



GP
PRESS

EKONOMI PRODUKSI

TEORI
DAN
APLIKASI
FUNGSI
PRODUKSI
COBB-DOUGLAS
DALAM
BIDANG
PERTANIAN

Dr. Ir. H. Abubakar, MP
Ir. Nurtaji Wathoni, MP.
Dr. Asnah, SP. MP

EKONOMI PRODUKSI

Dr. Ir. H. Abubakar, MP, Dkk.



GP
PRESS

EKONOMI PRODUKSI

TEORI
DAN
APLIKASI
FUNGSI
PRODUKSI
COBB-DOUGLAS
DALAM
BIDANG
PERTANIAN

Dr. Ir. H. Abubakar, MP
Ir. Nurtaji Wathoni, MP.
Dr. Asnah, SP. MP

EKONOMI PRODUKSI

GP
PRESS

TEORI
DAN
APLIKASI
FUNGSI
PRODUKSI
COBB-DOUGLAS
DALAM
BIDANG
PERTANIAN

Dr. Ir. H. Abubakar, MP
Ir. Nurtaji Wathoni, MP.
Dr. Asnah, SP. MP

**EKONOMI PRODUKSI, TEORI DAN APLIKASI FUNGSI PRODUKSI
COBB-DOUGLAS DALAM BIDANG PERTANIAN**

Penulis : Dr. Ir. H. Abubakar, MP
Ir. Nurtaji Wathoni, MP.
Dr. Asnah, SP. MP

Editor : Saiful Ibad

Layout & Tata letak : R. Ario DGS.

Desain Cover : R. Ario DGS

Cetakan : Pertama, April 2021

Ukuran : 17,6 x 25 Cm_ xiv+ 189 Halaman

ISBN : 978-602-5707-58-2

Diterbitkan oleh :

GAUNG PERSADA

Ciputat Mega Mall Blok C/15

Jl. Ir. J. Juanda No. 34 Ciputat - Tangerang Selatan

Telp. 021 - 747 07 560

Email : gppressjkt@yahoo.com

©Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

All Copyright Reserved

KATA PENGANTAR PENULIS

Salah satu dari Tri Dharma Perguruan Tinggi adalah Pendidikan dan pengajaran. Pendidikan merupakan salah satu unsur yang menentukan dalam pengembangan SDM. Dalam perkembangannya, sistem pendidikan dewasa ini menghadapi berbagai masalah seperti kualitas, relevansi, dan efektivitas pendidikan. Masalah kualitatif berkenaan dengan masalah-masalah kualitas mahasiswa, dosen, tenaga pendidikan lain, prasarana dan sarana pendidikan. Masalah pendidikan juga terkait dengan relevansi antara sistem pendidikan dengan kebutuhan pembangunan dan masyarakat. Efektivitas dalam proses pembelajaran juga menjadi masalah khususnya berkaitan dengan masalah kurikulum, metode dan evaluasi serta instrumen lainnya. Keempat hal ini haruslah menjadi perhatian utama dalam mengembangkan sistem pendidikan yang mampu melahirkan kualitas SDM yang handal.

Adanya buku ini bermaksud memecahkan permasalahan yang dihadapi perguruan tinggi sebagaimana yang disebut di atas. Ekonomi Produksi Pertanian merupakan mata kuliah yang sangat vital bagi Program Studi Agribisnis. Untuk memahaminya secara optimal, perlu disusun secara terstruktur dan terintegrasi melalui perkuliahan yang efektif disertai dengan praktik lapang yang memadai, dan diikuti pula adanya dukungan buku yang dapat dibaca, sehingga dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi Ekonomi Produksi secara optimal. Pada era industri 4.0 sekarang ini informasi, data, teori dan hasil penelitian dapat dengan mudah dan murah dapat diperoleh oleh mahasiswa, penentu kebijakan, guru/dosen melalui media elektronik. Namun demikian peranan buku yang tersedia secara fisik yang tersimpan dengan baik pada lemari buku di perpustakaan kampus, perpustakaan pribadi tetap penting bagi pengguna. Tidak semua orang senang membuka secara terus menerus media elektronik untuk mendapatkan ilmu pengetahuan, teknologi, data hasil penelitian dan lainnya karena dibatasi oleh kondisi fisik, lingkungan, jaringan dan kuota. Kondisi seperti inilah yang menjadi peluang peranan adanya buku sebagai alternative keterbatasan tersebut.

Nama mata kuliah yang umum dikenal pada Program Studi Agribisnis untuk memahami perilaku produsen secara khusus dan mendalam "Ekonomi Produksi Pertanian". Isi yang termuat di dalamnya dapat berupa teori, hukum baik yang dijelaskan secara verbal, kurve/gambar, tabel, model matematika, dengan contoh-contoh sederhana menggunakan data hipotesis. Namun demikian buku ini tidak serta-merta judulnya adalah Ekonomi Produksi Pertanian. Agar lebih menarik dalam pemahamannya maka buku ini selain teori juga dilengkapi dengan aplikasi fungsi produksi Cobb-Douglas pada produksi padi di daerah irigasi baru dan aplikasi fungsi produksi Cobb-Douglas pada produksi jagung lahan kering dan lainnya.

Buku ini disusun sebagai referensi bagi mahasiswa program studi Agribisnis, Jurusan sosial Ekonomi Pertanian pada seluruh jenjang Pendidikan (S1, S2, dan S3). Selain itu buku ini juga sangat bermanfaat bagi konsultan agribisnis, praktisi bisnis, pengambil kebijakan sebagai referensi yang memadai dari aspek maupun aspek teknis praktis untuk pengembangan produksi pada kegiatan agribisnis.

Rencana penyusunan buku ini telah lama. Namun hasilnya tak muncul juga karena berbagai permasalahan yang ada pada diri penulis terutama terkait padatnya kegiatan lain. Buku ini dapat diselesaikan atas motivasi dan dukungan moril-material berbagai pihak terutama bapak Prof. Dr. H. Wahyudin Zarkasyi, Ak. CA (Rektor Unsika 2015 - 2020) dan Ibu Prof. Dr. Sri Mulyani, Ak. CA (Rektor Unsika periode 2020 – 2024), bapak Ir. Muharam, M.P. dekan Fakultas Pertanian Unsika, Dekan Fakultas Pertanian Unram, Rektor Universitas Mataram, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Malang, Rektor Universitas Tribhuwana Malang. Oleh karena itu pada kesempatan ini diberikan penghargaan yang tinggi dan diucapkan terima kasih semoga dapat bernilai ibadah bagi bapak dan ibu aamiin.

Selama penyusunan buku ini juga penulis banyak mendapatkan masukan saran yang membangun dari berbagai pihak terutama kepada Kaprodi dan teman-teman pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Unsika, Kaprodi dan teman-teman pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Kaprodi dan teman-teman pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Malang. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tinggi.

Buku ini penulis dedikasikan kepada orang tua kami, pasangan kami (isteri, suami), buah hati kami mengingat terlalu banyak korbanan baik moril, material selama penyelesaiannya. Ini juga bisa memotivasi kerabat, teman, handaitaulan dan generasi mendatang untuk beribadah dengan ilmu yang telah diperoleh melalui goresan pena.

Semoga edisi pertama dari buku ini dapat bermanfaat bagi para mahasiswa calon sarjana, mahasiswa program pascasarjana (S2 dan S3) pada program studi Agribisnis, konsultan agribisnis, praktisi bisnis, pengambil kebijakan pada aras kabupaten kota, aras provinsi, dan pada aras kementerian yang terkait bidang ekonomi. Akhir kata kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dan penyempurnaan buku pada terbitan yang akan datang.

Karawang, 11 Maret 2021

Penyusun,

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENULIS	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii

Bab 1

PENGERTIAN ILMU EKONOMI, EKONOMI PRODUKSI DAN RUANG LINGKUPNYA

1.1. Landasan Teori Ekonomi	1
1.2. Teori , Model, dan Asumsi-asumsi Ekonomi.....	5
1.3. Ekonomi Pertanian dan Ekonomi Produksi Pertanian.....	7
1.4. Teori Ekonomi dan Model Ekonomi dalam Ekonomi Produksi Pertanian	9
Referensi	11

Bab 2

FUNGSI PRODUKSI DENGAN SATU INPUT VARIABEL DAN ELASTISITAS PRODUKSI

2.1. Pengertian Fungsi Produksi, Fungsi Produksi Neo-Klasik dan Hukum Kenaikan Hasil yang Semakin Berkurang.....	13
2.2. Input Tetap dan Input Variabel.....	15
2.3. Hubungan Produk Total, Produk Marjinal dan Produk Rata-rata	16
2.4. Elastisitas Produksi Fungsi Neo-Klasik dan Tahapan Produksi	18
Referensi	21

Bab 3

KONSEP BIAYA PRODUKSI, PENERIMAAN DAN KEUNTUNGAN

3.1. Konsep Biaya Produksi (Biaya Total, Biaya Marjinal, dan Biaya Rata-rata	23
3.2. Hubungan Biaya-biaya Dalam Proses Produksi	26
3.3. Produksi, Penerimaan, dan Pendapatan.....	32
Daftar Pustaka	34

Bab 4

PENGGUNAAN INPUT OPTIMAL DAN MAKSIMISASI KEUNTUNGAN

4.1. Efisiensi Penggunaan Input dan Syarat-syarat Maksimisasi Keuntungan	37
4.2. Efisiensi Penggunaan Input dan Fungsi Produksi.....	40

4.3. Kalkulasi Penggunaan Input Optimal yang Memaksumumkan Keuntungan	41
Daftar Pustaka	48

Bab 5

FUNGSI PRODUKSI DENGAN DUA INPUT SERTA PROSEDUR MAKSIMISASI KEUNTUNGAN

5.1. Isokuan dan Tingkat Substitusi Marginal	51
5.2. Isokuan dan Ridge Lines	57
5.3. Tingkat Substitusi Marginal dan Produk Marginal	59
5.4. Turunan Total dan Parsial serta Tingkat Substitusi Marginal	60
5.5. Memaksimumkan Suatu Fungsi	63
5.6. Memaksimumkan Fungsi Keuntungan dengan Dua Input	64
Daftar Pustaka	74

Bab 6

KONSEP DAN PROSEDUR MAKSIMISASI PRODUKSI DAN KEUNTUNGAN DENGAN KENDALA BIAYA (DANA)

