

**PENGEMBANGAN TEKNIK PENENTUAN KOMBINASI
PENGGUNAAN INPUT-INPUT PRODUKSI YANG OPTIMAL :
*Studi Kasus KJA di Danau Maninjau,
Kabupaten Agam, Sumatera Barat***

Mohammad Noor

Abstract

The objective of this research was to develop the formulation (equation) to estimate the optimal combination of production inputs used on the cage fish culture operation that most rational and harmonious, and consistent either to the theories or research results. An amount of 82 fish farmers have taken as respondent, and these represented all types of cage size in the Maninjau lake. Data were collected by RRA, and survey using semi-structure interview method, and also from record keeping form. The method to analyse the data was Cobb-Douglas production function. Finally, these optimally combinations were identified by efficient approach. Three equations were proposed to estimate these optimally combinations namely The General Equation, Chong and Lizarondo's Equation, and Alternative Equation : $X_i = \beta_i Y^2 / (hX/hY)^{1/2}$. The evaluation results showed that the usage of Alternative Equation has given the most rational, acceptable, and applicable estimation and also it consistent either to the theories or research results.

Key words : input-output, Coob Douglas Models, fish farmer

PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu sistem usaha tani dapat diukur melalui berbagai cara/indikator, salah satunya adalah dengan cara efisiensi dari usaha tersebut (IDRC, 1982). Gathak dan Ingersent (1984) serta Lau dan Yotopoulos (1971) menjelaskan bahwa istilah efisiensi dalam pengertian ekonomi mencakup efisiensi teknis, harga dan kombinasi keduanya yang disebut efisiensi ekonomis. Efisiensi teknis adalah ukuran relatif hasil produksi aktual dengan hasil produksi potensial yang mungkin dicapai dengan penggunaan teknologi tertentu (Simatupang dan Mewa, 1987; Siregar, 1987). Efisiensi harga merupakan besaran yang mengukur ketepatan manajer untuk mengalokasikan penggunaan input sedemikian rupa hingga produksi marjinal sama dengan kurva *isocost* (Rahman, 1987; Santosa, 1987). Sedang efisiensi ekonomis merupakan hasil kali antara efisiensi

teknis dengan harga (Yotopoulos and Nugent 1976).

Tujuan dari suatu usaha tani adalah untuk mencapai efisiensi ekonomis. Suatu proses produksi dari suatu sistem usaha tani dapat dikatakan efisien secara ekonomis bila memberikan keuntungan tertinggi yang disebut titik optimal yang tercapai pada saat nilai produksi marjinal sama dengan harga inputnya, atau jika, produksi fisik marjinalnya sama dengan rasio harga inputnya dengan output (Kay, 1981; Smith, 1981; Wattanuchariya and Panayotou, 1981; Chong and Lizarondo, 1981; Doll and Frank, 1984). Syarat yang harus dipenuhi agar efisiensi ekonomis dapat ditentukan adalah harga produksi dan input-input produksi harus diketahui (Nerlove, 1964).

Penentuan kombinasi penggunaan input produksi yang optimal untuk menghasilkan keuntungan maksimal dengan biaya produksi

yang minimal, bertujuan agar efisiensi ekonomis suatu usaha tani tercapai (Hosen, 1985). Hal ini mencerminkan terbatasnya input produksi yang dimiliki oleh suatu usaha tani dan penentuan tersebut didasarkan kepada fungsi produksi. Oleh karena model yang digunakan adalah model Cobb-Douglas, maka kombinasi penggunaan input produksi yang optimal tercapai jika rasio perbandingan nilai produksi marjinal dan harga inputnya sama dengan satu atau $NPM_{x_i} / hX_i = 1$ (Swanson, 1956; Heady and Dillon, 1961; Doll and Frank, 1984; Soekartawi, 1984; Soekartawi, 1990). Di mana jumlah input produksi yang optimal tergantung pada harga-harga input dan produksi yang dihasilkan (Swanson 1956; Heady and Tweenten 1963).

Hasil perhitungan input produksi yang optimal pada usaha tani jagung di kabupaten Lima Puluh Koto, Sumatera Barat menggunakan pendekatan tersebut di atas ($NPM_{x_i} / hX_i = 1$) ternyata menghasilkan jumlah kombinasi penggunaan input produksi optimal yang tinggi sekali dan tidak mungkin dianjurkan penggunaannya pada petani-petani kecil (Hosen, 1985). Demikian juga pada usaha bandeng di tambak Filipina juga menghasilkan jumlah kombinasi penggunaan input produksi optimal yang sangat tinggi, yaitu untuk nener 6.790 ekor/ha/tahun dari rerataan geometrik 3.540 ekor/ha/tahun, pupuk organik sebesar 1.750 kg/ha/tahun dari rerataan 630,44 kg/ha/tahun dan pupuk anorganik sebesar 1.124 kg/ha/tahun dari rerataan 74,77 kg/ha/tahun (Chong dan Lizarondo, 1981).

