamaan 5 (Cerrato and Blackmer, 1990, dan Nelson et al, 1985).

$$Y = a + bX + cX^2 \quad [5]$$

dimana :

Y = Hasil gabah (Kg/ha)

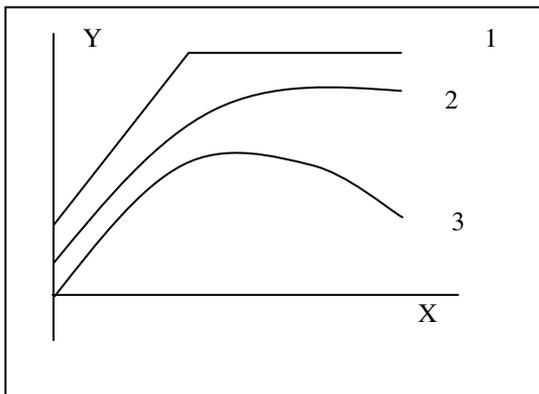
X = Taraf aplikasi pemupukan N

a = Intersep

b = Koefisien linear

c = Koefisien kuadratik

Ketiga model diatas apabila digambarkan ke dalam bentuk kurva adalah seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Bentuk kurva-kurva respon yang dicobakan. 1. Model Linear Plateau, 2. Model Kuadratik Plateau, 3. Model Kuadratik.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder percobaan pemupukan N pada padi sawah (Anwar, 1985).

Percobaan dilaksanakan di kebun percobaan Muara, kebun ini terletak kurang lebih 5 km sebelah selatan kota Bogor, pada 604' LS dan 106o45' BT,

dengan ketinggian 260 diatas permukaan laut. Tanah tempat percobaan berteks-tur liat berdebu (silty clay), dengan komposisi pasir 25%, debu 35% dan liat 40%, kandungan N 0.21%. Jenis tanah latosol merah coklat, dengan pH tanah sekitar 6.3.

Pemupukan Nitrogen terdiri dari 4 tingkat yaitu 0, 60, 120, dan 180 Kg urea/ha pada lima galur/varietas seperti yang tercantum pada Tabel 1. Luas plot yang digunakan adalah 3 m x 6 m dengan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Peubah yang diamati berupa hasil gabah (Kg/ha) pada kadar air 14%.

Selain data hasil percobaan diatas, penelitian ini juga menggunakan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu data harga pupuk N, dalam hal ini pupuk Urea (Rp/Kg), dan data harga gabah. Harga gabah yang digunakan adalah harga gabah kering giling (Rp/Kg). Data ini digunakan untuk memperoleh taraf pemupukan optimum ekonomis.

Tabel 1. Nama Galur/Varietas yang digunakan pada percobaan

| Nama Galur/Varietas |                |
|---------------------|----------------|
| o                   | B3897-3d-56    |
| .                   | B4354g-Pn-2    |
| .                   | B4140c-Kn-36-1 |
| .                   | B5198b-84-Mr-3 |
| .                   | B4179f-Sm-27-1 |

### Metode

Model statistika linier plateau, kuadratik plateau, dan kuadratik diduga dengan menggunakan analisis regresi pada lima galur/varitas. Setelah diperoleh model dugaan dari ketiga model tersebut untuk tiap galur/varitas, kemudian model-model tersebut dibandingkan terhadap taraf pemupukan N optimum, koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan nilai dugaan hasil maksimum. kecenderungan nilai sisaan

Koefisien determinasi setiap model diperoleh dengan menggunakan analisis regresi terhadap semua galur/varitas. Nilai dugaan hasil maksimum untuk model kuadratik diperoleh dengan menyamakan turunan pertama dari setiap persamaan dengan nol, diperoleh nilai X selanjutnya nilai X tersebut disubstitusikan ke dalam model persamaan respon, sehingga didapatkan nilai dugaan hasil maksimum. Sedangkan untuk model Linear Plateau dan Kuadratik Plateau, hasil dari Plateau (nilai P) dipertimbangkan sebagai nilai dugaan hasil yang maksimum. Selain model Linear Plateau, taraf pemupukan optimum ekonomis dihitung dengan menyamakan turunan pertama dari model persamaan respon dengan rasio harga pupuk terhadap gabah yang dipilih (Nelson et al, 1985). Sedangkan untuk model Linear Plateau, taraf pemupukan optimum ekonomis diidentifikasi oleh titik pertemuan 2 buah garis yaitu garis regresi

linear dengan garis plateau (Waught et al., 1973 dalam Cerrato and Blackmer, 1990).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis regresi**