6.1. Kendala Dana dan Map Isokuan	75
6.2. Isoclines dan Expansion Path	76
6.3. Maksimisasi Revenue dengan Kendala Dana	78
6.4. Memaksimumkan Produk dengan Kendala Dana	82
6.5. Minimisasi Biaya dengan Kendala Revenue	83
Daftar Pustaka	86

Bab 7

KARAKTERISTIK FUNGSI COBB-DOUGLAS DAN PERSOALAN MAKSIMISASI/MINIMISASI

7.1. Fungsi Cobb-Douglas dan Karakteristiknya	87
7.2. Minimisasi dan Maksimisasi	93
7.3. Aplikasi Fungsi Cobb-Douglas dalam Analisis Data	97
7.4. Analisis Efisiensi Penggunaan Dua Input atau Lebih dengan Fungsi Cobb-Douglas	101
7.5. Fungsi Transendental dengan Dua Input	102
Daftar Pustaka	106

Bab 8

ASPEK EKONOMI DALAM ANALISA PRODUKSI SERTA KONSEP DAN PROSEDUR MAKSIMISASI PRODUK ATAU KEUNTUNGAN DENGAN DUA OUTPUT

8.1. Kemungkinan Produksi Pada Tingkat Usahatani	107
8.2. Produk Kompetitif, Suplementer, Komplementer, dan Bersama	111
8.3. Maksimisasi Output dan Revenue	112
8.4. Minimisasi Input dengan Kendala Revenue	115
Daftar Pustaka	119

Bab 9

**APLIKASI FUNGSI COBB-DOUGLAS DALAM ANALISIS
EFISIENSI PRODUKSI USAHATANI PADI**

9.1	Estimasi Pengaruh Faktor Produksi Perusahatani	121
9.2	Estimasi Pengaruh Faktor Produksi Perhektar	130
9.3	Efisiensi Penggunaan factor Produksi Perusahatani	140
9.4	Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar.....	143
9.5	Estimasi Faktor yang berpengaruh terhadap keuntungan	146
9.6	Hubungan Tingkat Efisiensi Teknis Dengan Kendala Sosial Ekonomi	148
	Daftar Pustaka	156

Bab 10

**FUNGSI PRODUKSI FRONTIER DAN PENERAPANNYA
PADA PENGUKURAN EFISIENSI USAHATANI JAGUNG
DI KABUPATEN BLITAR**

10.1	Fungsi Produksi, Produktivitas Dan Efisiensi Produksi	159
10.2	Pengukuran efisiensi.....	163
10.3	Fungsi Produksi Stochastic Frontier Pada Usahatani Jagung di Lahan Kering Blitar Selatan.....	167
10.4	Efisiensi Teknis dan Tingkat In Efisiensi Teknis Usahatani Jagung.....	176
	Daftar Pustaka	183
	Biografi Penulis	187

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	halaman
2.1	Hubungan Input dan Output (Data Hipotetis).....	14
3.1	Biaya Jangka Pendek Pada Sebuah Perusahaan (Hipotetis).....	24
4.1	Hasil Analisis Regresi dengan Fungsi Cobb-Douglas.....	41
4.2	Analisis Marjinal	42
5.1	Kombinasi Penggunaan Dua Input Variabel.....	52
5.2	Penentuan Kombinasi Optimum Suatu Proses Produksi Menggunakan Dua Input Variabel	56
5.3	Tabel Penyelesaian Kombinasi Input Dengan Biaya Terendah	57
7.1	Elastisitas Produksi Parsial dan Perolehan Produksi Terhadap Skala	92
7.2	Data Input-Output sebelum Transformasi	98
7.3	Data Input-Output setelah Transformasi Logaritma	99
7.4	Analisis Penggunaan Input yang Efisien.....	101
7.5	Karakteristik Fungsi Transedental	104
7.6	Titik Kritis X1 dan X2 untuk $Q = AX_1^{\beta_1} e^{B_1 X_1} X_2^{\beta_2} e^{B_2 X_2}$	104
8.1	Tingkat Transformasi Produk (RPT) Y1 ke Y2 dengan 30 Unit Input X.....	110
9.1	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996.....	122
9.2	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1996.....	126
9.3	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996.....	128
9.4	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perhektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996.....	130
9.5	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Per Hektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1996.....	134
9.6	Penggunaan Faktor Produksi dan Produksi Gabungan Musim Tanam 1995/1996 dengan Musim Tanam 1996.....	137
9.7	Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perhektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996	138
9.8	Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996	141

9.9 Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1996.....	142
9.10 Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996 dan Musim Tanam 1996.....	143
9.11 Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996	144
9.12 Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1996.....	145
9.13 Efisiensi penggunaan faktor produksi perhektar pada usahatani padi daerah irigasi Mamak Kakiang, musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996.....	146
9.14 Rata-rata penerimaan, Biaya dan Keuntungan Usahatani Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996	147
9.15 Hasil Estimasi Koefisien Regresi Fungsi Produksi Frontier Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996	149
9.16 Rata-rata Produksi Frontier dan TER Pada Berbagai Golongan Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa Musim Tanam 1995/1996	150
9.17 Hasil Estimasi Koefisien Regresi Fungsi Produksi Frontier Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1996	150
9.18 Rata-rata Produksi Frontier dan TER pada Berbagai Golongan Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa Musim Tanam 1996	151
9.19 Rata-rata Produksi Frontier dan TER pada Berbagai Golongan Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa Musim Tanam 1996	152
10.1 Fungsi Produksi Jagung Lahan Kering dengan Pendekatan Stochastic Frontier dan Model Maximum Likelihood Estimation ..	168
10.2 Distribusi Efisiensi Teknis Usahatani Jagung Lahan Kering.....	177
10.3 Efek Inefisiensi Teknis Usahatani Jagung Lahan Kering.....	180

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	halaman
2.1	Kurve Produk Total.....	15
2.2	Hubungan Kurve Produk Total (<i>kPT</i>), Kurve Produk Marjinal (<i>kPM</i>), dan Kurve Produk Rata-rata (<i>kPR</i>).....	17
2.3	Elastisitas dan Daerah/Tahapan Produksi (Neo-klasik).....	19
3.1	Kurve Produk Total dan Biaya Variabel Total.....	26
3.2	Kurve Biaya Total Suatu Perusahaan (a), Kurve Biaya per Unit (b).....	28
3.3	Derivasi Grafis Kurve Biaya Rata-rata dan Biaya Marjinal.....	31
4.1	Situasi MPP, APP, Elastisitas dan Daerah/Tahapan Produksi pada Kurva Produksi.	43
5.1	<i>Constant rate of substitution (a), Complementary relationship (b), Decreasing rate of substitution (c)</i>	52
5.2	<i>Iso-Produk (Isoquant)</i>	55
5.3	<i>Iso-Produk dan Iso-Biaya</i>	55
5.4	<i>Titik Kombinasi Dua Input Variabel Dengan Biaya Terendah (Titik persinggungan iso-produk dengan iso-biaya)</i>	58
5.5	Ridge Lines dan Beberapa Fungsi Produksi untuk Input X_1	58
6.1	Garis Iso-Biaya (<i>Iso-Outlay</i>) dan <i>Isoquant Map</i>	75
7.1	Expansion Path Antara Dua Variabel N dan P.....	97
8.1	Production Possibilities Frontier.....	107
8.2	<i>Production Possibilities Frontier</i>	108
8.3	Production Possibilities Frontier (<i>law of increasing cost</i>).....	108

8.4	Production Possibilities Frontier (<i>shift in frontier over time</i>).....	109
8.5	Fungsi Transformasi Produk (dua output).....	110
8.6	Kurve Produk-produk <i>Joint Products, Complementary, Supplementary dan Competitive Products</i>	112
10.1	Dampak Perubahan Teknologi Terhadap Fungsi Produksi	160
10.2	Kurva Efisiensi Produksi.....	162
10.3	Fungsi Produksi <i>Stochastic Frontier</i>	165

Bab 1

PENGERTIAN ILMU EKONOMI, EKONOMI PRODUKSI DAN RUANG LINGKUPNYA

Materi dalam Bab I memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis tentang ilmu ekonomi produksi pertanian sebagai cabang dari ilmu ekonomi dan isu kelangkaan sumberdaya sebagai fokus masalah ekonomi. Lebih lanjut, materi dalam bab ini memberi pemahaman kepada mahasiswa tentang model ekonomi yang merupakan simplifikasi dunia nyata yang sangat kompleks dan hubungannya dengan asumsi-asumsi ekonomi. Materi ini sangat penting karena hubungan input-output yang dibahas pada bab selanjutnya akan mengaplikasikan beberapa pendekatan dalam model ekonomi produksi pertanian.

1.1. Landasan Teori Ekonomi.

Ekonomi adalah ilmu yang mempelajari pemakaian sumberdaya yang terbatas, untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia pada hakekatnya tidak terbatas. Produksi dihasilkan oleh produsen, ia diproduksi karena dibutuhkan oleh konsumen. Produsen menggunakan sumberdaya untuk memproduksi produk yang dibutuhkan masyarakat. Di satu pihak kebutuhan manusia atau masyarakat tidak terbatas, dan di lain pihak sumberdaya yang tersedia juga terbatas. Sedangkan teknologi yang digunakan untuk memproduksi, walaupun dalam jangka panjang selalu berubah, dalam sesuatu periode tertentu terbatas kemampuannya untuk mentransformasikan sumberdaya menjadi produk. Hal ini menyebabkan produk yang tersedia selalu akan terbatas pula. Oleh karena itu sumberdaya yang tersedia harus digunakan untuk alternatif yang paling baik. Timbul masalah upaya untuk mengalokasikan dan memobilisasi sumberdaya ekonomi ke arah pemilihan alternatif yang paling baik.

Pengertian. Ekonomi berasal dari kata "*aikonomia*" (Bahasa Yunani), yang berarti pengelolaan rumah tangga atau negara. Ilmu ekonomi merupakan ilmu sosial yang menjelaskan dasar ekonomi masyarakat, yaitu yang mempelajari bagaimana individu dan masyarakat dapat memaksimalkan kepuasan kebutuhan material atas sumberdaya yang terbatas. Ilmu ekonomi lebih berkenaan dengan kepuasan dari suatu kebutuhan dibandingkan hanya menyediakan kebutuhan biologis orang. Jadi ilmu ekonomi tidak sekedar berkonsentrasi pada pemenuhan kebutuhan seperti makan, sandang, perumahan, tetapi lebih spesifik ilmu ekonomi menyangkut masalah-masalah produksi, distribusi, konsumsi barang dan jasa.