Penelitian bertujuan untuk mengembangkan formulasi (rumus) yang lebih rasional dan dapat diaplikasikan serta taat azas dengan teori maupun hasil-hasil penelitian yang telah ada dalam menentukan kombinasi penggunaan input produksi yang optimal pada usaha tani KJA di danau Maninjau, Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survai PPWS (Pemahaman Pedesaan Dalam Waktu Singkat) dan survei dengan wawancara semi struktural menggunakan kuesioner terbuka dan tertutup Penarikan contoh sebanyak 82 sampel petani KJA (Keramba Jaring Apung) di Danau Maninjau, Kabupaten Agam, Sumatra Barat. Penelitian dilakukan pada bulan April 1996 s/d bulan Akhir 1998. Responden yang mewakili 12 macam ukuran KJA yaitu ukuran 4X4X3 M³; 5X5X3 M³; 6X6X3 M³; 7X7X3 M³ dan 4X5X3 M³ masing-masing sebanyak 8 responden, ukuran 3X3X3 M³; 5X6X3 M³; 5X7X3 M³ dan 6X7X3 M³ masing-masing sebanyak 7 responden, ukuran 3X4X3 M³; 3X5X3 M³; masing-masing sebanyak 5 responden, serta ukuran 3X4X3 M³; 3X5X3 M³ masing-masing sebanyak 5 responden serta ukuran 4 X 6 X 3 M³ sebanyak 4 responden.

Kerangka Analisis

Untuk menentukan kombinasi penggunaan input produksi yang optimal pada usaha KJA di danau Maninjau, maka terlebih dahulu harus dijelaskan fenomena efisiensi dengan menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas. Bentuk umum fungsi produksi Cobb-Douglas seperti yang ditunjukkan oleh Nerlove (1964), Zellner, et al. (1966), Heady dan Dillon (1961) serta Janvry (1972) adalah sebagai berikut :

$$Y_j = \alpha \prod_{i=1}^n X_{ij}^{\beta_i}$$

di mana Y = variabel terpengaruh yang merupakan *single output* dari individu petani; X_{ij} = variabel bebas (variabel pengaruh) yang merupakan penggunaan faktor produksi ke i oleh petani ke j; β_i = parameter dari masing-masing input produksi; α = intersep.

Di dalam penelitian empiris, model Cobb-Douglas telah digunakan oleh para peneliti diantaranya Lau dan Yotopoulos (1971), Muller (1974), Miller (1975), Just dan Pope (1979), Sugianto (1979), Pakpahan (1980), Sawit (1983), Smith (1981), Watanuchariya dan Panayotou (1981), Chong dan Lizarondo (1981) serta Partoseputro (1991) dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \quad (1)$$

di mana Y = produksi; X_{i-n} = input; β_{i-n} = koefisien regresi; α = intersep = kekeliruan. Pendugaan dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (OLS), di mana dalam penggunaan OLS ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu: (1) variabel X dan Y merupakan hubungan stokastik, artinya setiap nilai X mempunyai suatu peluang distribusi nilai-nilai Y ; (2) ragam dari sisa menyebar normal; (3) nilai harapan dari sisa sama dengan nol; (4) mempunyai ragam yang tetap; (5) tidak terjadi kolinearitas berganda (*Multicollinearity*); (6) X_i non stokastik, artinya nilai X tetap dari setiap pengambilan sampel yang berulang-ulang, sehingga untuk setiap ukuran sampel merupakan sebuah bilangan yang terbatas dan tidak sama dengan nol. Masalah umum yang sering terjadi akibat pelanggaran terhadap salah satu asumsi OLS tersebut adalah terjadinya heteroskedastisitas (*Heteroscedasticity*), kolinearitas berganda (*Multicollinearity*) dan otokorelasi (*autocorrelation*) (Supranto, 1990; Soekartawi, 1990).

Selanjutnya guna mengetahui tingkat efisiensi penggunaan input produksi, maka besarnya Produksi Fisik Marginal dari suatu input (PFM_{X_i}) terlebih harus ditentukan. Menurut Soekartawi (1990), Smith (1981) serta Chong dan Lizarondo (1981) untuk menghitung besarnya PFM_{X_i} berdasarkan fungsi produksi Cobb-Douglas (Persamaan 1), maka diferensiasi parsial digunakan dengan seluruh variabelnya kecuali variabel

yang dideferensiasikan dan dimasukkan ke dalam fungsi produksi pada rata-rata geometrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y &= \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \\ dY / dX_i &= \alpha \beta_i X_i^{\beta_i-1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \\ PFM_{X_i} &= \alpha \beta_i X_i^{\beta_i-1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \quad (\text{Persamaan 2}) \\ \text{atau } dY/dX_i &= \alpha \beta_i X_i^{\beta_i-1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \\ &= (\beta_i Y) / X_i, \dots \text{ jika } X_1, \dots, X_n = 0 \\ \text{maka } PFM_{X_i} &= (\beta_i Y) / X_i \quad (3) \end{aligned}$$

