



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PENENTUAN WAKTU PRODUKSI OPTIMUM PADA USAHA
PEMBIBITAN IKAN LELE SKALA RUMAH TANGGA DENGAN
ANALISIS REGRESI**

**BIDANG KEGIATAN :
PKM GAGASAN TERTULIS**

Diusulkan oleh :

HENDRA PRASETYA	NIM. G14070025 / 2007
ANGGA LESVIAN	NIM. G14060715 / 2006

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
KOTA BOGOR**

2010

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Karya Tulis : Aplikasi Analisis Regresi dalam Penentuan Waktu Produksi Optimum pada Usaha Pembibitan Ikan Lele Skala Rumah Tangga
2. Bidang Kegiatan : () PKM AI (√) PKM GT
3. Ketua Tim
 - a. Nama Lengkap : Hendra Prasetya
 - b. NIM : G14070025
 - c. Jurusan/Fakultas : Statistika / MIPA
 - d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumah dan HP : Babakan Lio No. 27, Kelurahan Balumbang Jaya, Kecamatan Darmaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, 16680
HP. 085782211837
 - f. Alamat e-mail : mahee98@yahoo.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 1 orang
5. Dosen Pendamping
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Ir. I Made Sumertajaya, M. Si
 - b. NIP : 19680702 199402 1 001
 - c. Alamat Rumah dan No. Tel. : Jalan Manggis 1 No. 62 Perumnas Bantar Kemang Kodya Bogor Telp. (0251) 8379239

Bogor, 20 Maret 2010

Menyetujui,
Pembina UKM FORCES

Ketua Pelaksana

Dr. Ir. Luki Abdullah, M. Sc, Agr
NIP. 19670107199103 1 003

Hendra Prasetya
NIM. G14070025

Wakil Rektor Bidang
Kemahasiswaan & Akademik

Dosen Pendamping

Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS.
NIP. 19581228 198503 1 003

Dr. Ir. I Made S., M. Si
NIP. 19680702 199402 1 001

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah, penulis ungkapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan kekuatan dan hidayah-Nya sehingga karya tulis ilmiah yang berjudul “Aplikasi Analisis Regresi Dalam Penentuan Waktu Produksi Optimum Pada Usaha Pembibitan Ikan Lele (*Pangasius Sutchi*) Skala Rumah Tangga” dapat diselesaikan. Karya tulis ini diikutsertakan pada Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis Tahun 2010. Shalawat dan salam semoga tercurah pula kepada Rasulullah Muhammad SAW dan para sahabat. Teriring doa dan harap semoga Allah meridhoi upaya yang kami lakukan.

Karya tulis ini mengangkat masalah mengenai kondisi petani hatcheri ikan Lele skala rumah tangga yang seringkali menjual larva ikan tanpa memperhitungkan optimalisasi waktu produksi. Akibatnya, nilai tambah yang seharusnya didapatkan petani kecil pada mata rantai tertentu (pembibit, pendeder, atau pembesar) justru diambil oleh *broker* yang notabene adalah orang kaya. Hal ini menjadi perhatian menarik bagi penulis untuk membuat karya ilmiah tentang aplikasi analisis regresi untuk menentukan waktu produksi paling optimum pada pembibitan ikan Lele agar para petani memperoleh laba yang maksimum.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. I Made Sumertajaya, M. Si yang banyak memberi bimbingan dan arahan kepada penulis dalam melakukan penulisan. Penulis berharap karya tulis ini bermanfaat bagi penulis, mahasiswa, dan khususnya kepada para petani hatcheri ikan Lele skala rumah tangga agar lebih memperhitungkan lagi waktu produksi optimum dalam usahanya.

Bogor, Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN.....	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Perumusan Masalah.....	2
Tujuan Penulisan.....	2
Manfaat Penulisan.....	2
TELAAH PUSTAKA	
Regresi Linear	3
Regresi Berganda	3
Regresi Polinomial	3
Regresi Polinomial Tersegmen.....	4
Regresi Non Linear	4
Pemeriksaan Sisaan	6
Koefisien Determinasi (R^2)	6
Pengujian Keberartian Regresi	7
Ketepatan Derajat Regresi Polinomial	7
Fungsi Produksi dan Penerimaan Total	7
Kurva Biaya Total	8
Optimalisasi Laba.....	8
METODE PENULISAN	
Penentuan Gagasan	10
Pengumpulan Data	10
Analisis Data dan Sintesis	10
Penarikan Kesimpulan dan Saran	11
GAGASN	
Analisis Permasalahan	12
Sintesis Solusi	
<i>Fungsi Pertumbuhan Larva sebagai Fungsi Produksi.....</i>	13
<i>Fungsi Penerimaan Total (TR).....</i>	16
<i>Fungsi Biaya Total Produksi (TC).....</i>	16

<i>Waktu Produksi Optimum (X_{maks})</i>	17
PENUTUP	
Kesimpulan	19
Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mata Rantai dalam Bisnis Pembudidayaan Ikan Lele.....	1
Gambar 2. Pola-pola yang terbentuk hasil plot antara sisaan dengan	6
Gambar 3. Kerangka Pemikiran.....	9
Gambar 4. Tahapan Metode Penulisan.....	10
Gambar 5. Plot Data Panjang Badan Larva Lele dengan Umur Larva.....	13
Gambar 6. Plot Sisaan.....	14
Gambar 7. Kurva Pertumbuhan Larva Lele.....	19
Gambar 8. Plot Sisaan Mode Terakhir.....	15
Gambar 9. Kurva Penerimaan Total Menurut Umur Larva Lele.....	16
Gambar 10. Kurva Biaya Total Menurut Umur Larva Lele.....	17
Gambar 11. Kurva fungsi laba dan turunan pertamanya.....	18

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Bentuk-Bentuk Kurva Dan Transformasi Hasil Plot antara Sisaan dengan Nilai Peluang Normal.....	5
Tabel 2. F Hitung, Nilai-P Serta R^2 untuk Setiap Penambahan Ordo.....	19
Tabel 3. Data Harga Jual Menurut Ukuran Benih Ikan Lele.....	16

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Panjang Badan Larva Ikan Lele Sesuai Umur Larva
- Lampiran 2. Nilai-Nilai untuk Fungsi Pertumbuhan Berdasarkan Transformasi
Data Panjang Badan Ikan dengan Menggunakan Fungsi Logaritma
Natural
- Lampiran 3. Nilai-Nilai untuk Fungsi Total Penerimaan
- Lampiran 4. Nilai-Nilai untuk Fungsi Biaya Total
- Lampiran 5. Nilai-Nilai untuk Fungsi Laba Usaha () dan Turunan Laba ()

RINGKASAN

Lele atau Lele (*Pangasius sutchi*) merupakan ikan introduksi dari Thailand yang mempunyai prospek pasar yang baik untuk pasar domestik maupun untuk ekspor, terutama dalam bentuk larva (benih) (Prasetio, 1996). Ikan Lele dalam ukuran dewasa dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan yang mengandung protein tinggi, sedangkan dalam bentuk larva dapat dimanfaatkan sebagai ikan hias. Karena alasan itulah, saat ini telah berkembang hatcheri pembudidayaan ikan Lele skala rumah tangga, menengah, maupun besar (Perangin-angin, 2003).

Industri pembudidayaan ikan Lele dapat dikategorikan menjadi beberapa mata rantai, yaitu pembibitan, pendederan, dan pembesaran. Hatcheri skala rumah tangga umumnya hanya termasuk kategori satu (pembibitan) atau dua (pendederan). Setiap peralihan mata rantai dalam industri pembudidayaan ikan Lele ini biasanya diselengi oleh peranan *broker*.

Meskipun usaha pembibitan ikan ini menguntungkan, seringkali *broker* mengambil alih nilai tambah yang seharusnya diperoleh petani pada mata rantai tertentu. Penyebabnya adalah karena para petani hatcheri skala rumah tangga seringkali menjual larva ikan tanpa memperhitungkan optimalisasi waktu produksi.

Oleh karena itu, melalui karya ini penulis berusaha menjabarkan suatu analisis dengan pendekatan statistika dan ekonomi yang bertujuan dan berguna untuk menentukan waktu produksi optimum pada pembibitan ikan Lele. Dengan mengetahui waktu produksi optimum tersebut, para petani dapat mengetahui kapan waktu penjualan larva ikan yang tepat, sehingga akan dihasilkan laba usaha paling maksimum.

Penentuan waktu produksi optimum dapat dilakukan dengan analisis pendekatan secara statistika dengan menerapkan analisis regresi, yang meliputi analisis regresi linear, non linear, polinomial, dan polinomial tersegmen. Data yang dibutuhkan untuk analisis itu adalah data panjang badan benih, data harga jual menurut ukuran benih ikan, dan data biaya operasional usaha pembibitan.

Output dari hasil analisis regresi itu adalah berupa fungsi pertumbuhan larva (sebagai fungsi produksi), fungsi harga jual larva, dan fungsi biaya total. Selanjutnya, dengan mengkomposisikan fungsi pertumbuhan ke dalam fungsi harga jual, maka diperoleh fungsi penerimaan total. Dengan menerapkan teori bahwa laba merupakan fungsi total perolehan laba dikurangi fungsi biaya total, maka dapat diperoleh fungsi laba (terhadap umur benih).

Dalam hal ini waktu produksi optimum terjadi pada titik-titik kritis fungsi laba. Titik kritis itu dapat diperoleh dengan melakukan penurunan fungsi laba terhadap variabel umur larva. Titik kritis yang menghasilkan nilai laba terbesar menunjukkan bahwa titik tersebut adalah waktu produksi optimum. Artinya, jika larva atau benih dipanen dan dijual pada umur yang nilainya sama dengan titik kritis itu, maka petani akan memperoleh laba paling maksimum.