Dalam ilmu ekonomi dikenal *macroeconomics* dan *microeconomics*. *Macro* (Yunani) berarti besar (*large*) dan *micro* berarti kecil (*small*). *Macroeconomics* menelaah penggunaan efisiensi dari sumber daya serta penampilan (*performance*) perekonomian sebagai suatu keseluruhan, berhubungan dengan penampilan ekonomi nasional secara agregat (misalnya: pertumbuhan produksi, tenaga kerja, dan tingkat harga-harga). *Microeconomics* menelaah atau menjelaskan tentang membuat keputusan dan perilaku ekonomi dari banyak unit kecil (yang menyusun total ekonomi). Fokusnya adalah mempelajari aktivitas pada range individu, rumah tangga atau produser melalui evaluasi pasar komoditi tertentu atau jasa.

Kelangkaan Sumberdaya. Kelangkaan relatif (*relative scarcity*) merupakan issue sentral ekonomi. Hal ini karena barang dan sumberdaya relatif terbatas dibandingkan kebutuhan masyarakat. Oleh sebab itu individu atau masyarakat memiliki "*economic problem*". Kelangkaan terjadi karena kebutuhan masyarakat selalu melebihi kapasitas sumberdaya ekonomi untuk memuaskan kebutuhan mereka.

"The economics problem arises because individual's wants are virtually unlimited, whilst the resources available to satisfy those wants are scarce" (Hardwick, P. et al. 1994).

Oleh karenanya, problem dasar ekonomi adalah bagaimana mengalokasikan sumberdaya langka di antara kebutuhan kompetitif consumer dan hampir tak terbatas.

Setiap negara menentukan berbagai cara tentang barang dan jasa yang harus diproduksi, bagaimana memproduksinya, dan untuk siapa. Sistem ekonomi yang berbeda akan menghadapi dan memecahkan problem ekonomi dasar yang berbeda. Masalah kelangkaan berbeda antar waktu, demikian pula antar sistem ekonomi. Hal ini tergantung faktor-faktor termasuk sumbangan sumberdaya ekonomi (*economy's resources endowment*), tahap perkembangan ekonomi, keterlibatan dalam perdagangan internasional, stabilitas politik, dan tingkat kemakmuran ekonomi (*economic prosperity*).

Meskipun penemuan sumberdaya baru dan kemajuan teknologi meningkatkan kapasitas ekonomi untuk memproduksi barang dan jasa, demikian pula dalam menyediakan kebutuhan masyarakat, masalah kelangkaan relatif belum juga terpecahkan. Sejarah menunjukkan bahwa kebutuhan tidak statis. Kapasitas ekonomi untuk memproduksi meningkat, demikian juga kebutuhan masyarakat.

Kelangkaan sumberdaya menyebabkan para produser dan consumer membuat pilihan-pilihan untuk memuaskan keinginannya. Keputusan untuk memuaskan terhadap sesuatu kebutuhan berarti merelakan sesuatu yang lain. Ahli ekonomi menyebut hal demikian sebagai "*opportunity cost*". Prioritas tertentu yang dipilih dari berbagai alternatif sumberdaya dan barang yang berkompetisi akan mencerminkan pilihan-pilihan mereka. *Opportunity*

cost berarti kesempatan yang hilang karena membuat suatu pilihan. Misalnya, *opportunity cost* seseorang membaca sebuah buku mungkin tidak membaca majalah. *Opportunity cost* orang membeli mobil mungkin tidak dapat menikmati liburan.

Konsumen dan produsen bertujuan menggunakan sumberdaya langka (yang terbatas) untuk memaksimumkan kesejahteraan (*welfare*). Bagi **produsen**, hal ini berarti memaksimumkan total profit yang diterima dari aktivitas bisnis mereka. Hal utama bagi *ahli ekonomi* adalah bahwa sumberdaya langka digunakan untuk menghasilkan penerimaan (terbaik yang mungkin) bagi perusahaan, sehingga penekanannya pada *opportunity cost*. Sebaliknya, *akuntan* umumnya hampir tidak melihat (pada batas-batas tertentu) konsep profit atau kerugian suatu perusahaan atau aktivitas ekonomi individu. Perbedaan pendekatan disesuaikan dengan perspektif atau harapan analitis mereka yang berbeda, dimana akuntan memperhatikan masalah produktif dan aktivitas finansial suatu perusahaan untuk menentukan penampilan keuangan, sedangkan ahli ekonomi memperhatikan atau menjamin bahwa penerimaan yang diperoleh perusahaan merupakan kemungkinan terbaik dari alternatif investasi yang tersedia.

Selanjutnya bagi **konsumen**, penggunaan sumberdaya langka untuk kesejahteraan mereka dimaksudkan pada pemilihan/pembelian unit optimum dari barang ekonomi untuk memperoleh kepuasan tertinggi yang mungkin. Konsumen dalam hal ini harus mengalokasikan pendapatan yang terbatas mereka di antara barang-barang ekonomi yang tersedia. Proporsi pendapatan konsumen yang dialokasikan untuk membeli barang (dari berbagai barang berbeda) tergantung pada kepuasan yang diterimanya untuk setiap rupiah yang dibelanjakan.

Barang Ekonomi dan Jasa. Dalam sistem alokasi yang terjadi di pasar (tergantung pasar), barang-barang dan jasa dihargai atau dinilai berdasarkan kelangkaan dan daya tariknya (untuk diminati) para pembeli. Beberapa barang dan jasa jumlahnya sangat banyak sehingga menjadi barang bebas. Barang tersebut dapat dikonsumsi dalam jumlah yang tak terbatas tanpa harus menahan diri dari barang lain. Sebaliknya, barang ekonomi (yang terbatas) harus dialokasikan di antara pengguna/pembeli yang bersaing berdasarkan harga yang ingin dibeli untuk konsumsi mereka. Sebagai contoh, beberapa tempat rekreasi di suatu tempat atau negaa tertentu dapat dimanfaatkan secara bebas, sementara di beberapa tempat lainnya merupakan barang langka dan harus dibayar untuk digunakan.

Dari waktu ke waktu, komoditi-komoditi dapat berubah statusnya dari barang non ekonomis menjadi barang ekonomis. Air sumber midalnya, bukan barang ekonomi, tetapi sekarang ini karena supply yang cenderung semakin sedikit atau karena kelangkaannya, barang tersebut sudah banyak dijual di toko-toko dan supermarket. Demikian juga kebutuhan seseorang terhadap

barang-barang tertentu dapat pula dipenuhi dengan barang-barang dan jasa yang berbeda. Contohnya, produk minyak mineral dapat digantikan oleh minyak ikan paus untuk penerangan, dan selanjutnya digantikan oleh listrik dari batubara dan minyak. Harga barang ekonomi dan pola pengeluaran konsumen menyesuaikan dari waktu ke waktu mencerminkan perubahan-perubahan dalam rasa maupun alternatif ketersediaannya.

Sumberdaya Ekonomi. Sumberdaya ekonomi (*economic resources*) merupakan sumberdaya langka atau faktor produksi yang dikerjakan dengan tujuan untuk menciptakan keuntungan terbesar yang mungkin. Sumberdaya ekonomi dapat digolongkan sebagai: lahan (*land*), tenaga kerja (*labor*), modal (*capital*), dan perusahaan (*enterprise*). Setiap sumberdaya merupakan pasar individual.

Tanah (*land*) atau *natural resources* meliputi: mineral dalam tanah, hutan, tanah subur, air terjun. Sumberdaya tersebut semakin lama semakin langka.

Tenaga kerja (*labor*) mencakup kuantitas dan kualitas dari tenaga kerja untuk mengambil sumberdaya alam untuk digunakan, dikerjakan oleh manusia yang disebut sebagai tenaga kerja. Tenaga kerja umumnya disebut sebagai faktor produksi kedua setelah tanah. Skill, kemampuan dan produktivitas tenaga kerja disebut sebagai kualitas tenaga kerja.

Modal (*capital*), merupakan faktor produksi ketiga. Sebagian besar orang berpikir bahwa modal adalah uang. Ahli ekonomi mendefinisikan bahwa modal adalah setiap alat buatan manusia untuk memproduksi. Sehingga modal dimaksudkan mencakup pabrik-pabrik produktif dan peralatan-peralatan, serta bangunannya. Menempatkan tangan-tangan trampil dan skill yang tinggi dapat meningkatkan produktivitasnya.

Perusahaan (*enterprise*) merupakan wadah dimana faktor produksi tanah, tenaga kerja, dan modal dikombinasikan di dalamnya untuk menghasilkan produk-produk tertentu. Dalam perusahaan, tercakup di dalamnya aktivitas-aktivitas yang melihat peluang bisnis, resiko dan akuisisi, serta koordinasi terhadap penggunaan sumberdaya (merupakan faktor produksi keempat). Manusia-manusia yang terlibat di dalamnya bertanggung-jawab terhadap proses produksi, mengorganisasi semua faktor produksi, dan menciptakan produktivitas. Perusahaan yang memproduksi barang dan jasa secara efisien tidak hanya melihat pada profit dan resiko, tetapi juga membantu masyarakat untuk memberikan kepuasan atas kebutuhannya.

Sumberdaya ekonomi memiliki berbagai alternatif penggunaan. Misalnya: batubara dapat digunakan untuk pabrik, bahan kimia atau untuk pemanas. Untuk menjamin sumberdaya langka tersebut digunakan dan dialokasikan secara efisien, dilakukan penjatahan di antara pengguna. Di pasar, hal ini terjadi didasarkan pada harga.

Teknologi dan Penggunaan Sumberdaya. Teknologi dan kombinasi faktor produksi yang digunakan dalam proses produksi tergantung pada

biaya input. Suatu barang tertentu dapat dibuat oleh tangan (*handmade*) dan dapat pula dibuat oleh mesin. Di India, tenaga kerja sangat banyak dan konsekuensinya menjadi murah, termasuk juga pengaruhnya terhadap produk-produk *handmade*.

Teknologi dan kombinasi faktor produksi yang digunakan dalam proses produksi terus berubah. Perubahan harga input dan perkembangan teknologi merubah pula penggunaan material, komponen-komponen dan proses produktif, serta kombinasi input dalam proses produksi. Faktor produksi untuk kendaraan mengalami perubahan radikal. Mesin-mesin dulunya dibuat dari besi, sekarang hanya terbuat dari aluminium, plastik dan sebagainya. Hal ini merupakan hasil dari kemajuan teknologi dalam processing logam-logam ringan serta menurunnya kebutuhan akan kendaraan-kendaraan yang berat dikarenakan biaya petroleum atau minyak yang meningkat. Perkembangan dunia word processor secara significant menggantikan banyak peralatan-peralatan lama. Banyak kantor-kantor mengurangi jumlah tenaga kerja, meningkatkan penggunaan komputer dan operatornya, dan seterusnya.