Menurut Rou dan Miller (1971), Yotopoulos dan Lou (1973) serta Kopp (1981) efisiensi teknis dari suatu input tercapai jika produksi fisik marginal dari input tersebut sama dengan satu, atau secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{atau } (\beta_i Y) / X_i = 1 \quad (4)$$

Sedang efisiensi harga dari suatu input menurut Soekartawi (1990), Smith (1981), Watanuchariya dan Panayotou (1981) serta Chong dan Lizarondo (1981) tercapai jika nilai produksi marginal dari input tersebut (NPM_{X_i}) sama dengan harga inputnya (h_{X_i}), atau secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPM_{X_i} &= h_{X_i} \\ \text{di mana } NPM_{X_i} &= hY PFM_{X_i} \\ \text{maka } hY PFM_{X_i} &= h_{X_i} \\ \text{atau } hY(\beta_i Y) / X_i &= h_{X_i} \quad (5) \end{aligned}$$

di mana hY = harga produksi

Menurut Swanson (1956), Heady dan Dillon (1961), Doll dan Frank (1984), Soekartawi (1984), Smith (1981), Watanuchariya dan Panayotou (1981) serta Chong dan Lizarondo (1981) efisiensi teknis ekonomis dari suatu input tercapai jika rasio perbandingan produksi marginal dari input

tersebut sama dengan satu atau secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 NPM_x / hX_i &= 1 \\
 \text{karena } NPM_{x_i} &= hY PFM_{x_i} \\
 \text{dan } hY PFM_{x_i} &= hY(\beta_i Y) / X_i \\
 \text{maka } (hY \beta_i Y) / X_i &/ hX_i = 1 \quad (6)
 \end{aligned}$$

Guna menentukan kombinasi penguanaan input-input produksi yang optimal dengan tingkat keuntungan yang maksimal dan biaya yang minimal berdasarkan efisiensi ekonomis maka Persamaan 5 harus diturunkan lagi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 (hY\beta_i Y) / X_i / hX_i &= 1 \\
 (hY\beta_i Y) / X_i &= hX_i \\
 (\beta_i Y) / X_i &= (hX_i / hY) \\
 \text{maka } X_i &= (hX_i / hY) / (\beta_i Y) \quad (7)
 \end{aligned}$$

Sedang Chong dan Lizarondo (1981) menggunakan penurunan Persamaan 2 untuk menentukan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 PFM_{x_i} &= \beta_i X_i^{(\beta_i-1)} \cdot X_{ii}^{\beta_{ii}} \dots X_n^{\beta_n} \\
 \text{Oleh karena efisiensi ekonomis tercapai jika} & \\
 (hY\beta_i Y) / X_i / hX_i &= 1 \text{ atau } (hY\beta_i Y) / X_i = hX_i \\
 \text{atau } (\beta_i Y) / X_i &= (hX_i / hY) \text{ atau } PFM_{x_i} = (hX_i / hY)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{maka } (hX_i / hY) &= \beta_i X_i^{(\beta_i-1)} \cdot X_{ii}^{\beta_{ii}} \dots X_n^{\beta_n} \\
 X_i^{(\beta_i-1)} &= (hX_i / hY) / \beta_i X_{ii}^{\beta_{ii}} \dots X_n^{\beta_n} \\
 X_i &= (hX_i / hY) / \beta_i X_{ii}^{\beta_{ii}} \dots X_n^{\beta_n}^{1/(\beta_i-1)} \text{ (Persamaan 8)}
 \end{aligned}$$

Seperti telah diuraikan terdahulu penggunaan rumus baik Persamaan 7 (Rumus Umum) maupun Persamaan 8 (Rumus Chong dan Lizarondo) guna menentukan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal telah memberikan hasil perhitungan yang sangat tinggi dan tidak rasional. Untuk itu perlu dikembangkan formulasi lain yang lebih sesuai dan rasional

serta taat azas dengan teori maupun hasil-hasil penelitian yang telah dicapai.

Menurut Soekartawi (1990) serta Yotopoulos dan Nugent (1976) efisiensi ekonomis adalah merupakan hasil kali antara efisiensi teknis (Persamaan 4) dengan efisiensi harga (Persamaan 5) atau secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 PFM_{x_i} = 1 \text{ dikali } NPM_{x_i} &= hX_i \\
 \text{atau } (\beta_i Y) / X_i \text{ dikali } hY(\beta_i Y) / X_i & \\
 \text{maka } hY(\beta_i^2 Y^2) / X_i^2 &= hX_i \quad (9)
 \end{aligned}$$

Dengan demikian guna menentukan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal Persamaan 9 tersebut harus diturunkan kembali sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 hY(\beta_i^2 Y^2) / X_i^2 &= hX_i \\
 (hX_i / hY) &= (\beta_i^2 Y^2) / X_i^2 \\
 X_i^2 &= (\beta_i^2 Y^2) / (hX_i / hY) \\
 \text{maka } X_i &= (\beta_i^2 Y^2) / (hX_i / hY)^{1/2} \quad (10)
 \end{aligned}$$