Hasil analisis regresi dari model-model yang akan dibandingkan dari lima galur berupa parameter dugaan beserta ujinya dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Taraf Pemupukan Optimum Ekonomis**

Setelah diperoleh model-model respon tersebut, Kemudian dari kelima galur tersebut dihitung nilai taraf optimum dan ekonomis, hasil perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa diantara model-model yang digunakan untuk melihat pengaruh pupuk N terhadap respon terdapat perbedaan yang sangat mencolok dalam mengidentifikasi taraf pemupukan optimum dan ekonomis berdasarkan rasio harga antara pupuk terhadap hasil gabah.

Adanya perbedaan dalam menentukan taraf pemupukan N optimum ekonomis ini menunjukkan perlunya mempertimbangkan pemilihan suatu model yang tepat diantara model-model lainnya.

Dari Tabel 2 dapat dilihat juga adanya nilai taraf optimum yang besarnya diluar jangkauan dari taraf pemupukan yang digunakan pada percobaan. Informasi ini mengindikasikan bahwa perlu dilakukan suatu percobaan evaluasi dengan memperluas skala pemupukan.

Tabel 2. Taraf pemupukan N optimum ekonomis (Kg/ha) pada rasio harga 0.69

| Galur  | Model Respon |     |     |
|--------|--------------|-----|-----|
|        | LP           | KP  | K   |
| G1     | 137          | 185 | 185 |
| G2     | 96           | 127 | 119 |
| G3     | 124          | 156 | 157 |
| G4     | 73           | 98  | 132 |
| G5     | 86           | 122 | 139 |
| Rataan | 103          | 138 | 146 |

Keterangan : LP = Linear Plateau  
 KP = Kuadratik Plateau  
 K = Kuadratik

Tabel 3. Nilai Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>)

| Galur  | Model Respon |       |       |
|--------|--------------|-------|-------|
|        | LP           | KP    | K     |
| G1     | 89.50        | 89.55 | 89.55 |
| G2     | 69.51        | 68.49 | 75.45 |
| G3     | 94.80        | 95.13 | 95.21 |
| G4     | 91.52        | 91.48 | 89.65 |
| G5     | 92.92        | 93.05 | 92.95 |
| Rataan | 87.65        | 87.54 | 88.56 |

**Nilai Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>)**

Data pada Tabel 3 menunjukkan nilai R<sup>2</sup> dari kelima model. Tabel tersebut menunjukkan bahwa semua model mempunyai nilai koefisien determinasi yang saling mendekati satu sama lain. Nilai R<sup>2</sup> dari setiap model untuk masing-masing galur terlihat sudah cukup baik dalam menggambarkan keragaman data.

Karena hanya satu taraf pemupukan yang optimal yang diharapkan tepat untuk setiap galur, sedangkan masing-masing model dalam menentukan taraf pemupukan yang optimum dan ekonomis mempunyai perbedaan yang cukup besar untuk setiap galur, maka hal ini menunjukkan bahwa nilai R<sup>2</sup> bukanlah suatu kriteria yang dapat diandalkan dalam pemilihan salah satu model untuk menentukan taraf pemupukan yang optimum dan ekonomis. Sehingga nilai R<sup>2</sup> tidak digunakan untuk memilih mana model respon yang paling teapat dalam menjelaskan hubungan antara peubah respon dengan taraf pemupukan N.

**Nilai Dugaan Respon Maksimum**

Nilai dugaan hasil gabah maksimum untuk setiap model pada masing-masing galur disajikan pada Tabel 4. Dari Tabel 4 tersebut dapat dilihat bahwa model Kuadratik secara rata-rata menghasilkan nilai dugaan respon maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan 2 model lainnya. Rata-rata taraf pemupukan N yang diperlukan untuk memperoleh hasil maksimum tersebut adalah sebesar 150 Kg/ha.