Terobosan dalam ilmu pengetahuan, teknologi, serta teknik manajemen mengembangkan penggunaan baru atas faktor produksi dan produk-produk baru untuk memuaskan kebutuhan. Sumberdaya yang dulunya merupakan barang non ekonomis dapat menjadi barang yang dicari. Jumlah faktor yang dibutuhkan untuk memproduksi produk tertentu dapat berkurang dengan perkembangan teknologi baru. Sedikit material yang dibutuhkan untuk memproduksi produk tertentu dengan tujuan yang sama. Perubahan kelangkaan sumberdaya dapat disebabkan menipisnya sumberdaya alam yang merupakan sumberdaya yang habis terpakai (*exhaustible natural resources*). Hal ini akan membawa dampak pada perubahan harga sumberdaya, dan selanjutnya sumberdaya atau faktor produksi akan disubstitusi dan dikombinasikan dengan cara-cara baru.

1.2. Teori, Model, dan Asumsi-asumsi Ekonomi

Teori Ekonomi bertujuan menerangkan perilaku unit-unit ekonomi seperti konsumen dan produsen, dan interaksinya satu dengan lainnya. Model merupakan salah satu alat dalam teori ekonomi, ia merupakan abstraksi dan simplifikasi dari realitas dunia nyata. Kadar abstraksi tersebut tergantung pada keperluannya untuk apa penyusunan model itu, dengan penggunaan asumsi-asumsi tertentu. Abstraksi diperlukan karena dunia nyata sangat kompleks. Teori ekonomi tidak bermaksud untuk mendeskripsikan dunia nyata secara rinci, karena tidak banyak manfaat yang diperoleh untuk mengembangkan teori yang kompleks seperti dalam dunia nyata. Dunia nyata penuh dengan fakta-fakta. Beberapa fakta adalah relevan jika dikaitkan dengan sesuatu masalah ekonomi tertentu, sedangkan lainnya kurang atau sama sekali tidak relevan. Dengan demikian dalam upaya menyusun model untuk membangun teori, tugas pertama adalah menemukan/mengenalinya fakta-fakta yang relevan

dan mengkaitkannya satu fakta dengan fakta lainnya sehingga dapat diperoleh kesimpulan yang bermakna. Pengetahuan ekonomi ilmiah harus disertai dua hal pokok, yaitu *teori* dan *fakta*. Tanpa fakta atau bukti empiris, bagaikan orang yang hanya berangan-angan, dan sebaliknya ungkapan fakta tanpa disertai dukungan teori bagaikan orang berjalan dalam kegelapan.

Model Ekonomi, merupakan representasi dari suatu subyek ekonomi, yakni unit ekonomi, proses ekonomi, dan sistem ekonomi. Fungsi utama model ekonomi adalah untuk menjelaskan atau memprediksikan perilaku dari peubah ekonomi seperti: harga, produksi, dan konsumsi dari suatu barang. Dalam rangka menyusun teori, teoritis ekonomi mengabstraksikan hubungan atau kaitan antar peubah ekonomi yang dianggap penting. Hubungan antara peubah-peubah ekonomi yang akan diuji itu disebut *hipotesa*. Hipotesa itu sendiri dapat diungkapkan dalam bentuk model ekonomi. Hipotesa itu kemudian dikaji dengan situasi dunia nyata melalui pengamatan empiris, dengan pengumpulan data. Hipotesa bisa diterima atau ditolak. Model ekonomi mikro misalnya, terutama berupaya menjelaskan perilaku dari peubah-peubah ekonomi dalam konteks unit ekonomi secara individual seperti: produsen, konsumen, dan rumah tangga. Model dalam ekonomi produksi merupakan spesialisasi dari mikro ekonomi.

Asumsi-asumsi Ekonomi. Dalam ilmu ekonomi seringkali digunakan asumsi bahwa **proses produksi dapat berlangsung terus-menerus** (*instantaneously*). Dalam kenyataannya tidak demikian, jangka waktu produksi pertanian berlangsung beberapa bulan sampai tahunan, suatu jangka waktu yang dibutuhkan untuk mentransformasikan input menjadi produk. Sehingga waktu mungkin dihitung dalam bulan atau tahunan. Asumsi **pasar persaingan murni/sepurna** banyak digunakan, walaupun hal ini tidak akan pernah ada dalam dunia nyata. Asumsi ini juga digunakan dalam analisis ekonomi produksi pertanian. Hal ini disebabkan situasi sektor produksi pertanian dianggap paling mendekati model pasar tersebut dibandingkan dengan sektor-sektor lainnya. Usahatani jelas bukan monopolis ataupun oligopolis, karena mereka bukan satu-satunya produsen, demikian juga jumlah petani produsen banyak sekali.

Dalam ekonomi produksi pertanian, asumsi yang lazim digunakan adalah produsen selalu bertujuan memaksimalkan keuntungan, yaitu total penerimaan dikurangi biaya. Petani bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan, dengan mengalokasikan sumberdaya lahan, tenaga kerja, dan peralatan yang dimiliki. Keuntungan itu digunakan untuk memenuhi keinginannya dalam memperoleh barang dan jasa sehingga diperoleh nilai guna atau kepuasan yang paling tinggi. Tetapi tidak semua produsen bertujuan memaksimalkan keuntungan. Petani dengan situasi tertentu mungkin akan mempunyai preferensi yang berbeda dari petani lain yang berada dalam situasi lingkungan yang berbeda. Demikian pula, tujuan memproduksi sesuatu komoditi mungkin berbeda-beda dari tujuan untuk memenuhi keperluan keluarga ataupun dijual di pasar. Hal ini berpengaruh terhadap macam komoditi yang diusahakan petani.

Permasalahan dalam ekonomi produksi juga menyangkut pengambilan keputusan untuk memilih salah satu dari alternatif yang tersedia. Analog dengan teori perilaku konsumen, konsumen mempunyai pendapatan yang terbatas, dengan demikian ia harus memilih macam dan jumlah barang konsumsi untuk memperoleh kepuasan yang lebih besar. Demikian pula produsen, ia juga dihadapkan pada sejumlah pilihan mengenai apa yang akan diproduksi dengan menggunakan sumberdaya yang terbatas/tersedia: lahan, tenaga kerja, mesin dan peralatan. Sebagai seorang manajer ia bukan saja harus menentukan produk apa dan berapa banyak yang akan diproduksi, tetapi juga bagaimana mengalokasikan sumberdaya pada alternatif produk yang mungkin diproduksi. Produsen menghadapi permasalahan alokasi yang analog dengan permasalahan alokasi yang dihadapi konsumen. Konsumen mengalokasikan pendapatannya dengan tujuan untuk memperoleh nilai guna atau kepuasan semaksimal mungkin, sedangkan produsen mengalokasikan sumberdaya yang dimiliki untuk memperoleh keuntungan maksimum.

Ekonomi pertanian menyangkut pemilihan alokasi untuk mencapai kedua tujuan tersebut. Dalam sektor konsumsi, terutama berkenaan dengan masalah maksimisasi nilai guna, sedangkan dalam ekonomi produksi terutama berkenaan dengan masalah memaksimalkan keuntungan.

1.3. Ekonomi Pertanian dan Ekonomi Produksi Pertanian

Ilmu ekonomi pertanian di Indonesia berkembang dari dua segi pandangan. *Pertama*, merupakan salah satu bagian atau cabang ilmu pertanian; yaitu menelaah aspek-aspek sosial ekonomi dari persoalan-persoalan yang dipelajari oleh ilmu pertanian. Secara singkat dapat dikatakan bahwa ilmu ekonomi pertanian menyangkut pemecahan persoalan-persoalan sosial ekonomi pertanian. Lebih lanjut berdasarkan persoalan-persoalan sosial ekonomi pertanian, maka bagian ini berkembang lagi menjadi dua, yaitu : (1) *ilmu ekonomi pertanian* (menelaah proses produksi, konsumsi, serta tata niaga) yang menekankan pada ekonomi pertanian mikro dan (2) *ilmu sosiologi pedesaan*.

Kedua, ilmu ekonomi pertanian yang dipelajari oleh mahasiswa pada Fakultas Ekonomi dimana memiliki ciri dan tekanan yang agak berbeda. Dalam hal ini ilmu ekonomi pertanian dimaksud tidak lain adalah ilmu ekonomi yang diterapkan pada bidang pertanian. Dengan dasar-dasar teori ekonomi mikro, ekonomi makro, tata buku, dan statistik, diterapkanlah segala teori-teori ekonomi dan perusahaan pada persoalan-persoalan pertanian, hubungan ekonomi satu sama lain dan implikasinya bagi perekonomian nasional.

Berdasarkan dasar ilmu, perkembangan dan manfaat penerapannya, ilmu ekonomi pertanian di Indonesia mengambil manfaat kedua aspek pandangan tersebut. Akhirnya Ekonomi Pertanian mencakup analisis ekonomi dari proses produksi (teknis) dan hubungan-hubungan sosial dalam produksi pertanian, hubungan-hubungan antara faktor-faktor produksi, antara faktor produksi dan

produksi, dan antara beberapa produksi (Ekonomi Pertanian Mikro). Selain itu, ekonomi pertanian juga mencakup analisis, interpretasi, dan menghubungkan persoalan-persoalan ekonomi makro seperti, konsumsi, investasi, lapangan kerja, pendapatan, dan pembangunan ekonomi.

Dari uraian di atas dapat dikemukakan bahwa ilmu ekonomi pertanian adalah termasuk dalam kelompok ilmu-ilmu kemasyarakatan (*social sciences*), yaitu ilmu yang mempelajari perilaku, upaya dan hubungan antar manusia. Perilaku yang dipelajari bukan hanya mengenai perilaku manusia secara sempit, misalnya perilaku petani dalam kehidupan pertaniannya. Selain itu juga mencakup persoalan ekonomi lainnya yang langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan proses produksi, konsumsi, dan pemasaran yang selanjutnya terkait pula dengan perdagangan internasional, kebijaksanaan pemerintah, dan pembangunan ekonomi. Ruang lingkup ekonomi pertanian sangat luas, namun pada prinsipnya ruang lingkup ekonomi pertanian dapat diklasifikasikan mulai dari kegiatan berproduksi, konsumsi, dan pemasaran, serta aspek-aspek yang mempengaruhi kegiatan tersebut seperti kebijaksanaan pemerintah dan faktor eksternalitas.