Oleh karena tujuan dari penentuan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal adalah untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan biaya produksi yang minimal, maka untuk itu harus dilakukan pengujian tingkat keuntungan maksimal (mak) dari tiap pendekatan baik Rumus Umum (Persamaan 7), Rumus Chong dan Lizarondo (Persamaan 8) maupun Rumus Alternatif (Persamaan 10). Menurut Soekartawi (1984), Soekartawi (1990) serta Hosen (1985) untuk menghitung tingkat keuntungan maksimal dari usaha tani berdasarkan fungsi produksi Cobb-Douglas adalah sebagai berikut :

$$\text{mak} = hY(Y) \cdot hX_i(X_i) \cdot hX_{ii}(X_{ii}) \cdot \dots \cdot hX_n(X_n)$$

Selain itu hasil kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal berdasarkan pendekatan ketiga rumus tersebut juga harus

diuji ketaatasannya dengan teori maupun hasil-hasil penelitian yang telah ada guna mengetahui apakah hasil yang diberikan rasional atau tidak untuk diterapkan oleh petani.

Data Pengujian

Data yang digunakan untuk menguji ketiga rumus tersebut yaitu Rumus Umum (Persamaan 7), Rumus Chong dan Lizarondo (Persamaan 8) serta Rumus Alternatif (Persamaan 10) dalam menentukan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal yang sesuai dan rasional serta taat azas dengan teori maupun dengan hasil-hasil penelitian yang telah ada diperoleh dari hasil penelitian usaha tani KJA di danau Maninjau, Sumatera Barat.

Penelitian ini dibiayai proyek PAAT tahun 1996-1998 BPTP Sukarami (Sumatra) dilakukan dari bulan April 1996 s/d Maret 1998 di danau Maninjau, Sumatera Barat, menggunakan metode PPWS (Pemahaman Pedesaan Dalam Waktu Singkat) dan survei dengan wawancara semi-struktural (Suradi-sastra, 1993; Granstaff dan Granstaff, 1991) menggunakan kuisioner terbuka dan tertutup (Maamun, 1993) serta formulir penyimpanan data (*Record Keeping Form*). Sebanyak 82 petani KJA dilibatkan sebagai responden yang mewakili 12 macam ukuran KJA yaitu ukuran 4x4x3 m³, 5x5x3 m³, 6x6x3 m³, 7x7x3 m³ dan 4x5x3 m³ masing-masing 8 responden, ukuran 3x3x3 m³, 5x6x3 m³, 5x7x3 m³ dan 6x7x3 m³ masing-masing 7 responden, ukuran 3x4x3 m³ dan 3x5x3 m³ masing-masing 5 responden serta ukuran 4x6x3 m³ sebanyak 4 responden.

Untuk menyederhanakan masalah, maka dalam penelitian ini digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Tingkat teknologi yang digunakan petani KJA dianggap sama dan dalam jangka pendek dianggap tetap.
2. Tingkat pengetahuan dan keterampilan petani KJA dalam mengelola usaha dianggap sama.

3. Faktor-faktor lain yang dianggap berpengaruh terhadap produksi kecuali faktor-faktor yang diidentifikasi dianggap sangat kecil pengaruhnya sehingga dapat diabaikan.
4. Tersedianya input tanpa adanya pembatasan-pembatasan, sehingga petani KJA bebas menggunakan atau menambah input kombinasi yang diinginkan.
5. Bentuk pasar output dan input adalah pasar persaingan sempurna.

Selanjutnya data yang dikumpulkan dianalisis dengan fungsi produksi Cobb-Douglas yang bentuk umumnya sebagai berikut :

$$Y = \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5}$$

di mana Y = produksi (kg/petak/panen); X₁ = volume KJA (m³ / petak); X₂ = padat tebar (Kg/petak/panen); X₃ = tingkat kematian (kg/petak/panen); X₄ = pakan yang dihabiskan (kg/petak/panen); X₅ = tenaga kerja untuk pengelolaan pakan (jam/petak/panen); α = intersep ; β_i = koefisien regresi; dan ε = error.

Tenaga kerja untuk pengelolaan pakan (TK) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TK = \frac{\text{pakan} \times WWP \times FPP}{60 \text{ menit}}$$

di mana pakan = jumlah pakan yang dihabiskan/petak/panen; WWP = waktu yang dibutuhkan untuk pemberian 1 kg pakan yang besarnya bergantung pada ukuran KJA; FPP = frekuensi pemberian pakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis Durbin-Watson diketahui bahwa nilai d_{hitung} = 2,05 > d_{tabel} yaitu d₁ = 1,39 dan d_v = 1,62 pada α = 1%, berarti pada kondisi yang demikian ini menunjukkan bahwa tidak adanya otokorelasi. Selanjutnya uji asumsi homoskedastisitas dengan menggunakan uji Goldfeld dan Quandt menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} (0,53) < F_{tabel}

(1,73) pada $\alpha = 1\%$, sehingga dapat dinyatakan bahwa tidak terjadi masalah heteroskedastisitas.