Pada analisis yang telah dilakukan penulis, maka diperoleh waktu produksi optimum ikan Lele adalah ketika larva berusia 20 hari. Jadi, jika petani melakukan penjualan larva-larva ikan Lele saat larva berusia 20 hari, petani akan mendapatkan laba maksimum. Oleh karena itu, alangkah baiknya jika petani melakukan penjualan larva pada umur tersebut.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ikan lele adalah salah satu ikan air tawar yang memiliki prospek pemasaran yang baik. Ikan ini pertama kali masuk ke Indonesia pada tahun 1972 dari Bangkok. Ikan lele memiliki nilai ekonomis tinggi karena pada ukuran bibit (benih) dapat digunakan sebagai ikan hias, sedangkan ukuran dewasa menjadi ikan konsumsi (Hardjamulia *et. al.*, 1986). Disamping itu, ikan lele mempunyai peluang sebagai komoditas ekspor, terutama ke Amerika dalam bentuk filet (Prasetio, 1993).

Melihat peluang pasar yang baik tersebut, maka dewasa ini berkembang pesat hatcheri skala rumah tangga yang melakukan pembibitan maupun pendederan bibit ini. Usaha ini cukup meningkatkan taraf hidup masyarakat serta membuka lapangan pekerjaan yang memberikan penghasilan cukup memadai untuk tenaga kerja yang tidak memiliki tingkat pendidikan tinggi, bahkan yang tidak berpendidikan formal.

Berdasarkan pengamatan pada petani di Indonesia, misalnya petani di kecamatan Ciampea, kabupaten Bogor, industri pembudidayaan ikan lele dapat dikategorikan menjadi beberapa mata rantai, yaitu:

1. Pembibitan

Orang yang melakukan pembibitan disebut pembibit. Pembibit merupakan petani yang memijahkan induk lele dan merawat larva yang menetas sampai umur 12-20 hari.

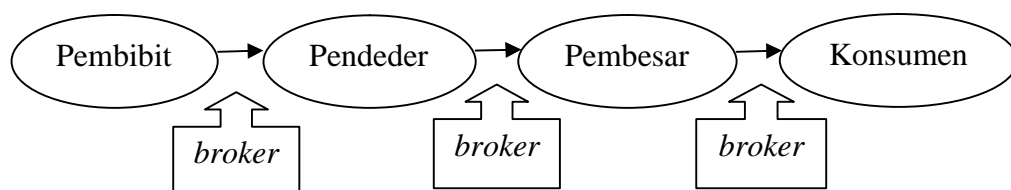
2. Pendederan

Orang yang melakukan pendederan disebut pendeder. Pendeder merupakan petani yang melakukan pengadaptasian bibit lele dengan kondisi alam serta pakan buatan (pelet ikan). Proses pengadaptasian ini disebut sebagai pendederan. Pendederan dilakukan pada bibit Lele sampai umur 1,5-2 bulan.

3. Pembesaran

Pembesar merupakan petani yang memelihara bibit Lele sampai pada ukuran konsumsi.

Setelah mata rantai pembesaran, ikan dipasarkan ke konsumen. Setiap peralihan mata rantai dalam industri pembudidayaan ikan Lele ini, seringkali diselingi oleh peranan *broker*. *Broker* adalah orang atau pihak perantara yang menerima pembelian berupa larva (benih ikan) maupun ikan dewasa dengan harga yang biasanya relatif murah. Secara sistematis, mata rantai usaha pembibitan ikan Jmbal Siam tercantum pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Mata Rantai dalam Bisnis Pembudidayaan Ikan Jmbal Siam

Hatcheri skala rumah tangga umumnya hanya termasuk kategori satu atau dua. Jarang ditemukan hatcheri rumah tangga yang mencakup kedua mata rantai tersebut sekaligus. Hal ini terjadi karena keterbatasan modal yang dimiliki.

Para petani hatcheri skala rumah tangga seringkali menjual larva ikan tanpa memperhitungkan optimalisasi waktu produksi. Ini menyebabkan nilai tambah yang mestinya dimiliki petani suatu mata rantai tertentu diambil oleh petani pada mata rantai berikutnya maupun *broker*.

Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis dengan pendekatan statistika dan ekonomi untuk menentukan waktu produksi optimum pada pembibitan ikan Lele agar para petani memperoleh laba usaha maksimum. Dengan analisis regresi diharapkan hal tersebut bisa dilakukan.

Perumusan Masalah

Secara umum penulis dapat merumuskan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut.

1. Kurangnya perhatian petani hatcheri pembibitan ikan Lele (*Pangasius sutchi*) skala rumah tangga terhadap waktu produksi optimum.
2. Perlunya melakukan analisis dengan pendekatan statistika melalui aplikasi analisis regresi untuk dapat menentukan waktu produksi optimum tersebut..
3. Bagaimana cara menentukan waktu produksi ikan Lele dengan analisis regresi.

Tujuan Penulisan

Tujuan dari karya ini adalah :

1. Menentukan waktu produksi optimal dalam rangka memaksimalkan laba berdasarkan fungsi pertumbuhan dan fungsi biaya pada hatcheri pembibitan ikan Lele skala rumah tangga.
2. Memaparkan aplikasi analisis regresi dalam penentuan waktu produksi optimum tersebut.

Manfaat Penulisan

Manfaat yang diperoleh dari penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi pemerintah, hasil analisis pada karya ini dapat dijadikan bahan publikasi kepada masyarakat Indonesia terutama kepada kalangan petani agar bisa diaplikasikan.
2. Bagi masyarakat dan petani hatcheri pembibitan Ikan Lele, dengan menerapkan waktu produksi optimum pada usahanya, maka laba usaha yang diperoleh akan maksimum.
3. Meningkatkan kesadaran mahasiswa, khususnya mahasiswa statistika, bahwa statistika merupakan bidang ilmu yang mempunyai peranan penting di berbagai ruang lingkup kehidupan, tidak terkecuali bisnis dan usaha.

TELAAH PUSTAKA

Regresi Linear

Hubungan antara dua peubah atau lebih seringkali bermanfaat untuk diketahui. Analisis regresi adalah teknik statistika yang menyelidiki tentang model dan hubungan antara dua peubah atau lebih. Model yang diperoleh dapat digunakan untuk tujuan optimalisasi atau proses kontrol (Hines dan Montgomery, 1990).

Misalkan peubah yang akan dicari hubungannya adalah sebuah peubah tak bebas y dan k peubah bebas (x_1, x_2, \dots, x_k) . Hubungan antara peubah-peubah ini dituliskan dalam sebuah model secara matematik yang disebut sebagai persamaan regresi.

Menurut Hines dan Montgomery (1990), dalam beberapa keadaan, para pelaku percobaan akan mengetahui bentuk pasti hubungan fungsi sebenarnya antara y dan x_1, x_2 , sampai x_k . Katakan $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$. Meskipun dalam beberapa masalah, hubungan fungsi sebenarnya tidak diketahui, dan para pelaku percobaan akan memilih sebuah fungsi pendekatan untuk menduga f . Sebuah model polinomial biasanya digunakan sebagai penduga fungsi.

Regresi Berganda

Model-model regresi yang menggunakan lebih dari satu variable bebas disebut model regresi berganda. Misalkan ada n observasi, dimana $n > k$, model persamaan regresi linear berganda dapat dituliskan sebagai berikut,

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad \text{atau} \quad y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i$$

sedangkan $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, dalam notasi matriks ditulis :

Dengan metode kuadrat terkecil, parameter-parameter β_i ; $i = 1, 2, \dots, k$ dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\hat{\underline{\beta}} = (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{y}$$

Regresi Polinomial

Model regresi polynomial digunakan secara luas dalam masalah di mana responnya adalah kurva linear karena prinsip-prinsip umum regresi berganda dapat diaplikasikan (Hines dan Montgomery, 1990). Misalnya untuk regresi polinomial berderajat dua dengan satu peubah bebas, persamaan regresinya adalah :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 +$$

Persamaan di atas dapat dituliskan dalam bentuk persamaan regresi berganda :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 +$$

dimana $x_2 = x_1^2$

Regresi Polinomial Tersegmen

Misalkan dalam sebuah kurva terdapat dua buah hubungan, yakni linear dan kuadratik. Model regresi dengan cara memilih interval X untuk menempatkan masing-masing model, tidak diperbolehkan (Ryan, 1997). Untuk menanggulangi masalah seperti ini, analisis regresi polinomial tersegmen dapat diaplikasikan.

Regresi polinomial tersegmen digunakan jika dalam sebuah kurva mengandung beberapa bagian hubungan peubah (sub model) dan digabungkan dalam sebuah model. Secara formal didefinisikan sebagai berikut (Tonapa, 1998) :

$$y_t = g(x_t) + \epsilon_t$$

dimana

$$\begin{aligned} g(X_t) &= a_0 + a_1X + \dots + a_{q1}X^{q1} & ; a \leq X \leq b_1 \\ &= a_{20} + a_{21}X + \dots + a_{2q1}X^{q2} & ; b_1 \leq X \leq b_2 \\ &\vdots \\ &= a_{r0} + a_{r1}X + \dots + a_{rq1}X^{qr} & ; b_{r-1} \leq X \leq b \end{aligned}$$

$g(X)$ yang menjadi sub model harus memenuhi kondisi :

B_0 : $g(X)$ kontinu dalam X

B_1 : $g(X)$ kontinu dalam X

▼

$$B_r = \frac{\partial^r g(X)}{\partial X^r} \quad \text{kontinu dalam } X$$

Metode pengepasan $g(X)$ terhadap pasangan data (x_t, y_t) menggunakan vektor dugaan dari titik penghubung :

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_{r-1})$$

Dengan metode kuadrat terkecil, pendugaan vektor titik-titik penghubung di atas dilakukan dengan prosedur :

1. Tuliskan kembali model dalam bentuk persamaan tunggal sebagai kombinasi linear dari :

$$1, X, X^2, \dots, X^{q1}, T_0(X - b_1), \dots, T_{q1}(X - b_1);$$

dimana : $i=1, 2, \dots, r-1$

$$T_k(Z) = \begin{cases} Z^k & ; \text{ untuk } Z \geq 0 \\ 0 & ; \text{ untuk } Z < 0 \end{cases}$$

2. Hitung parameter-parameter dengan menggunakan kondisi B_0 dan B_1 sebagai kendala.
3. Duga titik penghubung dengan iterasi.