Dengan demikian **ilmu ekonomi pertanian** dapat diberi definisi atau batasan sebagai bagian dari ilmu ekonomi umum yang mempelajari fenomena-fenomena dan persoalan-persoalan yang berhubungan dengan pertanian baik mikro maupun makro. **Ekonomi pertanian** merupakan salah satu ilmu terapan (*Applied Science*) yang menggunakan metode dan prinsip-prinsip dan teori ekonomi yang diterapkan dalam permasalahan pertanian. Tujuan dari ilmu ekonomi pertanian adalah untuk meningkatkan efisiensi dalam sektor pertanian secara keseluruhan, baik aspek produksi maupun konsumsi. Di sektor produksi berupaya untuk memproduksi bahan baku industri yang lebih banyak, meningkatkan produksi pangan lebih banyak dengan pemakaian sumberdaya pertanian yang terbatas. Ekonomi produksi pertanian, merupakan salah satu spesialisasi atau cabang dari Ekonomi Pertanian. Spesialisasi yang lain diantaranya, manajemen usahatani yang bertujuan untuk meningkatkan efisien si usahatani individual; pemasaran hasil pertanian, dan cabang-cabang lain seperti analisis harga dan program kebijaksanaan pemerintah di sektor pertanian.

Ekonomi produksi pertanian menyajikan analisis tentang cara-cara dan mekanisme yang seharusnya dilakukan oleh produsen individual dalam menyesuaikan diri terhadap kekuatan-kekuatan ekonomi. Dalam ekonomi produksi akan dipelajari bagaimana hubungan **teknis-fungsional** antara output dan input dalam suatu **proses produksi** tertentu. Dengan kata lain, mempelajari fungsi produksi dari produsen atau perusahaan secara individual. Selanjutnya dengan memasukkan variabel harga input, akan diperoleh hubungan fungsional antara output dan biaya produksi (input). Oleh karena itu ekonomi produksi juga berkaitan dengan penggunaan input, maka dibahas pula permasalahan pasar input. Hubungan fungsional antara output dengan

biaya produksi tersebut akan sangat membantu untuk memahami perilaku ekonomi produsen di pasar.

Walaupun dijumpai beberapa usahatani dengan skala cukup besar, tetapi usaha pertanian terdiri dari banyak sekali usahatani dengan variasi dari yang kecil sampai besar. Masing-masing produsen pertanian dianggap sangat kecil atau tidak cukup besar dibandingkan dengan pertanian secara keseluruhan. Karena skala produksi individual yang kecil itu, maka hasil produksinya masih relatif sangat kecil sehingga produsen secara individual tidak mampu mempengaruhi pasar produk. Dalam situasi ini model ekonomi pasar persaingan adalah relatif tepat untuk dipakai sebagai kerangka analisis yang digunakan dalam ekonomi produksi pertanian. Harga faktor masukan dan harga produk, dalam situasi ini merupakan *faktor eksogen* dipandang dari sudut produsen. Produsen yang berskala kecil itu akan menyesuaikan usahanya dilakukan secara individual.

Perubahan dalam permintaan konsumen akan berpegaruh terhadap harga yang ditawarkan pada produsen, demikian juga secara tidak langsung dapat berpengaruh terhadap harga masukan yang digunakan dalam menghasilkan produk tersebut. Hal ini disebabkan permintaan terhadap faktor masukan merupakan permintaan turunan (*derived demand*) yang diperoleh dari proses produksi. Dalam proses produksi, terdapat keterkaitan secara teknis antara input/masukan dan produk, yang dinyatakan dengan fungsi produksi. Perubahan harga produk akan menyebabkan jumlah pemakaian input atau faktor masukan juga berubah. Bilamana harga produk turun, akan mengakibatkan pemakaian input berkurang, atau sebaliknya (*ceteris paribus*). Analisis permintaan produk itu sendiri, yang ditentukan oleh analisis perilaku konsumen tidak banyak disinggung dalam ekonomi produksi.

1.4. Teori dan Model Ekonomi dalam Ekonomi Produksi Pertanian.

Teori dan Model Ekonomi. Teori dan model ekonomi dapat diungkapkan dengan beberapa alternatif cara. Pada abad ke 18, Adam Smith yang terkenal dengan bukunya "*the wealth of nation*", mengungkapkan teori ekonomi dalam bentuk kalimat. Pada saat itu, teori ekonomi dirumuskan dengan pernyataan atau hipotesis yang bersifat kualitatif. Pada akhir abad 19 dan awal abad 20, presentasi grafis merupakan alat pokok yang lebih menonjol dalam menyatakan hubungan dalam ekonomi. Bentuk grafis itu yang ditambah dengan kalimat argumentasi telah mampu memenuhi kebutuhan dalam memberikan analisis yang kompleks dengan baik. Namun demikian, ungkapan grafis itu memiliki keterbatasan-keterbatasan, karena ketidak-mampuannya untuk menggambarkan grafik lebih dari tiga dimensi.

Pemakaian matematik sebagai alat analisis dalam teori ekonomi mulai memperoleh tempat utama sejak Samuelson mempublikasikan bukunya "*Foundation of Economic Analysis*" pada tahun 1947. Tetapi upaya menerapkan matematik dalam ekonomi sebenarnya telah dilakukan jauh sebelumnya.

Cournot, salah satu dari pakar ekonomi yang pertama kali mengungkapkan prinsip problematik maksimisasi dan minimisasi dalam alokasi sumberdaya ekonomi. Kemudian, Samuelson memberikan sumbangan dua hal pokok yang mempunyai peranan penting dalam teori ekonomi, yakni (1) *konsep keseimbangan umum (general equilibrium)* dengan menggunakan prinsip maksimisasi dan minimisasi dari produsen dan konsumen, (2) *stabilitas dari sistem* keseimbangan tersebut.

Sejak saat itu, makin berkembang peranan matematik sebagai alat analisis dalam membangun teori ekonomi dan model ekonomi. Dengan demikian makin terbukalah metode-metode untuk menyatakan hubungan antar peubah-peubah ekonomi yang sangat kompleks. Kalkulus Diferensial, pertama-tama digunakan secara meluas bersama-sama dengan revolusi teori utiliti-marjinal dalam analisis konsumsi, produksi, dan keseimbangan ekonomi. Mereka menggunakan kurve indeferen atau fungsi utiliti, fungsi produksi, yang berfokus pada konsepsi perubahan marjinal atau fungsi-fungsi turunan yang diperoleh dari fungsi-fungsi originalnya, yang kemudian disebut *Model Marginalis*.

Sejalan dengan bertambahnya matematik dalam analisis ekonomi, peranan statistik dan ekonometri menjadi sangat penting dalam mendiskripsikan hubungan antar peubah ekonomi yang diperoleh dari dunia nyata. Perkembangan metode kuantitatif pada akhir abad 20 didukung pula oleh membudayanya teknologi komputer, yang memungkinkan membuat komputasi yang kompleks dalam waktu singkat. Perkembangan teori ekonomi pada akhir abad 20 tidak terlepas dari penggunaan matematika dalam ekonomi. Peranan matematika adalah untuk mengekspresikan teori ekonomi dalam bentuk persamaan-persamaan matematik, walaupun tanpa memandang apakah model hipotesis itu dapat diuji secara empiris atau tidak. Sejak saat itu, seseorang yang akan mempelajari ekonomi harus mempersiapkan dirinya dalam menguasai matematika dengan baik.

Teori dan Model Ekonomi dalam Ekonomi Produksi Pertanian. Dalam Ekonomi Produksi Pertanian sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, adalah menyajikan analisis dan mekanisme yang seharusnya dilakukan produsen individual dalam rangka jastifikasi kekuatan-kekuatan ekonomi. Ekonomi produksi pertanian mempelajari di antaranya bagaimana perilaku **produsen** dalam mengkombinasi **input-inputnya** untuk ditransformasikan menjadi **output** dan keuntungan maksimum yang menjadi tujuan akhir dari proses produksi. Hal ini menunjuk kepada bagaimana hubungan teknis-fungsional antara input dan output dalam suatu proses produksi tertentu. Untuk menyatakan hubungan input-output tersebut, teori dan asumsi-asumsi menjadi dasar dalam menyusun model ekonomi. Model ekonomi merupakan salah satu alat dalam teori ekonomi yang merupakan simplifikasi realitas dunia nyata, sehingga penyusunan model disertai asumsi-asumsi tertentu.

Dalam ekonomi produksi pertanian, asumsi yang lazim digunakan adalah produsen selalu bertujuan memaksimumkan keuntungan. Kondisi tersebut

dapat dicapai melalui alokasi sumberdaya lahan, tenaga kerja, dan peralatan yang dimiliki secara optimal dengan mempertimbangkan harga-harga input-output.

Tugas dan Latihan

1. Apa yang dimaksud: Ilmu Ekonomi; Ekonomi Pertanian; dan Ekonomi Produksi Pertanian.
2. Apa yang menjadi isu pokok dalam ekonomi. Jelaskan.
3. Produsen dan konsumen menggunakan sumberdaya yang dimiliki sedemikian rupa sehingga memaksimalkan apa yang menjadi tujuannya. Jelaskan tentang hal tersebut.

A. Evaluasi/Test

1. Kelangkaan sumberdaya menyebabkan para produsen dan konsumen harus memutuskan pilihannya sehingga harus juga merelakan sesuatu yang lain. Ahli ekonomi menyebut hal demikian sebagai "*opportunity cost*". Jelaskan pernyataan ahli ekonomi dimaksud dan berikan contoh nyata.
2. Apa yang dimaksud "model ekonomi". Jelaskan disertai contoh.
3. Mengapa asumsi-asumsi diperlukan dalam mengkaji persoalan ekonomi? Jelaskan.
4. Apakah asumsi-asumsi diperlukan dalam "model ekonomi"? Berikan argumentasiterhadap jawaban saudara.

B. Rangkuman

Materi dalam bab ini menjelaskan tentang pengertian ilmu ekonomi, ekonomi pertanian dan ekonomi produksi pertanian sereta asumsi-asumsi dalam ekonomi. Bab ini terdiri atas 4 (empat) bagian, yaitu: (1) Landasan Teori Ekonomi; (2) Teori, Model, dan Asumsi-asumsi Ekonomi; (3) Ekonomi Pertanian dan Ekonomi Produksi Pertanian; dan (4) Teori dan Model Ekonomi dalam Ekonomi Produksi Pertanian.