Supranto (1990) mengemukakan bahwa jika terjadi hubungan sempurna antara variabel bebas yang digunakan (kolinearitas berganda), maka koefisien regresi parsial (*Partial regression Coefficient*) tidak akan dapat diestimasi. Sedang Johnston (1963) menyatakan bahwa akibat timbulnya kolinearitas berganda ketelitian dugaan menurun, model dugaan mempunyai *error* yang besar, dan *error* ini mempunyai korelasi antara satu dengan lainnya serta ragam parameter menjadi lebih besar. Hasil pengujian dan analisis memperlihatkan bahwa koefisien regresi parsial dapat diestimasi, *error* pada model dugaan yang digunakan relatif kecil dan ragam parameter yang dihasilkan juga relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kolinearitas berganda dari variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini.

Hasil analisis regresi fungsi produksi Cobb-Douglas dari usaha tani KJA di danau Maninjau disajikan pada tabel 1. Nilai F dan R^2 yang berbeda nyata pada $\alpha = 1\%$ menunjukkan bahwa model fungsi produksi yang digunakan sesuai untuk menerangkan hubungan antara input dan output pada usaha tani KJA di danau Maninjau. Nilai R^2 (0,9983) menunjukkan bahwa 99,83% dari output dapat diterangkan oleh kelima variabel yang ada. Tanda negatif atau positif pada koefisien regresi hanya menerangkan bahwa penambahan atau pengurangan suatu input pada persentase tertentu, sedang input lain tetap, akan mengakibatkan peningkatan atau penurunan output sebesar persentase penambahan input tersebut dikali nilai koefisien regresinya.

Sebelum dilakukan penentuan kombinasi input-input produksi yang optimal pada usaha tani KJA di danau Maninjau menggunakan ketiga rumus yang diajukan. Terlebih dahulu rata-rata geometrik input dan output serta

rata-rata harga dari tiap input harus diketahui seperti yang tertera pada Tabel 2.

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis regresi fungsi produksi Cobb-Douglas (Tabel 1) dan data dari Tabel 2 dilakukanlah penentuan kombinasi penggunaan input-input produksi secara optimal. Hasil pendugaan menunjukkan bahwa keuntungan maksimum dihasilkan dengan menggunakan Rumus Chong dan Lizarondo, diikuti oleh Rumus Umum. Sedang penggunaan Rumus Alternatif memberikan keuntungan maksimum yang terkecil. Namun demikian, dilihat dari penggunaan input-input optimal yang diduga ternyata penggunaan Rumus Alternatif lebih rasionil untuk diterapkan baik input padat tebar, pakan maupun tenaga kerja. Demikian juga dilihat dari produksi yang dihasilkan dengan menggunakan Rumus Alternatif menghasilkan pendugaan tingkat produksi yang lebih rasionil yaitu 238,39 kg/m³/panen. Tidaklah mungkin untuk menghasilkan produksi sebesar 791,20 kg/m³/panen (Rumus Umum), apalagi sebesar 4.986,42 kg/m³/panen (Rumus Chong dan Lizarondo). Untuk lebih jelasnya hasil pendugaan penggunaan kombinasi input-input produksi secara optimal berdasarkan ketiga rumus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Selanjutnya untuk mengetahui apakah hasil pendugaan dari pendekatan ketiga rumus ini taat azas dengan teori maupun sesuai atau mendekati dengan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai, maka dilakukan lagi uji banding dengan hasil penelitian Schmittou (1991); Schmittou (1992) dan Ahmady, et al. (1998). Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa padat tebar tertinggi dari hasil penelitian adalah 42 kg/m³/panen dan terendah 3,01 kg/m³/panen. Untuk tenaga kerja tertinggi adalah 50,31 dan terendah 6,22 jam/m³/panen. Sedang pakan yang tertinggi adalah 503,10 kg/m³/panen dan terendah 26,64 kg/m³/panen. Selanjutnya produksi tertinggi mencapai

289,00 kg/m³/panen dan terendah 24,11 kg/m³/panen.

Dengan demikian hanya pendugaan menggunakan Rumus Alternatif yang lebih mendekati dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan (Tabel 4). Kemudian berdasarkan Tabel 4 dilakukan lagi pengujian parameter biologi yang meliputi Kelipatan Produksi (KL), Rasio antara Pakan dengan Benih (RP/B), Rasio Konversi Pakan (RKP), Laju Pertumbuhan Spesifik dari Biomas (LPSb) dan Ransum Metabolik dari Biomas (RMB). Berdasarkan hasil pengujian parameter biologi memperlihatkan bahwa baik nilai KP, RP/B, RKP, LPSb maupun RMB yang sesuai dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan adalah nilai yang dihasilkan dengan menggunakan Rumus Alternatif (Tabel 5). Berdasarkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa peng-

gunaan Rumus Alternatif lebih rasionil dan lebih sesuai dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dibanding penggunaan Rumus Umum serta Chong dan Lizarondo dalam menentukan penggunaan kombinasi input-input produksi secara optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan Rumus Alternatif dalam menentukan penggunaan kombinasi input-input produksi secara optimal untuk menghasilkan keuntungan maksimal dengan biaya produksi minimal lebih rasional dan lebih dapat diterima serta diaplikasikan hasil pendugaannya dibanding menggunakan Rumus Umum dan Rumus Chong dan Lizarondo.