Regresi Non Linear

Dalam beberapa keadaan, hubungan antara peubah-peubah yang akan dicari tidak berbentuk linear. Misalkan :

$$y = \theta_0 e^{ix} \epsilon$$

Pada persamaan di atas, terlihat bahwa respon tidak diekspresikan sebagai hasil aditif dari $\beta_j x_j$ dan komponen acak ϵ juga tidak bersifat aditif. Keragaman y tergantung pada nilai x (Allen dan Cady, 1982).

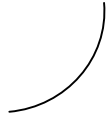
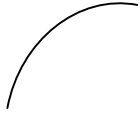
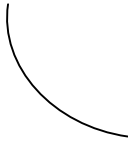
Dengan memberikan fungsi \ln pada kedua ruas persamaan dapat diperoleh:

$$\ln y = \ln \theta_0 + \beta_1 x + \ln \epsilon$$

dengan demikian dapat dilakukan analisis regresi linear untuk model persamaan terakhir.

Allen dan Cady (1982) mengungkapkan beberapa bentuk kurva yang umum ditemukan dalam praktek dan transformasi-transformasi yang digunakan untuk pelurusan (**Table 1**).

Tabel 1. Bentuk-Bentuk Kurva Dan Transformasi Hasil Plot antara Sisaan dengan Nilai Peluang Normal

Bentuk Kurva	Transformasi
	$y^* = \ln (y+c)$
	$y^* = \sqrt{y + c}$
	$x^* = \exp (bx)$
	$x^* = (x+c)^2$
	$y^* = \exp (by)$
	$y^* = (y+c)^2$
	$x^* = \ln (x+c)$
	$x^* = \sqrt{x + c}$
	$y^*=1/y$
	$y^*=1/\sqrt{y}$
	$y^* = \ln (y+c)$
	$x^* = \frac{1}{(x + c)}$
	$x^* = \frac{1}{(x + c)^2}$
	$x^* = \exp (-bx)$

Proses pentransformasian mengikuti prosedur sebagai berikut :

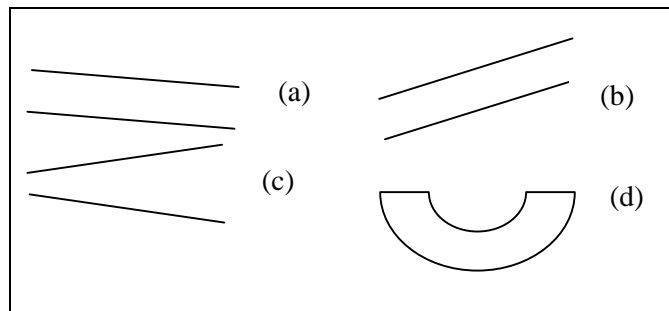
1. Penggeseran dan penggandaan peubah yang akan ditransformasi bertujuan untuk mencapai derajat yang tepat dari pelurusan yang dipilih. Dengan memilih tiga titik pada kurva yang nilai variabelnya belum ditransformasi dan berjarak sama, dapat dibentuk persamaan-persamaan untuk mencari parameter penggeser atau pengganda.
2. Cocokkan model untuk transformasi yang paling sesuai.

3. Plot dalam grafik dalam dua buah hasil transformasi dugaan. Jika salah satu model transformasi menunjukkan garis lurus dan sisanya menyebar acak, maka pentransformasian telah berhasil. Jika belum, ulangi proses pentransformasian peubah yang belum ditransformasi sebelumnya atau lakukan transformasi lain pada peubah yang sama.

Pemeriksaan Sisaan

Sisaan merupakan selisih antara nilai amatan dengan nilai dugaan, yaitu $:ei = y_i - \hat{y}_i$. Sisaan dalam regresi linear diasumsikan menyebar normal dengan nilai tengah nol dan ragam 2. Plot antara sisaan dengan nilai peluang normal dapat dipakai untuk melihat terpenuhi tidaknya asumsi kenormalan. Jika hasil plot tersebut membentuk garis lurus, maka dapat dikatakan sisaan menyebar normal.

Sedangkan plot antara sisaan dengan seringkali berguna untuk memeriksa terpenuhi tidaknya asumsi untuk nilai tengah dan ragam dari sisaan. Menurut Hines dan Montgomery (1990), plot sisaan dengan biasanya akan menyerupai salah satu pola pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pola-Pola Yang Terbentuk Hasil Plot antara Sisaan dengan

Pada Gambar 2 diterangkan bahwa :

- (a) Sisaan beragam konstan.
- (b) Susunan linear bertambah menurut waktu. Penyimpangan terhadap persamaan regresi bersifat sistematis.
- (c) Ragam tidak konstan (membesar). Perlu analisis kuadrat terkecil terboboti atau melakukan tranformasi terhadap amatan y sebelum melakukan nalisis regresi.
- (d) Model tidak memadai, diperlukan ordo yang lebih tinggi dalam model atau perlu transformasi.

Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi menunjukkan proporsi keragaman data yang dapat diterangkan oleh model. Besarnya koefisien determinasi adalah antara nol sampai dengan satu ($0 \leq R^2 \leq 1$).

$$R^2 = 1 - \frac{JK_{\text{satuan}}}{JK_{TK}}$$

dimana :

$$JK \text{ satuan} = (y_i - \bar{y})^2$$

$$JK \text{ total terkoreksi (TK)} = (y_i - \bar{y})^2$$

Model yang baik memiliki koefisien determinasi yang besar (mendekati 1) (Hines dan Montgomery, 1990).

Pengujian Keberartian Regresi

Pengujian keberartian regresi adalah sebuah pengujian untuk menentukan hubungan apakah ada sebuah hubungan linear antara variabel tak bebas y dan variabel-variabel bebas x_1, x_2, \dots, x_k (Hines dan Montgomery, 1990).

Hipotesisnya adalah :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ untuk paling sedikit satu } j$$

Statistik ujinya adalah :

$$F_{hitung} = \frac{JK_{regresi} / k}{JK_{sisaan} / (n - k - 1)} = \frac{KT_{regresi}}{KT_{sisaan}}$$

Penolakan terhadap H_0 terjadi apabila :

$$F_{hitung} > F_{(k, n-k-1)}$$

Ketepatan Derajat Regresi Polinomial

Bentuk regresi polinomial yang baik hanya menggunakan model dengan derajat terendah yang konsisten dengan datanya. Oleh karena itu, penambahan derajat (ordo) pada model perlu diuji.

Pendekatan hipotesisnya adalah :

$$H_0 : \beta_{11} = 0$$

$$H_1 : \beta_{11} \neq 0$$

Statistika ujinya adalah :

$$F_{hitung} = \frac{JK(\beta_{11} | \beta_1, \beta_2)}{JK_{sisaan} / (n - k - 2)}$$

Penolakan H_0 terjadi apabila :

$$F_{hitung} > F_{(k, n-k-2)}$$

Fungsi Produksi dan Penerimaan Total

Fungsi produksi adalah suatu daftar (schedule) yang memperlihatkan besarnya barang dan jasa secara maksimum dapat dihasilkan oleh sejumlah masukan (input) tertentu pada tingkatan teknologi tertentu (Syahrudin, 1990). Secara umum fungsi produksi dinotasikan sebagai berikut :

$$Q = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

dimana Q adalah jumlah barang dan jasa yang dihasilkan dari X_i dimana $i=1,2,\dots,n$ adalah macam masukan yang digunakan untuk menghasilkan Q.

Jika dipandang dari sudut pandang perusahaan, kurva penerimaan total (TR) adalah kurva yang menunjukkan pengeluaran total konsumen untuk produk perusahaan yang bersangkutan (Stonier dan Hague, 1975). Dengan kata lain, penerimaan total adalah hasil kali antara jumlah produk yang dihasilkan dengan harganya. Secara umum kurva penerimaan total dinotasikan sebagai berikut :

$$TR = Q \cdot P$$

dimana Q adalah jumlah barang dan jasa yang dihasilkan perusahaan dan P adalah harga jual produk yang dihasilkan perusahaan.

Kurva Biaya Total

Kurva biaya total suatu perusahaan (TC) adalah kurva yang menunjukkan biaya total untuk menghasilkan macam-macam output (Stonier dan Hague, 1975). Menurut Syahrudin (1990), TC dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu biaya tetap (FC : *fixed cost*) dan biaya berubah (VC : *variable cost*). Dalam bentuk persamaan ditulis :

$$TC = FC + VC$$

VC adalah biaya yang berubah nilainya sesuai dengan perubahan hasil (Q), sedangkan nilai FC tidak dipengaruhi oleh hasil. Oleh karena itu, untuk VC seringkali dituliskan sebagai fungsi terhadap Q ($VC[Q]$).

Optimalisasi Laba

Laba (π) adalah selisih antara penerimaan total (TR) dengan biaya total (TC). Laba dinotasikan sebagai berikut :

$$\pi = TR - TC$$

Sesuai tujuan perusahaan atau pelaku bisnis, maka perbedaan paling besar antara TR dan TC akan menghasilkan laba maksimum dan pada titik itulah terjadi keseimbangan perusahaan. Secara grafik, keseimbangan tercapai saat slope kurva TR adalah sama dengan slope kurva TC (Syahrudin, 1990). Ada dua syarat untuk memperoleh titik keseimbangan perusahaan yang memaksimumkan laba. Syarat pertama adalah mengambil turunan pertama terhadap Q dan kemudian disamakan dengan nol dan syarat kedua adalah turunan kedua dari π bernilai positif. Kedua syarat tersebut dinotasikan sebagai berikut :

$$\frac{\partial \pi}{\partial Q} = TR' - TC' = 0 \quad \text{atau} \quad TR = TC \quad \text{dan} \quad \frac{\partial^2 \pi}{\partial Q^2} > 0$$