Referensi

- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992) *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975) *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991) *Principles of Microeconomis*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.

- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988) *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Teken, I GB. (1985) *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Bab 2

FUNGSI PRODUKSI DENGAN SATU INPUT VARIABEL DAN ELASTISITAS PRODUKSI

Materi dalam Bab II ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis bagaimana hubungan input dan output dalam proses produksi pertanian (usahatani) yang mengikuti hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang (*the law of diminishing marginal returns*). Lebih lanjut, materi dalam bab ini memberi kemampuan kepada mahasiswa melakukan analisis bagaimana kepekaan hubungan input dan output. Materi ini sangat penting karena akan menjadi dasar dalam melakukan analisis alokasi input optimal (menghasilkan keuntungan maksimal) yang akan dibahas pada bab lebih lanjut.

2.1. Pengertian Fungsi Produksi, Fungsi Produksi Neo-Klasik dan Hukum Kenaikan Hasil yang Semakin Berkurang

Untuk menghasilkan suatu produk tertentu di bidang pertanian dilakukan dengan mengkombinasi faktor-faktor produksi seperti tanah, tenaga kerja dan modal, serta manajemen. Tingkat kombinasi faktor produksi tersebut yang digunakan untuk menghasilkan produk dapat dicerminkan oleh "*fungsi produksi*". Fungsi produksi dapat didefinisikan sebagai fungsi yang menggambarkan hubungan teknis fungsional antara output atau produksi yang dihasilkan dengan input yang digunakan dalam proses produksi. Pola hubungan teknis antara faktor produksi dengan produk tersebut dapat disajikan dengan berbagai cara, yaitu dapat menggunakan tabel, grafis, dan matematis. Secara matematis fungsi produksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2.1)$$

Keterangan : Y = output (produksi)
 X_i = input (faktor produksi)

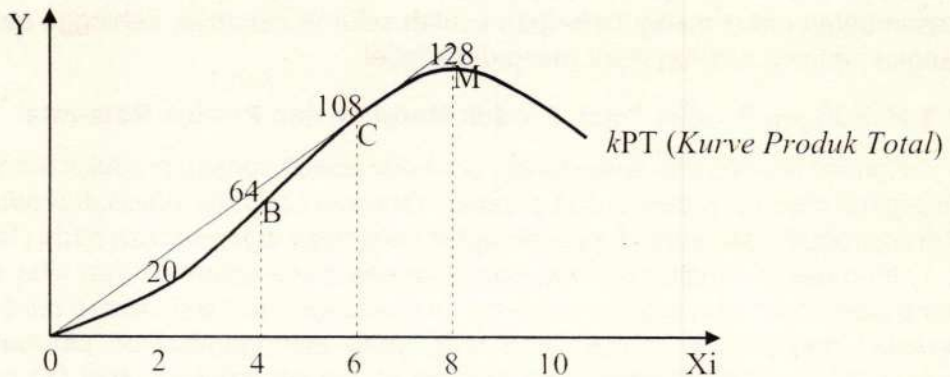
Tabel 2.1. Hubungan Input dan Output (Data Hipotetis)

Input (X)	ΔX	Output (Y)	ΔY	Produk Marjinal ($\Delta Y/\Delta X$)	Produk Rata-rata (Y/X)
1	1	5,5	14,5	14,5	5,5
2	1	20,0	20,5	20,5	10,0
3	1	40,5	23,5	23,5	13,5
4	1	64,0	23,5	23,5	16,0
5	1	87,5	20,5	20,5	17,5
6	1	108,0	14,5	14,5	18,0
7	1	122,5	5,5	5,5	17,5
8	1	128,0	-6,5	-6,5	16,0
9	1	121,5	-21,5	-21,5	13,5
10	1	100,0			10,0

Dalam proses produksi jangka pendek, terdapat faktor produksi yang tetap (tidak dapat dirubah jumlahnya dalam jangka pendek) dan terdapat pula faktor produksi variabel (yang dapat ditambah maupun dikurangi dalam jangka pendek). Katakanlah untuk penggunaan faktor produksi pupuk pada luasan lahan tertentu untuk menghasilkan output tertentu. Dalam situasi ini, penambahan setiap satu satuan pupuk akan meningkatkan produksi, yang pada akhirnya penambahan pupuk yang dilakukan secara terus menerus justru akan menyebabkan tambahan hasil atau produksi yang semakin berkurang. Hal ini dalam ekonomi produksi dikenal dengan hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang atau menurun (*the law of diminishing returns*). Hukum ini menyatakan bahwa "apabila berturut-turut ditambahkan satu satuan input kepada input lain yang tingkat penggunaannya tetap, suatu saat akan terjadi keadaan dimana penambahan output yang disebabkan oleh tambahan satu satuan input akan menurun". Hukum kenaikan hasil semakin berkurang ini akan memperlihatkan bahwa pertama-tama terjadi kenaikan hasil (output) marjinal, namun selanjutnya output marjinal tersebut akan semakin berkurang. Kenaikan output marjinal akan terjadi bila input variabel digunakan dalam jumlah yang masih kecil/sedikit. Namun penambahan input lebih lanjut justru akan menyebabkan output marjinal semakin lama akan semakin berkurang (Tabel 2.1).

Dari Tabel 2.1., tampak bahwa pada penggunaan input (X) yang masih sedikit terjadi kenaikan hasil (produk marjinal) semakin meningkat, dan selanjutnya dengan semakin banyaknya penggunaan input (X) justru

menyebabkan kenaikan hasil yang semakin menurun atau berkurang. Secara grafis keadaan tersebut di atas dapat digambarkan sebagai berikut (Gambar 2.1.):



Gambar 2.1. Kurve Produk Total

Dari Gambar 2.1. terdapat beberapa hal penting :

1. Garis OB pada kurve produk total menunjukkan kenaikan hasil bertambah;
2. Selanjutnya terdapat titik balik (*inflection point*) pada titik B;
3. Setelah titik balik (titik B) terjadi kenaikan hasil berkurang (B – M);
4. Terdapat titik maksimum kurve produk total (M);
5. Sesudah titik M, kenaikan hasil adalah negatif.

2.2. Input Tetap dan Variabel

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi produksi merupakan hubungan fisik antara input dan output. Fungsi produksi tersebut mencerminkan output yang dihasilkan pada kurun waktu tertentu dengan mengkombinasikan input sedemikian rupa dalam suatu proses produksi. Kurun waktu proses produksi dapat digolongkan dalam tiga klasifikasi, yaitu: kurun waktu yang sangat pendek, jangka pendek, dan jangka panjang. Penggolongan waktu produksi ini membawa implikasi adanya pengertian bahwa dalam proses produksi terdapat input tetap (*fixed input*) dan input produksi yang berubah-ubah (*variable input*). Suatu input produksi dikatakan *fixed input* apabila jumlahnya tidak berubah-ubah selama periode produksi. Alasan pokoknya adalah karena pertimbangan jangka waktu. Jangka waktu produksi yang sedemikian pendek menyebabkan tidak mungkin mengubah jumlah input yang digunakan. Input tanah misalnya, seorang petani mungkin ingin sekali menambah jumlah tanah pertaniannya tetapi penambahan itu tidak mungkin dilaksanakannya dengan segera karena memerlukan biaya yang relatif mahal. Untuk menambah mesin baru, atau mendirikan pabrik baru ataupun menambah kapasitas kemampuan pabrik tidak mungkin dilakukan oleh perusahaan dalam jangka pendek karena harga yang sangat mahal. Dalam kurun waktu yang

sangat pendek mungkin saja seluruh input bersifat tetap, sedangkan dalam jangka pendek paling tidak terdapat satu atau beberapa input dapat berubah-ubah jumlahnya sesuai dengan tingkat produksi yang diinginkan. Sebaliknya dalam jangka panjang, seorang petani atau manajer perusahaan memiliki kesempatan untuk mengubah-ubah jumlah seluruh inputnya, sehingga dalam jangka panjang seluruh input menjadi variabel.

2.3. Hubungan Produk Total, Produk Marginal dan Produk Rata-rata

Konsep penting dari suatu fungsi produksi adalah konsep produksi marjinal (*marginal physical product*) dan produksi rata-rata (*average physical product*). Kurve produksi dari suatu fungsi produksi yang telah digambarkan pada (Tabel 2.1) merupakan fungsi produksi klasik, karena menyajikan seluruh sifat-sifat yang diperlukan oleh kajian mengenai fungsi-fungsi produksi. Kurve produksi tersebut mempunyai bentuk yang unik, yaitu menggambarkan perubahan output (Y) yang diakibatkan oleh perubahan jumlah input variabel (X) pada sejumlah input lainnya tetap. Pada Tabel 2.1 tersebut dapat dilihat bahwa bila input sama dengan nol maka output sama dengan nol. Output akan meningkat bila ditambahkan input pada unit-unit yang pertama, dan terus akan meningkat bila input terus ditambahkan. Selanjutnya pada tingkat penggunaan input yang lebih tinggi justru akan mengakibatkan kenaikan output yang makin kecil dan akhirnya output akan menurun.

Produksi Marjinal (Marginal Physical Product). Produk marjinal (MPP) didefinisikan sebagai perubahan output total yang diakibatkan oleh perubahan/tambahan input variabel sebesar 1 unit. Peningkatan jumlah satuan input yang digunakan dapat mengakibatkan kenaikan atau penurunan output total. Pada Tabel 1 dapat dilihat, bahwa pada saat terjadi penambahan input (X) dari 3 unit menjadi 4 unit ($\Delta X = 1$ unit), maka output berubah dari 40,5 unit menjadi 64 unit ($\Delta Y = 23,5$ unit). Jadi MPP atau perubahan output sebagai akibat perubahan input sebesar satu unit adalah ($\Delta Y/\Delta X = 23,5/1 = 23,5$).

Secara geometris, MPP merupakan kemiringan (*slope*) dari fungsi produksi. Bilamana fungsi produksi diketahui, maka MPP merupakan turunan pertama (*first order condition*) dari fungsi produksi tersebut ($MPP = \Delta Y/\Delta X$).