Tabel 1
Hasil Analisis Regresi Fungsi Produksi Cobb-Douglas: Y

Variable	Regression Coefficient	Std. Error	T (DF = 76)	Prob.	Partial r
X ₁ (Ukuran KJA)	-0,08	0,01	- 0,544°	0,58775	0,0039
X ₂ (Padat tebar)	0,1770	0,0275	6,437**	0,0000	0,3529
X ₃ (Kematian)	- 0,0003	0,0039	0,077°	0,93423	9,0199E-05
X ₄ (Pakan)	0,8108	0,0310	26,153**	0,0000	0,90000
X ₅ (Tenaga kerja)	0,0182	0,0321	0,568°	0,571906	0,0042

Constant - 0.0302 anti-Log = 0.9328 Std.
Error of Est = 0.0076
R² = 0.9983 **
F - value = 9560.2150**
d = 2,05

Keterangan : ° = tidak berbeda nyata;
° = berbeda nyata pada = 10%;
** = berbeda nyata pada = 1%.

Tabel 2
Rata-Rata Geometrik dan Harga Dari Tiap Input dan Output

No	Variabel	Rata-rata Geometrik	Harga Satuan (Rp)
1	Volume KJA	59,3 m ³ / petak	11.166,10
2	Padat Tebar	182,2 kg / petak / panen	4.000,00
3	Tingkat Kematian	8,3 kg / petak / panen	4.000,00
4	Pakan	1.737,8 kg / petak / panen	800,00
5	Tenaga Kerja	131,5 jam / petak / panen	625,00
6	Produksi	1.052,2 kg / petak / panen	2.800,00

Tabel 3
Hasil Perhitungan Penentuan Kombinasi Input-Input Produksi yang Optimal

No	Variabel	R u m u s		
		Umum	Chong & Lizarondo	Alternatif
1	Volume KJA (m ³ /petak)	1,98	2,03	3,95
2	Padat Tebar			
	- (kg/petak/panen)	130,37	121,09	155,82
	- (kg/m ³ /panen)	65,64	59,65	39,45
3	Tingkat Kematian			
	- (kg/petak/panen)	0,22	0,22	0,26
	- (kg/m ³ /panen)	0,11	0,10	0,07
4	Pakan			
	- (kg/petak/panen)	2.985,93	30.302,46	1.596,06
	- (kg/m ³ /petak)	1.508,05	14.927,32	404,06
5	Tenaga Kerja			
	- (jam/petak/panen)	85,79	85,07	40,53
	- (jam/m ³ /panen)	43,33	41,91	10,26
6	Produksi			
	- (kg/petak/panen)	1.566,57	10.122,43	941,66
	- (kg/m ³ /panen)	791,20	4.986,42	238,39
7	Keuntungan Maksimum			
	- (Rp/petak/panen)	1.399.564,37	3.539.160,07	666.050,64
	- (Rp/m ³ /panen)	706.850,69	1.743.428,61	168.620,42

Keterangan : Rumus Umum : $X_i = \beta_i Y / (hX_i/hY)$;
 Chong dan Lizarondo : $X_i = (hX_i/hY) / (\beta_i X_i^{\beta_i} \dots X_n^{\beta_n})^{(1/\beta_i)}$;
 Alternatif : $X_i = \beta_i^2 Y^2 / (hX_i/hY)^{1/2}$

Tabel 4
Perbandingan antara Hasil Pendugaan dengan Hasil Penelitian

No	Sumber	V.KJA	P.T	T.Kj	Pakan	Prod
1	Rumus					
	- Umum	1,96	65,64	43,33	1.058,05	791,20
	- Chong & Lizarondo	2,03	59,65	41,91	14.927,32	41,91
	- Alternatif	3,95	39,45	10,26	404,06	238,39
2	Schmittou (1991);(1992)					
	a	1,00	31,00	27,52	275,20	167,00
	b	1,00	20,00	15,90	159,00	99,00
	c	1,00	31,00	23,80	238,00	140,00
	d	1,00	42,00	31,80	318,00	180,00
	e	1,00	33,00	50,31	503,00	289,00
	f	1,00	22,00	35,21	352,10	204,00
3	Ahmady, et al (1998)					
	a	5,625	10,05	21,77	93,28	83,56
	b	5,625	5,50	11,76	50,42	46,16
	c	5,625	3,01	6,22	26,64	24,11
	d	1,00	13,68	25,73	147,02	137,14
	e	1,00	11,75	19,20	109,69	89,53
	f	1,00	5,25	10,00	57,17	50,54