dimana : π = laba

Q = jumlah produk yang dihasilkan

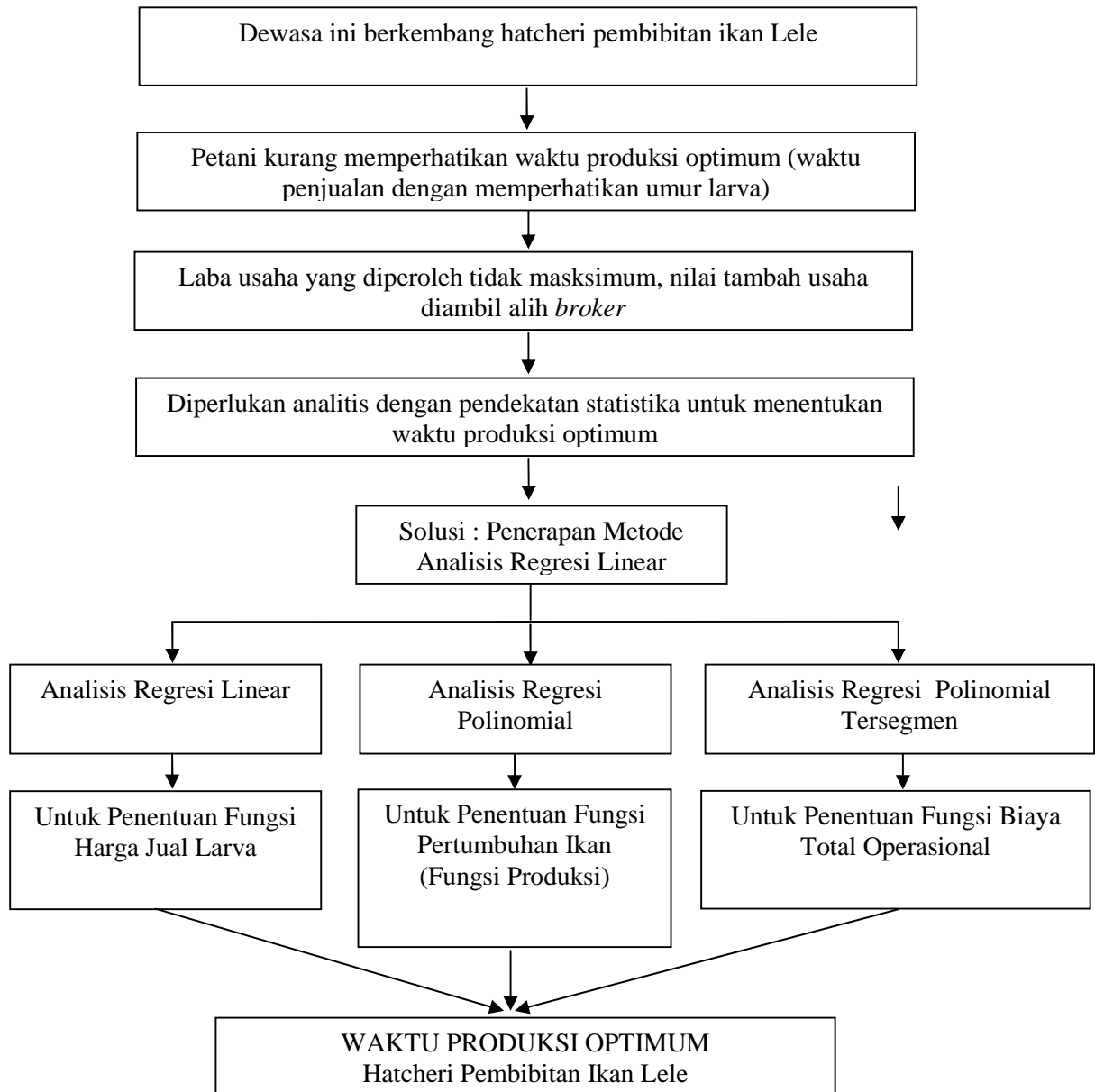
TR = penerimaan total

TC = biaya total

METODE PENULISAN

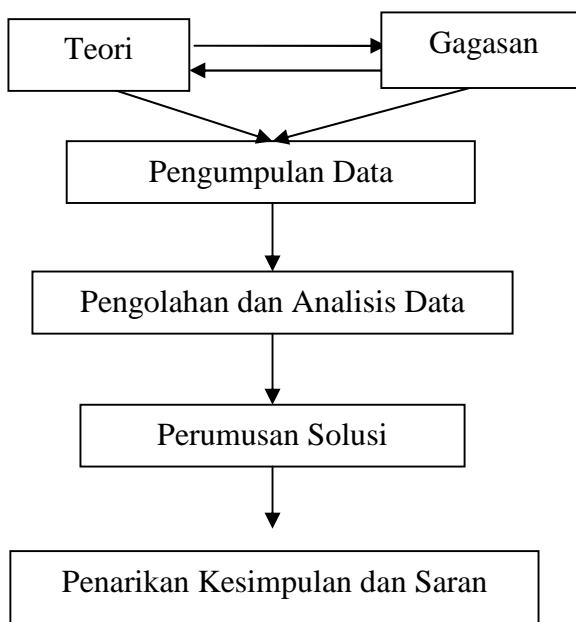
Penulisan karya ilmiah ini menggunakan metode observasi melalui perhitungan analitis, kajian pustaka, dan diskusi. Langkah yang dilakukan meliputi penentuan kerangka pemikiran, penentuan gagasan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, perumusan solusi, serta penerikan kesimpulan dan saran.

Kerangka pemikiran diilustrasikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

Adapun tahap penulisan diilustrasikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Tahapan Metode Penulisan

Secara terperinci tahapan penulisan karya ilmiah dapat dijelaskan sebagai berikut.

Penentuan Gagasan

Karya tulis ini mengangkat gagasan berupa permasalahan kurangnya perhatian petani hatcheri pembibitan ikan Lele (*Pangasius sutchi*) skala rumah tangga terhadap waktu produksi optimum. Dengan kata lain, para petani tidak memperhitungkan kapan waktu yang tepat untuk melakukan penjualan larva atau benih ikannya. Padahal, dengan menerapkan waktu produksi optimum dalam menjalankan usaha pembibitan, maka laba usaha yang diperoleh petani pun akan optimum (maksimum). Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu analisis dengan pendekatan statistika untuk menentukan waktu produksi optimum tersebut.

Tujuannya adalah agar hasil analisis tersebut dapat diterapkan para petani ikan Lele dalam menjalankan usahanya, sehingga mereka tidak kehilangan nilai tambah usaha yang seharusnya dapat mereka dapatkan.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data sekunder yang terdiri atas data panjang badan ikan Lele umur 0-20 hari, data harga jual larva, data biaya operasional usaha pembibitan ikan Lele untuk skala rumah tangga, data tentang analisis regresi, dan data tentang pemaksimuman usaha. Data diperoleh dari penelusuran pustaka berupa buku, artikel, internet, diskus, atau merujuk dari hasil survei mahasiswa jurusan Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Analisis Data dan Sintesis

Pengolahan dan analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan penjabaran analisis matematis dengan menerapkan metode analisis regresi linear. Untuk mempermudah analisis, digunakan pula *software* komputer seperti *minitab*

dan *microsoft excel*. Adapun sintesis merupakan pembahasan dan perumusan solusi berdasarkan hasil analisis data.

Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir penulisan karya tulis ialah berupa penarikan kesimpulan dari pembahasan. Selanjutnya, dari kesimpulan itu dapat dihasilkan saran-saran yang berkaitan dengan permasalahan yang ada. Saran tersebut diharapkan dapat diterakan kepada pihak-pihak terkait.

GAGASAN

Analisis Permasalahan

Saat ini hatcheri skala rumah tangga yang melakukan pembibitan ikan Lele saat ini telah menjadi bisnis usaha skala rumah tangga yang menguntungkan. (Prasetio, 1993). Usaha ini cukup meningkatkan taraf hidup masyarakat serta dapat membuka lapangan pekerjaan yang memberikan penghasilan cukup memadai untuk tenaga kerja yang tidak memiliki tingkat pendidikan tinggi, bahkan yang tidak berpendidikan formal. (Hardjamulia *et. al.*, 1986).

Namun, para petani hatcheri skala rumah tangga tersebut seringkali menjual larva ikan tanpa memperhitungkan optimalisasi waktu produksi. Ini menyebabkan nilai tambah yang mestinya dimiliki petani suatu mata rantai tertentu diambil oleh petani pada mata rantai berikutnya maupun *broker*.

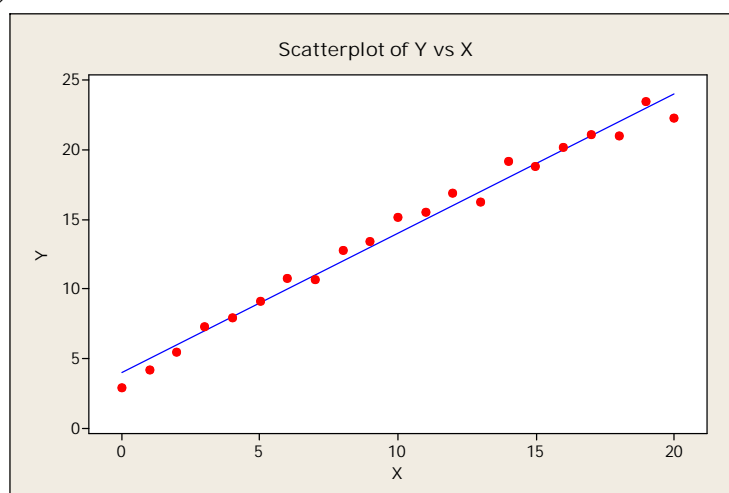
Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis dengan pendekatan statistika untuk menentukan waktu produksi optimum pada pembibitan ikan Lele agar para petani memperoleh laba usaha maksimum. Pada dasarnya ada sepuluh tahapan dalam menentukan analisis tersebut, yaitu sebagai berikut.