Misalnya diketahui fungsi produksi $Y = 6X^2 - 0,5X^3$,

maka $MPP = \Delta Y/\Delta X = 12X - 1,5X^2$; untuk $X = 4$, maka $MPP = 12(4) - 1,5(4^2) = 24$

Misalnya diketahui fungsi produksi $Y = 3X + 2X^2 - 0,1X^3$,

maka $MPP = \Delta Y/\Delta X = 3 + 4X - 0,3X^2$; untuk $X = 12$, maka $MPP = 3 + 4(12) - 0,3(12^2) = 7,8$

Produksi Rata-rata (Average Physical Product). Produk rata-rata (APP) adalah total output (Y) dibagi dengan jumlah input variabel (X). Jadi $APP = Y/X$. Pada Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa pada saat penggunaan input sebesar 4 unit, total output yang diperoleh adalah 64 unit, sehingga APP

= $64/4 = 16$ unit. Pada penggunaan input sebesar 6 unit diperoleh total output sebesar 108 unit, sehingga $APP = 108/6 = 18$ unit. Secara matematis APP juga dapat dihitung jika fungsi produksi diketahui. Misalnya $Y = 6X^2 - 0,5X^3$, maka APP adalah:

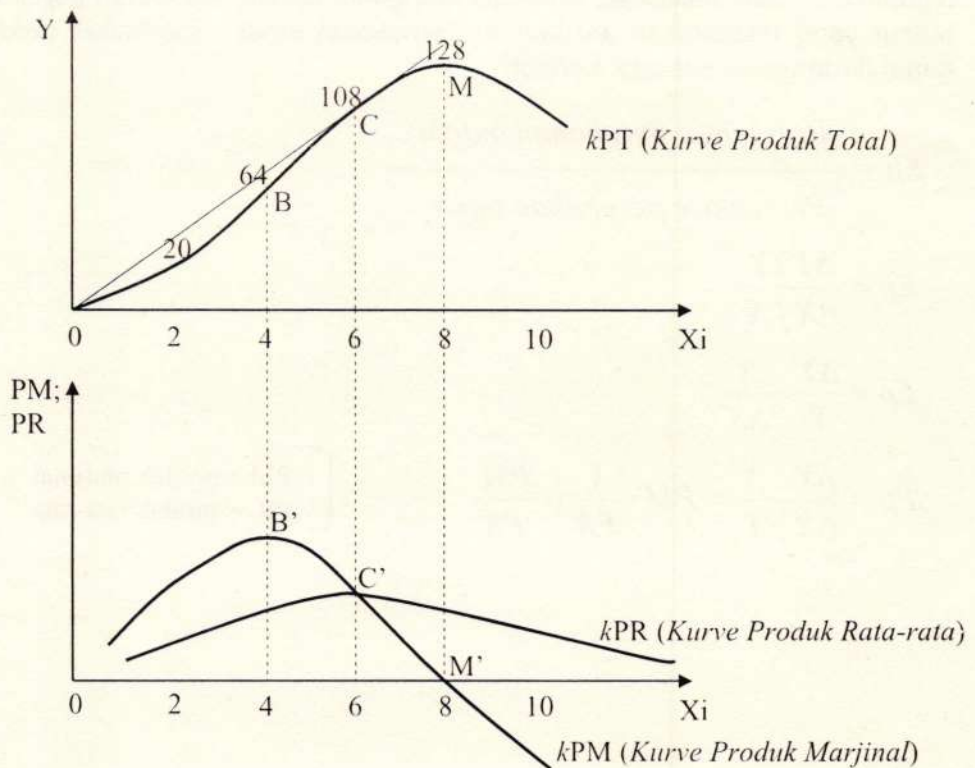
$$Y = 6X^2 - 0,5X^3$$

$$APP = \frac{6X^2 - 0,5X^3}{X} = 6X - 0,5X^2$$

untuk $X = 4$, maka $APP = 6(4) - 0,5(4^2) = 16$ unit.

Hubungan Produk Total, Produk Marjinal dan Produk Rata-rata.

Dari kurve produk total (kPT) seperti yang disajikan pada (Tabel 2.1), dapat diturunkan kurve produk marjinal (kPM) dan kurve produk rata-rata (kPR) yang selanjutnya dapat dilihat hubungan antara kPT , kPM , dan kPR sebagai berikut (Gambar 2.2):



Gambar 2.2. Hubungan Kurve Produk Total (kPT), Kurve Produk Marjinal (kPM), dan Kurve Produk Rata-rata (kPR)

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat hubungan antara (kPT), (kPM), dan (kPR) sebagai berikut:

- Mula-mula produk total (PT) mengalami kenaikan hasil bertambah sampai mencapai titik balik B. Di sini produk marjinal (PM) terus menaik sampai mencapai maksimum di titik B', dan produk rata-rata (PR) juga menaik tetapi pada tingkat penggunaan input (X) tersebut PR masih di bawah PM;
- Setelah titik B; PT mengalami kenaikan hasil berkurang, dimana PM mulai turun, sedangkan PR masih terus naik sampai mencapai maksimum di titik C' dan masih di bawah PM sampai PR=PM di C'. Setelah titik C, maka PR mulai turun tetapi sekarang berada di atas PM.
- Pada waktu PT mencapai maksimum di titik M; PM = 0 dan PR tetap positif.
- Setelah PT melewati titik M, maka PT mulai turun, dan PM bernilai negatif sedangkan PR tetap positif.

2.4. Elastisitas Produksi Fungsi Neo-Klasik dan Tahapan Produksi

Elastisitas produksi (E) didefinisikan sebagai "perubahan relatif produk (output) yang dihasilkan sebagai akibat perubahan relatif input yang digunakan". Jadi elastisitas produksi mengukur derajat kepekaan perubahan output yang disebabkan perubahan pemakaian input. Elastisitas produksi dapat dirumuskan sebagai berikut:

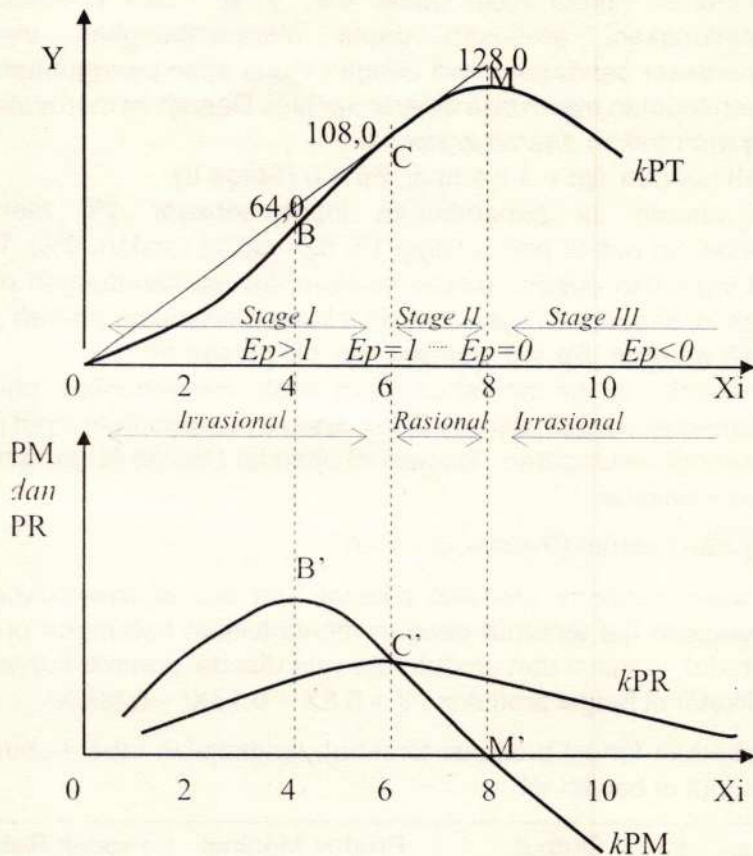
$$Ep = \frac{\text{Persentase perubahan output}}{\text{Persentase perubahan input}}$$

$$Ep = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X / X}$$

$$Ep = \frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{X}{\Delta X}$$

$$Ep = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \cdot \frac{X}{Y} = PM \cdot \frac{1}{PR} = \frac{PM}{PR}$$

$$\left[\begin{array}{l} PM = \text{produk marjinal} \\ PR = \text{produk rata-rata} \end{array} \right]$$



Gambar 2.3. Elastisitas dan Daerah/Tahapan Produksi (Neo-klasik)

Berdasarkan persamaan ($E_p = PM/PR$) dan menghubungkannya dengan Gambar 2.3 maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada tingkat produksi dimana $PM > PR$, maka besar $E_p > 1$ (artinya bahwa penambahan input sebesar 1% akan menyebabkan penambahan output $> 1\%$).
2. Pada tingkat produksi dimana $PM = PR$, maka $E_p = 1$ (berarti bahwa penambahan input sebesar 1% akan menyebabkan penambahan output juga 1%).
3. Pada tingkat produksi dimana $PM = 0$, maka besar $E_p = 0$, dan akhirnya pada tingkat produksi dimana $PM < 0$, maka E_p akan negatif.

Selanjutnya berdasarkan elastisitas produksi dapat dijelaskan tahap atau daerah produksi, yaitu yang terdiri dari

3 daerah produksi (*Stage I, II, dan III*) sebagai berikut (Gambar 2.3):

1. Daerah dengan $E_p > 1$ sampai $E_p = 1$ (*Stage I*)
 Dalam daerah ini penambahan input sebesar 1% menyebabkan

penambahan output lebih besar dari 1 %. Bila produksi tersebut menguntungkan, produsen dapat mengembangkan usaha atau memperbesar pendapatannya dengan menambah penggunaan inputnya. Jadi pendapatan masih bisa diperbesar lagi. Daerah ini merupakan *Daerah I* yang merupakan *daerah irrasional*.

2. Daerah dengan $E_p = 1$ sampai $E_p = 0$ (Stage II)

Pada daerah ini penambahan input sebesar 1% menyebabkan penambahan output paling tinggi 1% dan paling rendah 0%. Tergantung harga input dan output, daerah ini akan dicapai keuntungan maksimum. Daerah ini ditandai dengan *Daerah II* yang merupakan *daerah rasional*.

3. **Daerah dengan $E_p = 0$ sampai $E_p < 0$ (Stage III)**

Pada daerah ini penambahan input akan menyebabkan pengurangan (penambahan negatif) dari produksi, artinya penambahan input justru akan mengurangi pendapatan. Daerah ini ditandai *Daerah III* yang merupakan *daerah irrasional*.