Rata-rata taraf pemupukan N yang diperlukan untuk memperoleh hasil maksimum untuk model Linear Plateau dan Kuadratik Plateau adalah sebesar 103 dan 138 Kg/ha. sehingga kalau dibandingkan antara kedua model tersebut, tentu model Linear Plateau lebih baik karena dengan taraf pemupukan yang lebih rendah mampu menghasilkan hasil maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan model Kudratik Plateau

Tabel 4. Nilai Dugaan Hasil Maksimum (Kg/ha)

| Galur  | Model Respon |         |         |
|--------|--------------|---------|---------|
|        | LP           | KP      | K       |
| G1     | 5904.15      | 5915.54 | 5918.31 |
| G2     | 4872.09      | 4678.17 | 5064.37 |
| G3     | 6026.48      | 6026.48 | 6042.75 |
| G4     | 4785.19      | 4774.34 | 4978.80 |
| G5     | 5102.44      | 5102.42 | 5217.12 |
| Rataan | 5338.07      | 5299.39 | 5445.27 |

**Nilai Taraf Pemupukan Optimum Ekonomis pada Beberapa Rasio Harga**

Data pada Tabel 5 adalah rata-rata taraf pemupukan optimum ekonomis dugaan dari ketujuh galur berdasarkan pada beberapa rasio harga pupuk terhadap harga gabah.

Tabel tersebut menunjukkan terdapat perbedaan yang jelas diantara model-model dalam

me-ntukan taraf pemupukan optimum dan ekonomis berdasarkan beberapa rasio harga pupuk terhadap gabah yang terjadi. Rata-rata taraf pemupukan N optimum dan ekonomis yang dihasilkan oleh model Linear Plateau dari beberapa rasio harga ternyata tidak berubah walaupun rasio harganya meningkat. Hal ini dikarenakan taraf pemupukan N optimum dan ekonomis yang dihasilkan oleh model Linear Plateau tidak tergantung pada rasio harga, tetapi tergantung pada model itu sendiri.

Dari tabel 5 dapat dilihat juga model Kuadratik Plateau dan model Kuadratik perubahan rata-rata taraf pemupukan optimum dan ekonomis tidak terlalu besar dan cukup konsisten untuk setiap perubahan rasio harga.

Tabel 5. Rata-rata (dari 5 galur) taraf pemupukan optimum ekonomis dugaan pada beberapa rasio harga pupuk terhadap gabah (Kg/ha)

| Rasio Harga | Model Respon |     |     |
|-------------|--------------|-----|-----|
|             | LP           | KP  | K   |
| 0.5         | 103          | 138 | 147 |
| 1           | 103          | 136 | 145 |
| 1.5         | 103          | 134 | 143 |
| 2           | 103          | 132 | 140 |
| 2.5         | 103          | 130 | 138 |

#### Perilaku Sisaan

Plot antara sisaan dengan faktor pemupukan setiap model tercantum pada Lampiran 2. Dari plot tersebut terlihat adanya titik-titik yang berada diatas maupun dibawah garis horisontal. Garis horisontal ini menunjukkan nilai respon pengamatan. Titik-titik yang terletak diatas garis horisontal menunjukkan bahwa titik-titik tersebut nilai dugaannya berada dibawah nilai pengamatan (underestimate) berarti biasanya positif. Sedangkan titik-titik yang terletak dibawah garis horisontal menunjukkan bahwa nilai dugaan yang dihasilkan model melebihi nilai sebenarnya yang berarti biasanya negatif (overestimate).

Dari plot tersebut terlihat semua model menghasilkan sisaan yang relatif hampir sama berkisar antara -400 sampai 400. Untuk model Linear Plateau dan Kuadratik Plateau terdapat 2 titik sisaan yang letaknya jauh dari garis horisontal dibandingkan titik-titik sisaan lainnya.

Bias dari masing-masing model untuk taraf pemupukan optimum dan ekonomis dugaan dapat dilihat secara grafis pada Lampiran 3. Dari plot tersebut jelas terlihat semua model menghasilkan nilai dugaan taraf pemupukan N optimum dan ekonomis yang melebihi nilai sebenarnya (overestimate). Dan nilai sisaannya relatif hampir sama terlihat untuk model Kuadratik Plateau dan Kuadratik, kecuali untuk model Kuadratik Plateau yang menunjukkan ada nilai sisaan yang letaknya memencil dibandingkan titik sisaan lainnya,

demikian juga halnya dengan yang terjadi pada model Linear Plateau.