1. Analisis awal dengan melakukan analisis regresi data panjang badan larva terhadap umur, Y sebagai peubah respon yang merupakan panjang badan ikan dan X sebagai peubah prediktor yang merupakan umur benih ikan.
2. Pemeriksaan terhadap sisaan dengan melakukan explorasi terhadap grafik *normal probability plot*, *histogram*, *residuals vs fitted values*, dan *residuals vs order of the data*, apakah sudah memenuhi 3 asumsi, yaitu kenormalan, kehomogenan sisaan, dan kebebasan sisaan.
3. Analisis regresi polinomial dengan ordo yang lebih tinggi terhadap data mentah yang telah ditransformasi agar memenuhi beberapa 3 asumsi di atas.
4. Menentukan model fungsi pertumbuhan fungsi produksi (Y) larva Lele dengan menguji penambahan ordo sampai diperoleh hail yang nyata dan penambahan R^2 yang besar.
5. Menentukan fungsi harga jual larva ikan (P) dengan melakukan analisis regresi sederhana terhadap data harga jual larva berdasarkan ukuran larva.
6. Menentukan fungsi penerimaan total (TR) dengan mengkomposisikan fungsi pertumbuhan kedalam fungsi harga jual.
7. Menentukan dua segmen fungsi biaya tetap berdasarkan biaya variabel dan biaya tetap.
8. Menentukan fungsi biaya total dengan melakukan regresi polinomial tersegmen terhadap dua segmen fungsi biaya yang telah diperoleh sebelumnya.
9. Menentukan fungsi biaya total per ikan (TC*) dengan membagi fungsi biaya total dengan jumlah larva ikan.
10. Menentukan fungsi laba usaha dengan cara mengurangkan fungsi TR terhadap fungsi TC. Selanjutnya, dicari turunan laba untuk menentukan titik kritis. Titik kritis yang menghasilkan laba usaha terbesar menunjukkan waktu produksi optimum.

Sintesis Solusi

Fungsi Pertumbuhan Larva sebagai Fungsi Produksi

Sebagai analisis awal, digunakan analisis regresi linear sederhana dengan Y sebagai peubah respon yang merupakan panjang badan ikan dan X sebagai peubah prediktor yang merupakan umur benih ikan. Hasil analisis regresi linear sederhana menghasilkan persamaan regresi $Y = 4.00 + 1.00 X$. Persamaan regresi ini memiliki F-hitung sebesar 1177.51 dan nilai-p sebesar 0.000. R^2 yang dihasilkan adalah 98.4% artinya sebesar 98.4% keragaman Y dapat dijelaskan oleh model. Plot antara data panjang badan dengan umur larva menunjukkan kecenderungan membentuk garis lurus. Plot ditunjukkan pada gambar di bawah ini (**Gambar 5**).



Gambar 5. Plot Data Panjang Badan Larva Lele dengan Umur Benih (Larva)

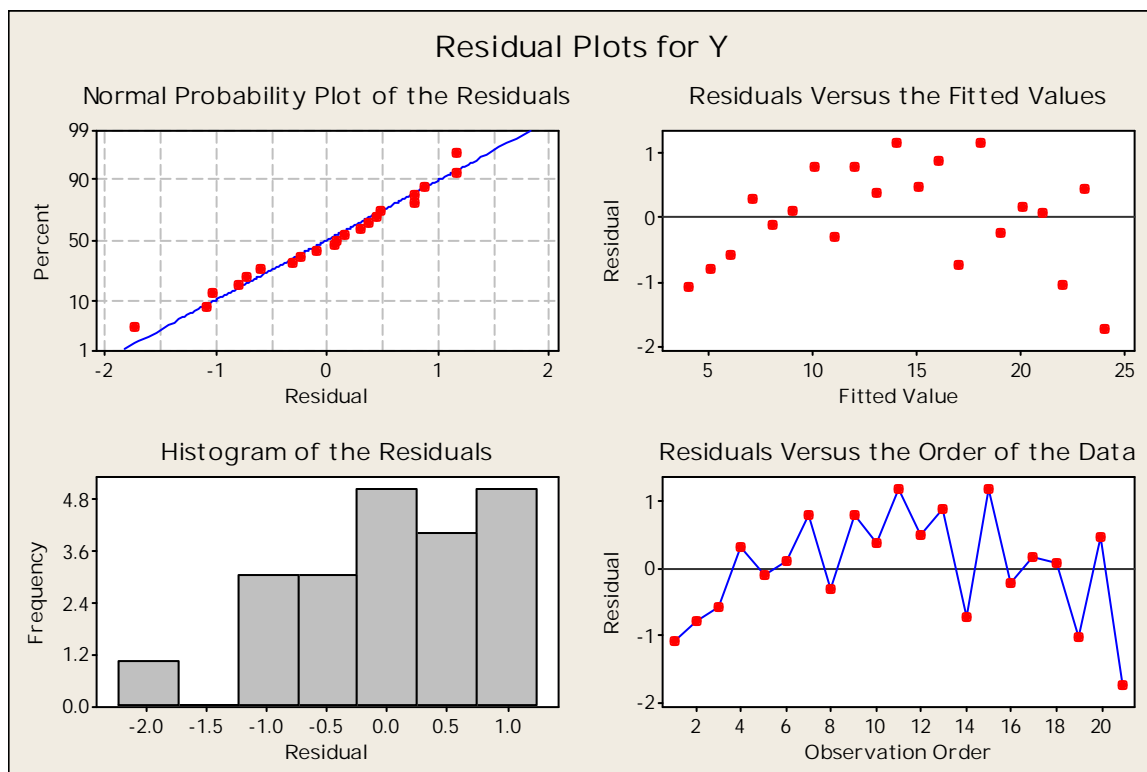
Selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap sisaan dengan melakukan eksplorasi terhadap beberapa grafik seperti *normal probability plot*, *histogram*, *residuals vs fitted values*, dan *residuals vs order of the data* (**Gambar 6**). Sisaan harus memenuhi tiga asumsi, yaitu kenormalan, kehomogenan sisaan dan kebebasan sisaan.

Asumsi kenormalan terpenuhi jika *normal probability plot* hampir membentuk garis lurus dan *histogram of the residuals* berbentuk simetrik (**Gambar 6**). Hasil plot menggunakan program *minitab* terlihat bahwa *normal probability plot* hampir membentuk garis lurus dan histogram dari sisaan belum berbentuk simetrik tetapi menjulur ke kiri, sehingga sisaan belum memenuhi asumsi kenormalan.

Asumsi yang kedua adalah kebebasan sisaan yang dapat diketahui dengan mengeksplorasi *plot residuals order of the data* (**Gambar 6**). Berdasarkan plot tersebut terlihat bahwa plot berpola, yaitu mengandung komponen kuadratik, sehingga dapat dikatakan data tidak saling bebas dan untuk menghilangkan komponen kuadratik tersebut perlu dilakukan transformasi terhadap data.

Asumsi yang ketiga adalah Kehomogenan sisaan yang dapat diketahui berdasarkan *plot residuals vs fitted values* (**Gambar 6**). Hasil plot menunjukkan

bahwa plot masih berpola, yakni kuadratik, sehingga dapat dikatakan sisaan tidak homogen dan perlu dilakukan transformasi terhadap data untuk menghilangkan komponen kuadratik.



Gambar 6. Plot Sisaan

Sebelum melakukan analisis regresi dengan ordo yang lebih tinggi, data mentah yang ada perlu dilakukan transformasi agar memenuhi beberapa asumsi di atas. Data panjang badan larva Lele ditransformasi dengan menggunakan fungsi logaritma natural. Setelah dilakukan transformasi kita mendapatkan Y hasil transformasi yang dituliskan dengan Y^* .

Analisis regresi sederhana dilakukan kembali terhadap data hasil transformasi. Berawal dari ordo 1 sampai pada ordo yang tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian secara sekuensial pada penambahan ordo dan R^2 yang dihasilkan pada masing-masing model.

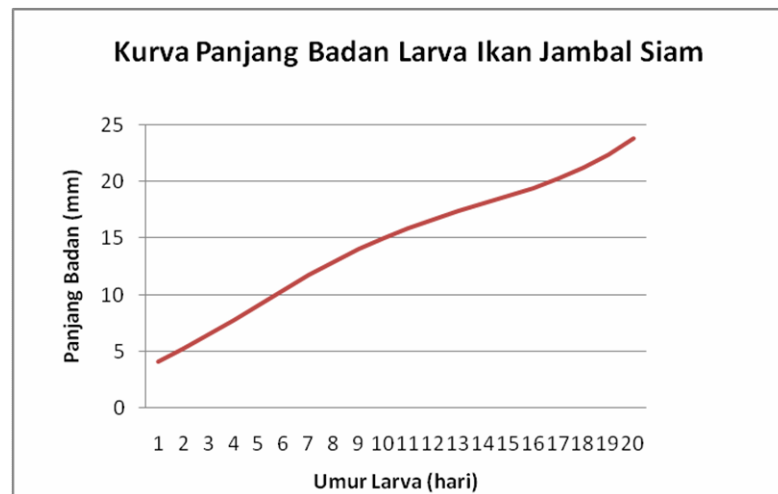
Tabel 2. F Hitung, Nilai-P Serta R^2 untuk Setiap Penambahan Ordo

Penambahan Ordo	F-hitung	P-value	R^2
1	137.61	0.000	0.879
2	406.20	0.000	0.978
3	729.15	0.000	0.992
4	898.49	0.000	0.996

Pengujian terhadap penambahan ordo menunjukkan hasil yang nyata sampai pada ordo ke-4 namun penambahan R^2 tidak terlalu besar yakni 0.004. jadi model yang digunakan hanya sampai polinomial orde 3, yaitu : $Y^* = 1.15 + 0.289 X - 0.0172 X^2 + 0.000390 X^3$, dimana $Y^* = \ln(Y)$, dengan demikian diperoleh **Model Fungsi Pertumbuhan Larva Lele**:

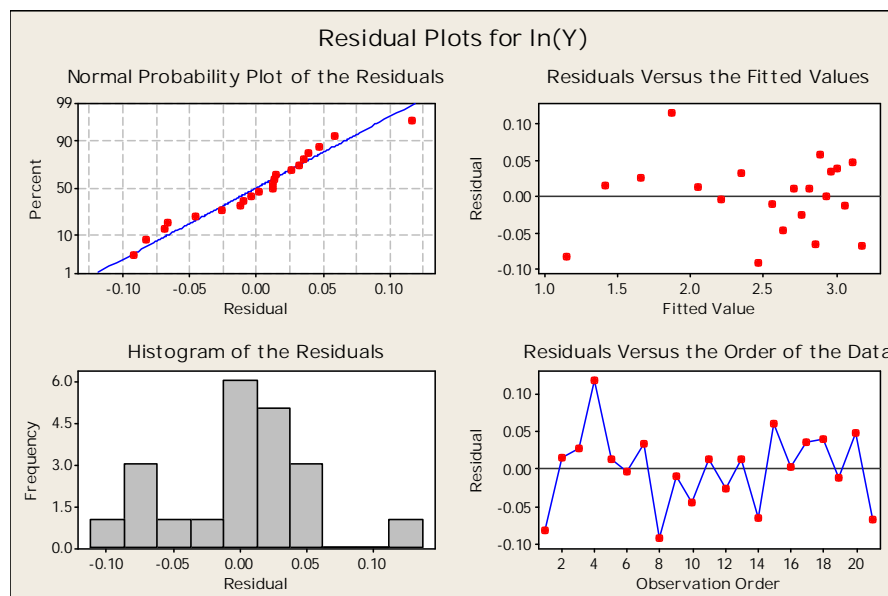
$$Y = e^{(1,15+0,289X-0.0172X^2+0.00039X^3)}$$

Bentuk kurvanya dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Kurva Pertumbuhan Larva Lele

Pemeriksaan sisaan untuk model terakhir dilakukan dengan memperhatikan **Gambar 8**. Gambar menunjukkan bahwa sisaan menyebar normal terlihat dari *normal probability plot* yang hampir membentuk garis lurus dan histogram yang hampir simetrik. Adapun sisaan sudah tidak berpola, artinya sisaan saling bebas dan ragamnya homogen (nilai tengah nol dan ragam σ^2) terlihat dari *plot residuals vs fitted values* dan *residuals vs order of the data*.



Gambar 8. Plot Sisaan Model Terakhir

Fungsi Penerimaan Total (TR)

Fungsi penerimaan total ($TR = \text{Total Revenue}$) diperoleh dengan mengkomposisikan antara fungsi pertumbuhan dengan fungsi harga jual. Tabel 3 menunjukkan harga jual yang berlaku di pasar saat ini.

Tabel 3. Data Harga Jual Menurut Ukuran Benih Ikan Lele

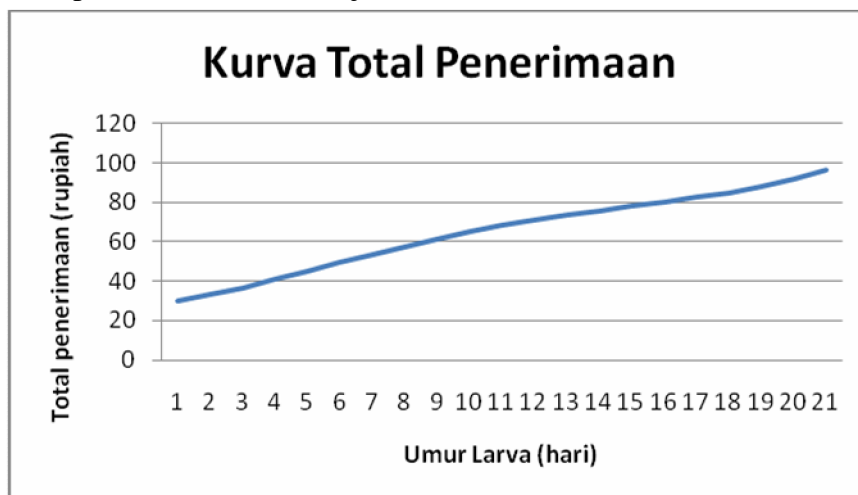
Ukuran Larva (Y)	Harga Jual (P)
12.5 mm	Rp. 60,00
18.75 mm	Rp. 80,00
25 mm	Rp. 100,00

Dari data tersebut, dengan melakukan analisis regresi sederhana, maka diperoleh fungsi harga jual, yaitu : $P = 20.0 + 3.20 Y$

Dengan demikian diperoleh **Fungsi Penerimaan Total (TR)** menurut umur benih, yaitu :

$$TR = 20 + 3.2e^{(1.15 + 0.289X - 0.0172X^2 + 0.00039X^3)}$$

Adapun nilai-nilai penerimaan total berdasarkan umur larva terlampir pada halaman lampiran. Berikut ini disajikan bentuk kurva TR (**Gambar 9**).



Gambar 9. Kurva Penerimaan Total Menurut Umur Larva Lele

Fungsi Biaya Total Produksi (TC)

Biaya yang diperlukan dalam satu siklus pemijahan ikan Lele dibagi dalam dua bagian yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap terdiri dari listrik, minyak tanah, dan gaji pegawai. Biaya tetap yang dikeluarkan adalah Rp. 270.000,00.

Setelah biaya tetap, tercatat ada biaya variabel yang dikeluarkan untuk proses pemijahan (sebelum ada unit pengukuran). Biaya ini adalah harga induk, ikan mas donor, dan HCG (*Human Chorionic Gonadotropin*). Ketiga jenis biaya yang diperlukan ini disebut sebagai biaya variabel karena tergantung besar kecilnya induk dan biaya ini tidak perlu dikeluarkan jika tidak dilakukan

pemijahan. Selama proses pengukuran, ketiga biaya ini dimasukkan ke dalam biaya tetap (karena tidak berubah menurut waktu). Jadi, biaya total tetap adalah Rp. 625.000,00.

Biaya variabel hanya tergantung dari pakan. Fungsi dari biaya variabel dibagi menjadi dua yaitu biaya variabel untuk 3 hari pertama dan biaya variabel untuk hari ke-4 s.d. hari ke-21. Pembagian ini dilakukan karena pakan yang diberikan berbeda. Dari catatan biaya diperoleh segmen fungsi biaya ($C=\text{cost}$) :

$$C = \begin{cases} 625000+33750X+11250X^2 & ; 0 \leq X < 4 \\ 829762-1087.66X+305736X^2 & ; 4 \leq X < 21 \end{cases}$$

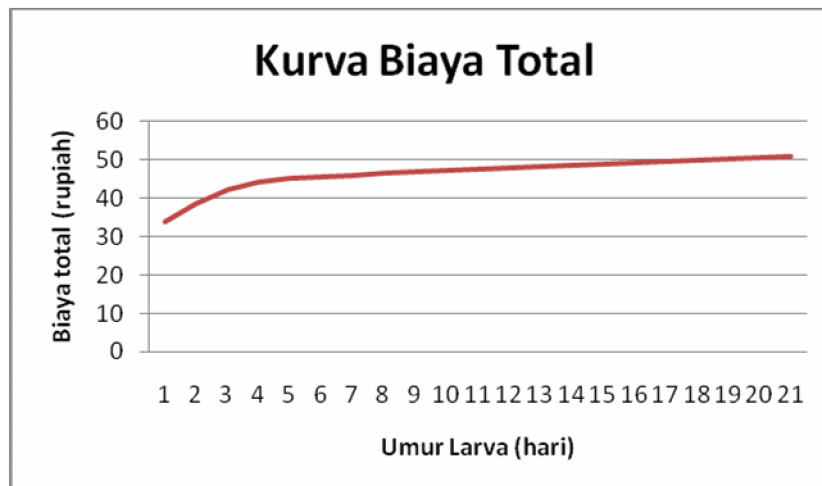
Dari kedua segmen fungsi biaya di atas dapat dicari sebuah model untuk fungsi biaya. Dengan regresi polinomial tersegmen diperoleh model untuk **Fungsi Biaya Total (TC^*)**, yaitu :

$$TC^* = 792000 + 6370X - 11500(4-X)^2 I_+(4-X)$$

$$\text{Dimana : } I_+(X-4) = \begin{cases} 1 & ; \text{jika } X < 4 \\ 0 & ; \text{jika } X \geq 4 \end{cases}$$

Fungsi biaya di atas merupakan fungsi biaya untuk total ikan. Sedangkan jumlah ikan yang dihasilkan oleh pemilik ikan adalah 18.000 ekor. Dengan demikian **Fungsi Biaya Per Ekor Ikan (TC)** menurut waktu adalah :

$$TC = 44 + 0.35X - 0.639(4-X)^2 I_+(4-X). \text{ Berikut ini adalah kurva } TC \text{ (Gambar 10)}$$



Gambar 10. Kurva Biaya Total Menurut Umur Larva Lele

Waktu Produksi Optimum (X_{maks})

Waktu produksi optimum dicari dengan memaksimalkan laba. Laba merupakan selisih dari penerimaan total dan biaya total :

$$= TR - TC$$

misalkan :

$$u = 1.15 + 0.289 X - 0.0172 X^2 + 0.000390 X^3$$

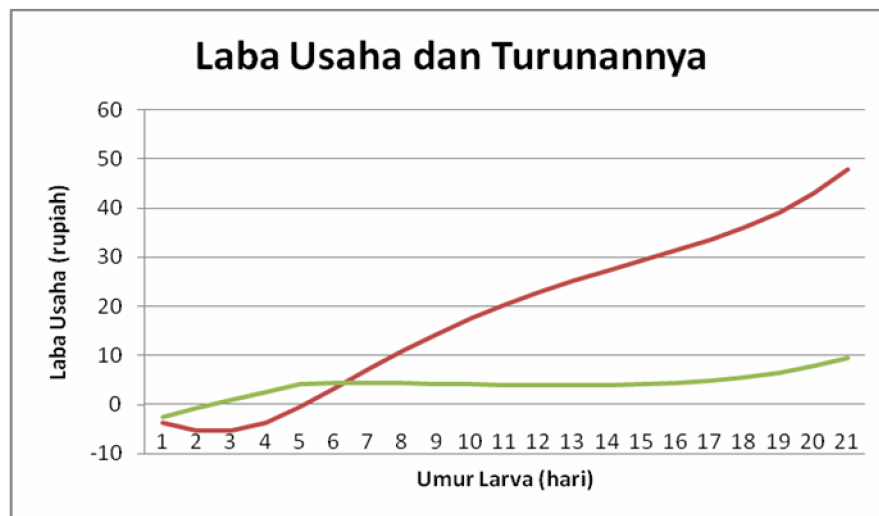
maka :

$$= -24 + 3.2e^u - 0.35X + 0.639(4 - X)^2 I_+(4-X)$$

Untuk memperoleh waktu produksi yang memaksimalkan laba, maka harus dicari terlebih dahulu titik-titik kritis dari fungsi laba itu sendiri. Yang termasuk titik kritis adalah batas bawah, titik maksimum, titik minimum, dan batas atas.