Keterangan : V.KJA = volume KJA (m^3 /petak);
P.T = padat tebar (kg/m^3 / petak);
T.Kj = tenaga kerja (jam/ m^3 /panen);
Pakan = (kg/m^3 / panen);
Prod. = produksi (kg/m^3 /panen)

Tabel 5
Perbandingan Parameter Biologi antara Hasil Pendugaan dengan Hasil Penelitian

No	Sumber	Parameter Biologi				
		KL	RP/B	RKP	LPSb	RMb
1	Rumus					
	- Umum	12,05	16,12	1,46	2,77	0,69
	- Chong & Lizarondo	83,59	250,25	3,03	4,92	0,31
	- Alternatif	6,04	10,24	2,03	2,00	0,31
2	Schmittou (1991;(1992)					
	a.	5,40	8,88	2,02	1,74	0,21
	b	4,95	7,95	2,02	1,60	0,31
	c	4,52	7,68	2,18	1,51	0,18
	d	4,29	7,57	2,30	1,46	0,23
	e	8,76	15,25	1,96	1,40	0,22
	f	9,27	16,00	1,93	1,40	0,17
3	Ahmady, et al (1998)					
	a	8,31	9,28	1,21	2,35	0,10
	b	8,39	9,17	1,16	2,36	0,06
	c	8,01	8,85	1,24	2,31	0,06
	d	10,02	10,75	1,16	2,56	0,14
	e	7,62	9,34	1,37	2,26	0,11
	f	9,63	10,89	1,24	2,52	0,07

Keterangan : KL = produksi/padat tebar (kali);

RP/B = pakan/benih (kali);

RKP = pakan/(produksi+kematian - padat tebar (unit);

LPSb = $(\ln \text{produksi} - \ln \text{padat tebar}) / \text{lama pemeliharaan} \times 100\%$ (%/kg/hari);

RMb = $\text{pakan} / \text{lama pemeliharaan} / \text{BWg}^{0.8}$ (%/kg^{0.8}/hari);

BWg^{0.8} = $\exp. (\ln \text{produksi} + \ln \text{padat tebar}) / 2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmady, K., Jufri, Azman dan Buharman, B., (1998), "Pengkajian Teknologi Keramba Jaring Apung di Danau Maninjau". *Makalah pada Seminar Hasil Penelitian dan Pengkajian BPTP Sukarami*, Tanggal 22-23 April 1998, Sukaramin: Puslit Sosial Ekonomi Pertanian, BPTP Sukarami, 38 hlm.
- Chong, K. C. and M. S. Lizarondo, (1981), "Input-Output Relationships of Philippine Milkfish Aquaculture". *In Aquaculture Economics Research in Asia, Proceedings of A Workshop Held in Singapore*, 2-5 June, 1981, Phillipenes: IDRC-ICLARM, 35-44.
- Doll, J. P. and O. Frank, (1984), *Production Economics. Theory with Application*. (Second Edition). Columbus, Ohio : Grid Inc.
- Gathak, S. and Ken Ingersent, (1984), *Agriculture and Economic Development*, Great Britain: Harvester Press.
- Grandstaff, W. S. and T. B. Grandstaff, (1991), "Wawancara semi struktural". Disampaikan pada *Latihan/Loka Karya PPWS*, Bogor, 29 April s/d 11 Mei 1991, Bogor : Puslitbangtan-AARP, 16 hlm.
- Heady, E. O. and L. G. Twesten, (1963), *Resource Demand And Structure of The Agriculture Industry*. Ames : Iowa State University Press.
- Heady, E. O. and J. L. Dillon (1961), *Agriculture Production Function*. Ames : Iowa State University Press.
- Hosen, N., (1985), "Menuju Usaha Tani Jagung Yang Optimum di Kabupaten Lima Puluh Koto, Sumatera Barat". *Thesis Pasca Sarjana*, Bogor : Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, 114 hlm.
- IDRC, (1982), "Aquaculture Economics Research in Asia". *Proceeding of Workshop Held in Singapore*, 2-5 June, 1981, Ottawa, Onts, 128 p.
- Janvry, A. D., (1972), "The Generalized Power Production Function". *Am. J. Agr. Econ.*, pp. 234-237.
- Johnston, J., (1963), *Econometric Method*, 2nd Edition, New York : McGraw-Hill Book Company, pp. 152-160.
- Just, P. E. and R. D. Pope, (1979), "Production Function Estimation and Related Risk Consideration". *Am. J. Agr. Econ.*, pp. 276-284.
- Kay, R. D., (1981), *Farm Management. Planning, Control and Implementation*, (International Student edition). Tokyo : McGraw-Hill Book Company.
- Kopp, R. J., (1981), "The Measurement of Productive Efficiency : A Reconsideration". *Quartely Journal of Economics*, 96(3) : 477-503.
- Lau, L. J. and P. A. Yotopoulos, (1971), "A Test for Relative Efficiency and Application In Indian Agriculture". *The American Economic Review*, 61(1) : 94-109.
- Maamuh, M Y., (1993), "Metode Pengumpulan Data dalam Penelitian Pengembangan". Disampaikan pada *Pelatihan Metodologi dan Prosedur Penelitian Pengembangan*, Bogor 26 April s/d 22 Mei 1993, Bogor : Puslitbangtan, 22 hlm.