Plot sisaan terhadap dugaan masing-masing model disajikan pada Lampiran 4. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semua model menghasilkan nilai sisaan yang mendekati garis horisontal. Titik-titik pada model Linear Plateau dan Kuadratik Plateau terlihat lebih mendekati garis horisontal dibandingkan dengan model Kuadratik, kecuali ada 2 titik masing-masing model Linear Plateau dan Kuadratik Plateau yang letaknya memencil diatas dan dibawah garis horisontal, sehingga hal ini akan mempengaruhi asumsi kenormalan. Untuk lebih memastikan model-model mana yang sudah memenuhi asumsi kenormalan, maka dilakukan pengujian asumsi ini untuk setiap model.

Dari hasil pengujian asumsi kenormalan pada lampiran 5, diperoleh bahwa model yang memenuhi asumsi kenormalan pada taraf  $\alpha = 0.05$  adalah hanya model Kuadratik saja. Sedangkan kedua model lainnya yaitu Linear Plateau dan Kuadratik Plateau tidak memenuhi asumsi kenormalan, sehingga model-model Linear Plateau, Kuadratik Plateau tidak sah untuk menggambarkan hubungan respon hasil gabah terhadap pemupukan N.

Berdasarkan pembahasan diatas, model yang dipilih lebih baik dari pada model lainnya adalah model Kuadratik. Hal ini dilihat dari perilaku sisaan, pengujian asumsi kenormalan juga atas pertimbangan nilai dugaan respon yang dihasilkan serta nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ).

## KESIMPULAN

Model kuadratik lebih baik daripada linear plateau dan kuadratik plateau dalam menggambarkan respon pemupukan dan penentuan taraf pemupukan optimum pemupukan N pada padi sawah.

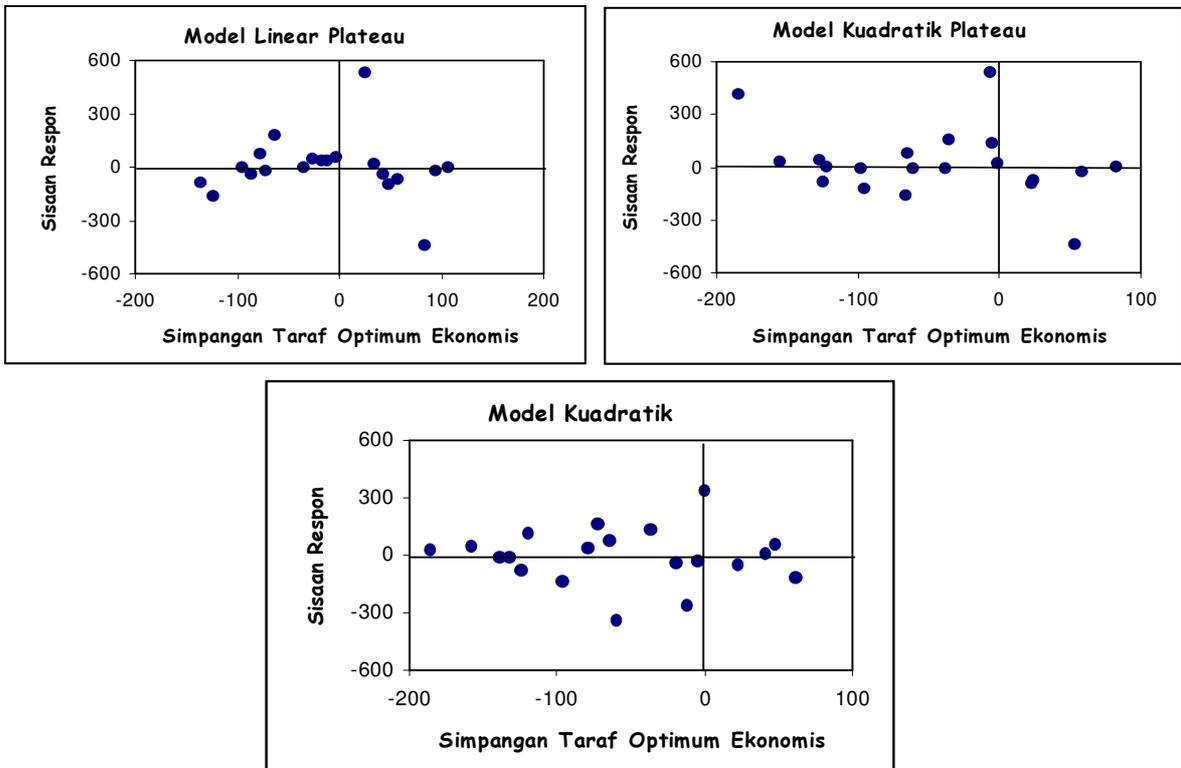
Secara rata-rata taraf pemupukan yang optimum dan ekonomis untuk model Kuadratik sebesar 146 Kg urea/ha.