Batas bawah dari fungsi laba adalah umur 0 hari dan batas atasnya adalah 20 hari. Sedangkan titik-titik kritis lainnya diperoleh dari fungsi laba dengan nilai nol. Dari fungsi laba diatas, diperoleh turunan pertamanya :

$$' = (0.92 - 0.1X + 0.0037X^2)e^u - (0.35 + 1.278(4 - X) I_+(4-X))$$



Keterangan — : Laba
 — : Turunan Laba

Gambar 11. Kurva Fungsi Laba dan Turunan Pertamanya

Gambar 11 memperlihatkan fungsi laba dan turunan pertamanya. Turunan pertama dari fungsi laba memotong sumbu X (= 0) pada hari kedua. Namun titik kritis ini merupakan titik minimum. Fungsi laba memotong sumbu X pada hari keempat, hal ini berarti bahwa titik impas kegiatan produksi dicapai pada hari keempat. Penjualan benih setelah hari keempat telah dapat menghasilkan laba.

Setelah hari keempat, slop dari kurva fungsi laba mengalami penurunan sampai pada hari ke-14, hal ini disebabkan oleh pertumbuhan benih yang lambat (karena peralihan pakan). Pada saat ini, kondisi benih agak lemah, oleh karena itu penjualan benih pada umur 4-14 hari memiliki resiko kematian yang tinggi.

Setelah hari ke-14, slop dari kurva fungsi laba kembali meningkat. Namun, tidak ditemukan adanya titik kritis maksimum, oleh karena itu diambil sebuah titik kritis lain yang dapat menunjukkan laba maksimum. Titik yang menunjukkan laba tertinggi adalah batas atas dari X (X_{maks}), yakni umur benih 20 hari, yang memberikan laba sebesar Rp. 44,27 per ekor benih ikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penentuan waktu produksi optimum pada pembibitan ikan lele dapat dilakukan dengan pendekatan statistika melalui beberapa tahapan, yaitu : (1) penentuan model persamaan fungsi pertumbuhan ikan sekaligus sebagai fungsi produksi (diperoleh melalui analisis regresi polinomial data panjang badan ikan); (2) fungsi harga jual larva (diperoleh melalui analisis regresi sederhana terhadap data harga jual ikan); (3) fungsi penerimaan total (diperoleh dengan mengomposisikan fungsi pertumbuhan ikan terhadap fungsi harga jual); (4) fungsi biaya total (diperoleh melalui analisis regresi polinomial tersegmentasi dari data biaya operasional usaha); (5) fungsi laba usaha (diperoleh dengan mengurangkan fungsi penerimaan dengan fungsi biaya (setelah di konversi per satuan ikan)); (5) perhitungan waktu produksi optimum (diperoleh dengan mencari titik kritis maksimum untuk fungsi laba).

Waktu produksi optimum pada hatcheri pembibitan ikan lele skala rumah tangga adalah saat larva ikan berumur 20 hari. Artinya, pembibit ikan Lele hanya akan memperoleh laba usaha maksimum jika menjual larva ikan Jambal Siang pada saat berumur 20 hari.

Saran

Dari kesimpulan yang telah diperoleh, penulis menyampaikan saran kepada beberapa pihak, yaitu :

1. Para petani pembibit ikan Lele hendaknya melakukan penjualan larva atau benih ikan pada saat larva tersebut berumur 20 hari karena dapat memaksimalkan laba yang diperoleh.
2. Pemerintah hendaknya mempublikasikan hasil analisis ini, yaitu berupa waktu optimum produksi ikan Lele, kepada para petani hatcheri pembibitan di Indonesia.
3. Para pembaca, khususnya yang berkecimpung di dunia perikanan dan perstatistikaan, disarankan melakukan studi atau observasi lanjut untuk menentukan waktu produksi optimum pembudidayaan ikan Lele pada mata rantai selain pembibitan, misalnya pada mata rantai pendederan atau pembesaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, D. M. & F. B. Cady. 1982. *Analysis Experimental Data by Regresion*. Belmont: Lifetime Learning Publications.
- Clarke, G. M. 1994. *Statistics & Experimental Design: An Introduction for Biologist & Biochemist*. New York: Halstead Press.
- Drapper, N. R. & H. Smith. 1981. *Applied Regresion Analysis*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Hines, W. W. & D. C. Montgomery. 1990. *Probabilita dan Statistika dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*. Ed. Ke-2. Terjemahan Rudiyanayah. Jakarta : UI Press.
- Perangin-angin, K. 2003. *Penangkaran Benih Ikan Lele*. Jakarta: Kanisius.
- Prasetio, H. 1996. *Pangasius sutchi, si Lele*. Kliping Aneka Artikel Ikan Pangasius 1 (14) : 7-10. Jakarta: Taman Akuarium Air Tawar.
- Ryan, T. P. 1997. *Modern Regresion Methods*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Sumantadinata, K. 1981. *Pengembangbiakan Ikan-Ikan Peliharaan di Indonesia*. Ed. Ke-2. Jakarta: PT Sastra Hudaya.
- Stonier, A. W. & D. C. Hague. 1975. *Dasar-Dasar Analisa Ekonomi Mikro I*. Terjemahan Winardi. Bandung: Tarsito.
- Syahrudin. 1990. *Dasar-Dasar Teori Ekonomi Mikro*. Jakarta: UI Press.
- Tonapa, S. 1988. *Statistical Segmented Polinomial Model for Determining Optimum Soil Nitrogen Level in Producing Maximum Corn Yield*. Jakarta: Penerbit Centra.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

KETUA

Nama : Hendra Prasetya
NRP : G14070025
Departemen/Fakultas : Statistika/MIPA
TTL : Banyumas, 25 September 1989
Jenis Kelamin : Laki-laki
Umur : 19 tahun
Alamat Asal : Rawaheng RT 05/V, Kecamatan Wangon,
Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah,
53176
Alamat Bogor : Babakan Lio, No 27, RT 02 RW 10, Kelurahan
Balumbang Jaya, Kecamatan Bogor Barat,
Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, 16680
No. Telepon/HP : (0251) 620773 / 0857 8221 1837
Cita-Cita : Entrepreneur Sukses, Statistikawan, Penulis
(Cerpenis/Novelis), Jurnalis, Dosen Statistika,
Motivation Trainer, Politisi.
Hobi : Nasyid, Membuat Karya Ilmiah, Membaca,
Tilawah
Motto : Day to day must be better
Judul Karya Ilmiah :

1. Efektivitas Metode Stratified sebagai Metode Sampling Quick Count Pada Pemilu di Indonesia
2. Indonesian Tourism Constructors Corps (ITCC) sebagai Strategi Penentuan Kebijakan Pariwisata Berbasis Community-Based Tourism Development (CBT) dengan Analisis Swot
3. Aplikasi *Ocean Policy* Berbasis *Oceanomics* dalam Meningkatkan Kontribusi Sektor Kelautan bagi Pembangunan Perekonomian Indonesia
4. Biogas dari Limbah Sagu sebagai Sumber Alternatif Energi Baru yang Tepat Guna dan Ramah Lingkungan
5. Pemanfaatan Oman sebagai Bahan Baku Sampo

Riwayat Pendidikan

1. TK Pertiwi Rawaheng : 1992-1995
2. SD Negeri 03 Rawaheng : 1996-2001
3. SMP Negeri 1 Wangon : 2002-2004
4. SMA Negeri 1 Jatilawang : 2005-2007
5. Institut Pertanian Bogor : 2007-sekarang

Pengalaman Organisasi :

1. BEM KM IPB Tahun 2010

2. UKM Keilmiahan IPB, FORCES Tahun 2010
3. DPM Fakultas Matematika dan IPA IPB
4. LDK DKM Al Hurriyyah (Thn 2007/2008 Divisi SOSKEMAS, Thn 2008/2009 Divisi Syiar)
5. Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim IPB (Divisi Badan For Palestina/BFP)
6. FORCES IPB
7. Koperasi Mahasiswa
8. Agriaswara (Suara Tenor 2)
9. EDC (English Debating Club)
10. KIR
11. Dewan Ambalan Gatotkaca-Srikandi
12. PMR (Divisi Perawatan Keluarga)
13. Ikamahamas (OMDA)
14. Rohis Kelas STK 44

Prestasi

1. Juara 1 Lomba Business Plan, Make and Sell Competition (MSC) ITS
2. Juara 3 Lomba Karya Tulis Ilmiah Bidang Statistika, Tingkat Mahasiswa
3. Juara 4 (Finalis) Lomba Karya Cipta Mahasiswa (Lkcm)
4. Juara 3 Penulisan Jurnal Budaya
5. Penulis Teraktif Sanggar Tinta Cahaya (STC) Bulan November
6. Finalis Kompetisi Karya Tulis Ilmiah Al Quran (KKTA) Pimnas Xxii
7. Penghargaan PKM-AI (Artikel Ilmiah) Oleh Dikti
8. PKMP di Danai Dikti
9. PKMK di Danai Dikti
10. Juara 1 Lomba Menulis Artikel
11. Juara 1 Lomba Nasyid Icon Ipb
12. Finalis ITB Entrepreneurship Challenge 2010

ANGGOTA 1

Nama : Angga Lesvian
NRP : G14060715
Departemen/Fakultas : Statistika/Matematika dan IPA
TTL : Bekasi 3 Mei 1988
Jenis Kelamin : Laki-laki
Umur : 21 tahun
Alamat Asal : Kp Marga Jaya RT03 RW04 Kelurahan Pakulonan
 Kecamatan Serpong Utara Kota Tangerang Selatan
 Provinsi Banten Kodepos 15325
Alamat Bogor : Asrama PPSDMS Nurul Fikri Kampung
 Cihideung Udik Desa Cibanteng Kecamatan
 Dramaga Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat
 Kode Pos 16680
No. Telepon/HP : 085693712466
Cita-Cita : Statisticians, Anggota Legislative, Dosen Statistika
Hobi : Organisasi, Membaca, Memperluas jaringan
Judul Karya Ilmiah :