- Miller, P., (1975), "Production Functions for Industrial Establishments of Different Sizes", "The Chilean Case". *Annals of Economic and Social Measurement*, 4(4) : 595-617.
- Muller, P., (1974), "On Sources of Measured Technical Efficiency : The Impact of Information" *Am. J. Agr. Econ.*, 56(4) : 730-738.
- Nerlove, M., (1964). *Estimation and Identification of Cobb-Douglas Production Function*. Chicago : Rand McNelly And Company.
- Pakpahan, A., (1982), "Analisis Fungsi Produksi Usaha Tani untuk Menunjang Pengembangan Daerah Aliran Sungai Cimanuk". *Jurnal Agroekonomi*, Vol. 1, No. 2.
- Partoseputro, P., (1991), "Economic Efficiency Approach : Dalam Usaha Perikanan Tuna Longline". *INFIS Manual, Seri No. 17*, 1991, Jakarta, 39 hlm.
- Rahman, H. P. S., (1987), "Pendugaan Skala Usaha Usaha Tani Padi Sawah Dengan Fungsi Keuntungan". *Jurnal Agro Ekonomi*, Bogor, 6:42-50.
- Rou, P. and Miller, R. L., (1971), *Applied Econometrics*. New Jersey : Prentice-Hall, 235 p.
- Santosa, B., (1987), "Pendugaan Fungsi Keuntungan Dan Skala Usaha Pada Usaha Tani Kopi Rakyat Di Lampung", *Jurnal Agro Ekonomi*, Bogor, 6:29-41.
- Sawit, M. H., (1983). "An Analysis of Tenancy for Paddy Farmers in West Java, Indonesia". *MS Thesis*, Canberra: Australian National University.
- Schmittou, R. H, (1991), Advancing Fish Production in Indonesia Using Low-Volume, High-Density Cage Culture Technology Pros. Jakarta : Puslitbangkan, No.21/92, 21-41.
- Schmittou, (1991), *Cage Culture. A Method of Fish Production in Indonesia*, Jakarta: FRDP-CRIFI, 114 P.
- Simatupang, P. Dan Mewa, (1988), "Penelitian Skala Usaha Dengan Fungsi Cobb Doulas Dan Translog", *Jurnal Agro Ekonomi*, Bogor, 7:1-16.
- Siregar, M., (1987), "Effects of Some Selected Variables on Rice Farmer Technical Efficiency". *Jurnal Agro Ekonomi*, Bogor, 6:92-102.
- Smith, R. I., (1981), "Microeconomics of Existing Aquaculture Production System: Basic Concepts And Defenitions". In *Aquaculture Economics Research in Asia. Proceedings of A Workshop Helds in Singapore*, 2-5 June, 1981, Philippines : IDRC-ICLARM, 15-25.
- Soekartawi, (1990), *Teori Ekonomi Produksi : Dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Cobb Douglas*. Jakarta : Rajawali, 252 Hlm.
- Soekartawi, (1984). "Farm Resource Allocation and Efficiency in The Three Regions of Javanese Agriculture"., *Thesis Ph.D*, Armidale : Univ. of England.
- Sugianto, T., (1979). "Evaluation of The Production Efficiency of Cauliflower (Brassica Oleracea Var Botrytis) At Citarum, West Java, Indonesia". *MS Thesis* University of Illinois At Urbana-Champaign.
- Supranto, J., (1990). *Statistik: Teori dan Aplikasi*. (Edisi Kelima), Jakarta : Erlangga.

- Suradisastra, K., (1993), "Penerapan Metode Rapid Rural Appraisal dalam Penelitian dan Pengembangan Pertanian". *Disampaikan pada Pelatihan Metodologi dan Prosedur Penelitian Pengembangan*, Bogor, 26 April S/D 22 Mei 1993. Bogor : Puslitbangtan, 24 hlm.
- Swanson, E. R., (1956), *In Resource Productivity Returns to Scale and Farm Size*, Pp. 133-139. Heady, Et Al., ISC.
- Wattanuchariya, S. And T. Panayotou, (1981), The Economics of Aquaculture : The Case of Catfish In Thailand. *In Aquaculture Economics Research in Asia.*, 2-5 June 1981, Philippines : IDRC-ICLARM, 26-34.
- Yotyopulus, P. A. And L. J. Lau, (1973), "A Test for Economic Efficiency, Some Further Results" *The American Economic Review*, (63(1) : 214-223.
- Yotopoulus, P. A. And J. B. Nugent, (1976), *Economics of Development : Empirical Investigation*, New York: Harper And Row.
- Zellner, A., J. Kinenta And J. Dreze, (1966), "Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models". *Journal Economics Society*, Vol. 34, No. 4.