## DAFTAR PUSTAKA

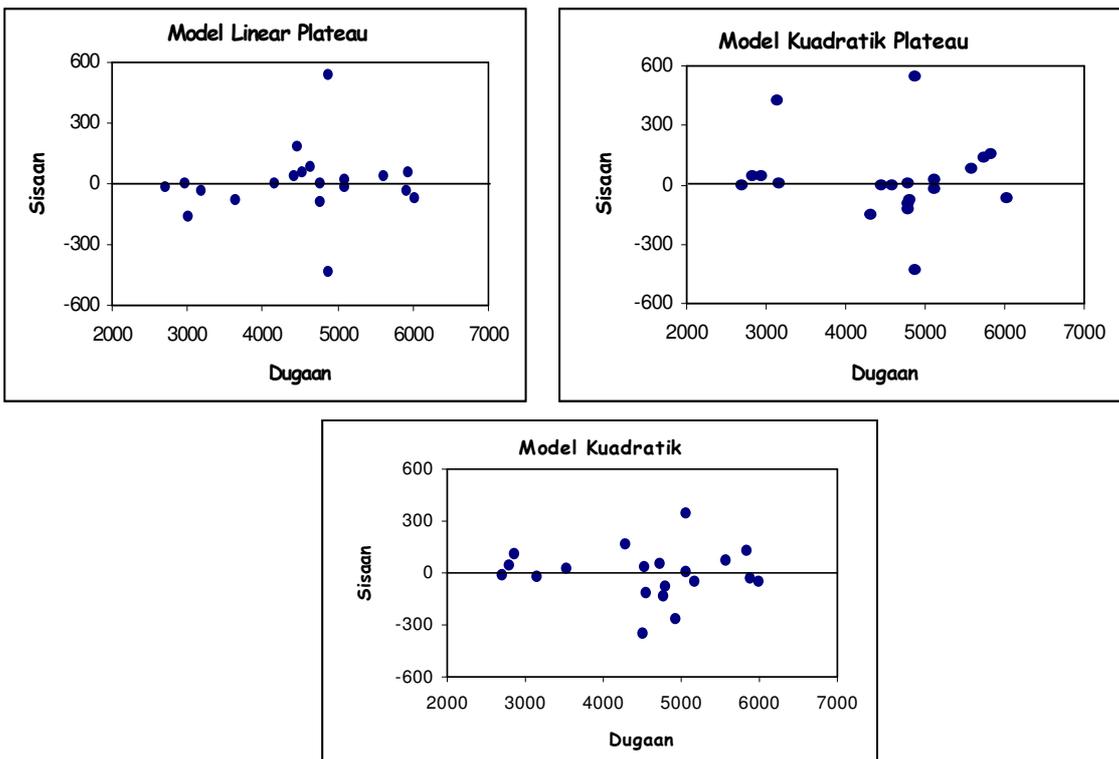
- Anderson, R. L. and L. A. Nelson. 1975. A family of models involving intersecting straight lines and concomitant experimental designs useful in evaluating response to fertilizer nutrients. *Biometrics* 31:303-318.
- Belanger G., J. R. Walsh, J. E. Richards, P. H. Milburn, and N. Ziadi. 2000. Comparison of three statistical models describing potato yield response to Nitrogen fertilizer. *Agron. J.* 92:902-908.



Lampiran 3. Plot sisaan terhadap simpangan taraf optimum ekonomis



Lampiran 4. Plot sisaan terhadap dugaan



Lampiran 5. Uji Kenormalan Sisaan