1. Efektivitas Metode Stratified sebagai Metode Sampling Quick Count Pada Pemilu di Indonesia
2. Potensi Cendawan Endofit pada Daun Jambu Biji sebagai Senyawa Anti Diare
3. Karet sebagai Bahan Baku Alternatif pembuatan Emping Bergizi dan Bernilai Ekonomis Tinggi

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri Marga Jaya : 1994-1995
2. SD Negeri Pakulonan 1 : 1995-2000
3. SMP Negeri 1 Serpong : 2000-2003
4. SMA Negeri 1 Serpong : 2003-2006
5. Institut Pertanian Bogor : 2006-sekarang

Pengalaman Organisasi :

1. Ketua DPM Fakultas Matematika dan IPA IPB
2. Staf Departemen PSDM BEM FMIPA IPB
3. Ketua Keluarga Mahasiswa Muslim Statistika IPB
4. Alvo Nasheed Team
5. Staf Departemen Politik dan Organisasi BEM TPB IPB
6. Kepala Divisi Informasi dan Komunikasi Mushola Asrama TPB IPB
7. Ketua ROHIS SMAN 1 Cisauk

Prestasi :

1. Juara I Lomba Nasyid PANTASI SMAN 5 Tangerang se Kota Tangerang

2. Juara I Lomba Cepat, Tepat, dan Debat Himpro BEM FMIPA IPB
3. 10 Besar Lomba Artikel Nasional tentang Krisis Energi Listrik diselenggarakan UNS Solo
4. Penerima Beasiswa PPSDMS Nurul Fikri Angkatan IV Regional V Bogor
5. Proposal PKM Penelitian didanai DIKTI

ANGGOTA 2

Nama : Rizka Ramdhan Abdurrahman
NRP : G14060566
Departemen/Fakultas : Statistika/MIPA
TTL : Kudus, 22 April 1988
Jenis Kelamin : Laki-laki
Umur : 20 tahun
Alamat Asal : Kelurahan Wergu Kulon No.276, Kudus
Alamat Bogor : Bara IV, Darmaga, Bogor, 16680
No. Telepon/HP : 08999589174
Cita-Cita : Ahli Statistika di Bank Indonesia
Hobi : Membaca, nonton film, berorganisasi
Motto : Ikhtiar, tawakal, dan bersyukur
Judul Karya Ilmiah : -
Riwayat Pendidikan :
 1. SD Negeri 01 Kalikakung 1 Tegal : 1994-2000
 2. SMP Negeri 2 Kudus : 2000-2003
 3. SMA Negeri 1 Kudus : 2003-2006
 4. Institut Pertanian Bogor : 2006-sekarang
Pengalaman Organisasi :
 1. OMDA Kudus
 2. DPM FMIPA IPB
 3. BEM KMIPB

LAMPIRAN 1. Data Panjang Badan Larva Ikan Lele Sesuai Umur Larva

	Umur Larva Ikan Lele (mm)																					
Panjang Badan Larva Ikan Lele (mm)	Ikan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1	3	5	6	8	10	9	12	12	15	12.5	15	18	18	16.5	21	19	23	23.5	17	19	23.5
	2	2.5	4.5	5	8.5	10	10.5	10	13.5	14	14	15	18	19.5	18.5	17	18	20	22	18	29	22
	3	3	4.5	5.5	6.5	9	10	11	11	13.5	15.5	14	15.5	17	20	19.5	23	19	19	21	28	21
	4	3.5	4	5	7.5	9	9	12.5	13	12.5	17	18	17	18	21.5	22	22	20.5	18	24	24	25
	5	3.5	5	6	7	8.5	10	13	13	14	15.5	16	15.5	18	15	20.5	19	21	24	23	19	24
	6	3	4.5	5.5	8	8	8.5	11.5	12	12.5	14	14	14.5	17.5	17	20	19	22	20	20	20	23.5
	7	3	4.5	5	6.5	7.5	9	9.5	11	15.5	16	17	18	17	19	21	20.5	17	20	21	27	21
	8	3	3.5	6	6	7	10	11	11	13.5	14	15.5	14	20	15.5	20	20	16	24	25	20	21
	9	2.5	3	5	5	6.5	10	11	11	13	14.5	16.5	16	18	15	23	16	19	23	22	28.5	22
	10	3.5	3.5	6	6	8.5	10	10.5	13.5	13	13.5	15.5	14	16	17.5	18	17	20	17	20	24	23
	11	2	4.5	5.5	5.5	9	10	10.5	11	15	13.5	14	16	15	15	16	18	22	19	20	24	22.5
	12	2.5	5	5.5	5.5	7	10	10	10	14.5	13.5	13	15.5	17	16	17	15	21	18	16.5	25	21
	13	3	4.5	5	5	8	9	12	15	10.5	16	15	15	17	14	18	18	20	19	19	27.5	20
	14	3	5	6	6	9	8	11	12	14.5	12	13	15	16	18	21	23	17	22	23	22	25
	15	2.5	4	5	5	8	7	11	9.5	13	14	15	14	15	15.5	20	20.5	20.5	24.5	23.5	20	22
	16	2.5	4	5.5	5.5	7	10	9.5	11.5	11.5	12	15	13	17	15	17	21	19	24	21	28	20
	17	3	4	5	5	9	9.5	9.5	11	11.5	10	16	16	16.5	19	18	20	17	27.5	20	18	26
	18	3	4.5	4.5	4.5	8	8	10.5	10.5	12	15	16	10	18	14.5	19.5	17	20	23.5	21	22	20
	19	2.5	5	6	6	7	10	9	10.5	12	15	15	17.5	17.5	16	20	19	21	22.5	20	28	25
	20	3	4	5.5	6.5	7	10	10	9	12	11	15	15	14	16	17	19	21	19.5	22	26	21
	21	3.5	4.5	6	7	8	9	9.5	8.5	13	12	15	15	18	17	19	18	20	20	20.5	22	23
	22	3	3.5	5	6.5	8	9	10.5	9	14	14	14	16	18	20	20	20.5	18	21	22	24.5	20
	23	3	5	5.5	6	9	7	10.5	10	13	14	15	16	17	16	20	20	23	20	19	21.5	20
	24	2.5	4.5	5	5.5	8	9	12	9	12	14.5	15	16	18	13	17	17	23	18	24	20.5	24
	25	3	4	5	6.5	7	10	10.5	8.5	11.5	10	14.5	17	17	15	18.5	18	24	20	24	20	21
	26	3	3.5	6	7	6.5	9	11	9	13	10	17.5	17	17	16	19	19	21	20.5	18	18	27
	27	3	4	5.5	6.5	6.5	8	11	8	9	9.5	15	14	13	15.5	19	15	20	19	22	25	24
	28	3	4	5.5	7.5	8.5	8	11	9	13	12	15	16.5	16	13	19	16	22	18	22	24.5	21
	29	3	3.5	5.5	7	6.5	8	11	10	11	11	15	16	17	10	21	19	20	25	18	20	21
	30	2.5	4	5.5	8.5	7	9	10.5	9.5	10	15	15.5	13	14	19.5	18	17	20	20	24.5	29	20

LAMPIRAN 2

Nilai-Nilai untuk Fungsi Pertumbuhan Larva Terhadap Umur Berdasarkan Transformasi Data Panjang Badan Ikan dengan Menggunakan Fungsi Logaritma Natural

$$Y = e^{(1,15+0,289 X - 0,0172 X^2 + 0,00039 X^3)}$$

Umur Larva X (hari)	Panjang Badan Larva Y (mm)
0	30.106
1	33.268
2	36.869
3	40.819
4	45.001
5	49.280
6	53.522
7	57.604
8	61.431
9	64.937
10	68.094
11	70.909
12	73.425
13	75.711
14	77.865
15	80.003
16	82.264
17	84.807
18	87.818
19	91.519
20	96.184

LAMPIRAN 3

Nilai-Nilai untuk Fungsi Total Penerimaan

$$TR = 20 + 3.2e^{(1.15+0.289X-0.0172X^2+0.00039X^3)}$$

Umur Larva (hari)	TR (rupiah)
0	30.106
1	33.268
2	36.869
3	40.819
4	45.001
5	49.280
6	53.522
7	57.604
8	61.431
9	64.937
10	68.094
11	70.909
12	73.425
13	75.711
14	77.865
15	80.003
16	82.264
17	84.807
18	87.818
19	91.519
20	96.184

LAMPIRAN 4

Nilai-Nilai untuk Fungsi Biaya Total

$$TC = 44 + 0.35X - 0.639(4-X)^2 I_+(4-X)$$

Umur Larva (hari)	TC (rupiah)
0	33.776
1	38.599
2	42.144
3	44.411
4	45.400
5	45.750
6	46.100
7	46.450
8	46.800
9	47.150
10	47.500
11	47.850
12	48.200
13	48.550
14	48.900
15	49.250
16	49.600
17	49.950
18	50.300
19	50.650
20	51.000

LAMPIRAN 5

Nilai-nilai untuk Fungsi Laba Usaha () dan Turunan Laba ()

$$= -24 + 3.2e^u - 0.35X + 0.639(4 - X)^2 I_+(4-X)$$

$$' = (0.92 - 0.1X + 0.0037X^2)e^u - (0.35 + 1.278(4 - X) I_+(4-X))$$

Umur Larva (hari)	Laba (rupiah)	Turunan Laba (rupiah)
0	-2.604	-3.710
1	-0.816	-5.408
2	0.922	-5.396
3	2.579	-3.762
4	4.136	-0.618
5	4.297	3.268
6	4.356	7.128
7	4.327	10.847
8	4.236	14.334
9	4.114	17.527
10	3.991	20.402
11	3.901	22.968
12	3.874	25.267
13	3.937	27.373
14	4.116	29.383
15	4.437	31.417
16	4.929	33.618
17	5.626	36.153
18	6.576	39.221
19	7.844	43.062
20	9.522	47.977