A. Tugas dan Latihan (Praktek di kelas)

1. Dalam ekonomi produksi dikenal "*the law of diminishing returns*". Jelaskan hal tersebut dengan menunjukkan hubungan produk total, produk marjinal dan produk rata-rata disertai gambar kurva.
2. Diketahui fungsi produksi : $Y = 0,8X + 0,18X^2 - 0,006X^3$

Berdasarkan fungsi produksi tersebut, lengkapilah tabel hubungan input dengan output di bawah ini.

Input (X)	Output (Y)	Produk Marjinal (PM)	Produk Rata-rata (PR)
9
11
13
15
17
19

B. Evaluasi/Test

1. Jelaskan disertai gambar kurva: hubungan produk total, produk marjinal dan produk rata-rata serta tahapan produksi (daerah produksi) berdasarkan elastisitas produksi.
2. Diketahui fungsi produksi dengan dua input $Y = X_1^{0,5} X_2^{0,5}$;
Carilah PM_{x_1} dan PM_{x_2} .
3. Bila diketahui fungsi produksi $Y = 3X + 2X^2 - 0,01X^3$;
 - a. Hitunglah berapa produk marjinal atau PM untuk $X = 9$ unit.
 - b. Hitunglah berapa input X yang digunakan sehingga produk marjinal maksimum.

4. Bila diketahui sebuah fungsi produksi: $Y = 3X + 2X^2 - 0,1X^3$
 - a. Berapa produk marjinal (PM) dan produk rata-rata (PR) untuk $X = 6$
 - b. Dari informasi PM dan PR pada point (a), apakah masih menguntungkan secara fisik untuk menambah penggunaan input X ? Berikan argumentasi atas jawaban saudara.
 - c. Dengan fungsi produksi tersebut, berapa input X yang harus digunakan sehingga produk rata-rata (PR) maksimum?

C. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang hubungan teknis fungsional input-output dengan satu input variabel, yang terdiri atas 4 (empat) bagian, yaitu: (1) Pengertian Fungsi Produksi, Fungsi Produksi Neo-Klasik dan Hukum Kenaikan Hasil yang Semakin Berkurang (*The Law of Diminishing Marginal Returns*); (2) Input Tetap dan Variabel; (3) Hubungan Produk Total, Produk Marginal dan Produk Rata-rata; dan (4) Elastisitas Produksi dan Tahapan Produksi.

Referensi

- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992) *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975) *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991) *Principles of Microeconomis*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.
- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988) *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Teken, I GB. (1985) *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Bab 3

KONSEP BIAYA PRODUKSI, PENERIMAAN DAN KEUNTUNGAN

Materi dalam Bab III ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis tentang konsep hubungan biaya-biaya dalam proses produksi pertanian yang mengikuti hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang. Lebih lanjut, materi dalam bab ini member kemampuan kepada mahasiswa menderevasikan biaya-biaya tersebut secara grafis maupun matematis yang pada akhirnya mahasiswa mampu menganalisis biaya dan pendapatan dalam proses produksi pertanian. Materi ini sangat relevan karena analisis maksimisasi pendapatan atau keuntungan yang akan dibahas pada bab lebih lanjut didasarkan pada konsep biaya, derivasi biaya-biaya dalam proses produksi, serta analisis biaya dan pendapatan/keuntungan.

3.1. Konsep Biaya Produksi (Biaya Total, Biaya Marjinal, dan Biaya Rata-rata)

Pada saat membuat keputusan bagaimana berproduksi, maka sebuah perusahaan tidak hanya menentukan input apa yang digunakan untuk memproduksi berbagai tingkat output, tetapi perusahaan harus juga mempertimbangkan biaya-biaya untuk input-input yang digunakan dalam menghasilkan output tersebut.

Karena biaya produksi adalah penting dalam penentuan output perusahaan, maka harus dipahami beberapa aspek biaya, seperti jumlah biaya, faktor yang mempengaruhi biaya, dan bagaimana biaya tersebut bervariasi sebagaimana tingkat output yang dikehendaki.

Biaya Produksi Jangka Pendek

Biaya produksi pada sebuah perusahaan sangat tergantung pada tingkat output yang diproduksi. Bagaimana variasi biaya-biaya tersebut terhadap tingkat output yang dikehendaki dalam jangka pendek akan dijelaskan dalam contoh hipotesis berikut. Tujuan pokok kajian ini adalah menerangkan terminologi dan menjelaskan keterkaitan beberapa jenis biaya produksi dan pengukurannya

Ingat bahwa jangka pendek adalah periode waktu dimana perusahaan tidak dapat merubah seluruh inputnya. Artinya terdapat beberapa input adalah tetap dan beberapa input lainnya variabel, sehingga biaya produksi berkenaan dengan penggunaan kedua input tersebut (input tetap dan input variabel).

Tabel 3.1 berikut merupakan contoh hipotetis yang memperlihatkan bagaimana variasi biaya produksi sebuah perusahaan dengan tingkat outputnya.

Tabel 3.1. Biaya Jangka Pendek Pada Sebuah Perusahaan (Hipotetis)

Output (units per month)	Total Fixed Cost (\$ per month)	Total Variable Cost (\$ per month)	Total Cost (\$ per month)	Marginal Cost (\$ per unit)	Average Fixed Cost (\$ per unit)	Average Variable Cost (\$ per unit)	Average Total Cost (\$ per unit)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)+(3)	(5)	(6)=(2):(1)	(7)=(3):(1)	(8)=(4):(1)
0	60	0	60	-	-	-	-
1	60	30	90	30	60.00	30.00	90.00
2	60	49	109	19	30.00	24.50	54.50
3	60	65	125	16	20.00	21.70	41.70
4	60	80	140	15	15.00	20.00	35.00
5	60	100	160	20	12.00	20.00	32.00
6	60	124	184	24	10.00	20.70	30.70
7	60	150	210	26	8.60	21.40	30.00
8	60	180	240	30	7.50	22.50	30.00
9	60	215	275	35	6.70	23.90	30.60
10	60	255	315	40	6.00	25.50	31.50
11	60	300	360	45	5.50	27.30	32.80
12	60	360	420	60	5.00	30.00	35.00

Biaya Tetap Total (*Total Fixed Cost*). Total Fixed Cost (TFC) adalah biaya yang tidak tergantung pada banyaknya output yang diproduksi. Biaya tetap ini berkenaan dengan input tetap yang mana perusahaan tidak dapat merubah/menambahnya dalam jangka pendek, seperti pabrik, lahan, dan alat-alat tahan lama. Biaya tetap ini dapat berupa pengembalian modal/sewa/penyusutan, biaya pinjaman, asuransi, pajak pemilikan.

Biaya tersebut tidak akan tergantung berapa jumlah output yang diproduksi perusahaan, misalnya saja perusahaan tidak memproduksi, maka jenis biaya-biaya ini akan tetap dikeluarkan perusahaan. Dalam Tabel 3.1 di atas TFC perusahaan adalah \$ 60 per bulan.

Biaya Variabel Total (*Total Variabel Cost*). Total Variabel Cost (TVC) adalah biaya-biaya (yang dikeluarkan perusahaan) yang tergantung pada banyaknya output yang diproduksi. Biaya-biaya ini berkaitan dengan input-input variabel (lebih banyak output yang ingin dihasilkan, penggunaan input variabel juga akan lebih banyak). Jadi TVC akan meningkatnya sebagaimana tingkat outputnya. Untuk memproduksi lebih banyak dalam jangka pendek, maka perusahaan akan menggunakan lebih banyak tenaga kerja, listrik, bahan baku dan sebagainya, dan semua itu akan menambah biaya sebagaimana peningkatan outputnya. (Dalam usahatani, biaya variabel ini dapat berupa modal untuk pembelian benih, pupuk, pestisida, upah tenaga kerja, dan lain-lain). Pada Tabel 3.1, Biaya Variabel Total (TVC) dapat dilihat pada kolom 3.

Selain Biaya Tetap Total (TFC) dan Biaya Variabel Total (TVC), terdapat 5 (lima) jenis biaya lain seperti Biaya Total (TC), Biaya Marjinal (MC), Biaya Tetap Rata-rata (AFC), Biaya Variabel Rata-rata (AVC), dan Biaya Total Rata-rata (ATC). Biaya-biaya ini merupakan turunan dari TFC dan TVC.

Biaya Total (Total Cost). Total Cost (TC) adalah jumlah biaya tetap total dan biaya variabel total ($TC = TFC + TVC$) pada setiap tingkat output. Sebagai contoh pada output sebesar 5 unit, total fixed cost (TFC) adalah \$60 dan total variabel cost (TVC) adalah \$100, sehingga TC sebesar \$160. Jadi TC merupakan semua biaya yang mencakup biaya input tetap dan input variabel yang digunakan untuk memproduksi sejumlah output tertentu. Dengan demikian Total Cost (TC) akan meningkat sejalan dengan meningkatnya TVC dan outputnya.

Biaya Marjinal (Marginal Cost). Marginal Cost (MC) adalah perubahan biaya total yang dihasilkan dari setiap perubahan 1 unit output. Misalnya, untuk meningkatkan output dari 7 menjadi 8 unit, maka TC akan meningkat dari \$210 menjadi \$240. Jadi peningkatan biaya total sebesar \$30 merupakan Marginal Cost (MC) per setiap penambahan 1 unit output (dari 7 menjadi 8 unit).

Marjinal Cost dapat pula didefinisikan sebagai perubahan total variabel cost (TVC) yang dikeluarkan untuk setiap perubahan sebesar 1 unit output. Hal ini karena komponen biaya yang berubah untuk setiap penambahan 1 unit output adalah pada biaya variabelnya. Konsep Marginal Cost ini merupakan konsep yang penting untuk berbagai tujuan analisis.

Tiga jenis biaya lainnya merupakan biaya rata-rata per unit output. Biaya tersebut adalah : Biaya Tetap Rata-rata ($AFC = \text{Average Total Cost}$), Biaya Variabel Rata-rata ($AVC = \text{Average Variabel Cost}$), dan Biaya Total Rata-rata ($ATC = \text{Average Total Cost}$).

Biaya Tetap Rata-rata (AFC). Biaya Tetap Rata-rata adalah biaya tetap total (TFC) dibagi dengan besarnya output (Q) atau ($AFC = TFC/Q$). Karena biaya tetap adalah konstan, maka biaya tetap rata-rata akan semakin kecil dengan semakin besarnya output. Pada Tabel 3.1 di atas dapat dilihat AFC untuk unit pertama output adalah sebesar \$60, dan pada output yang ke 12 sebesar \$5.

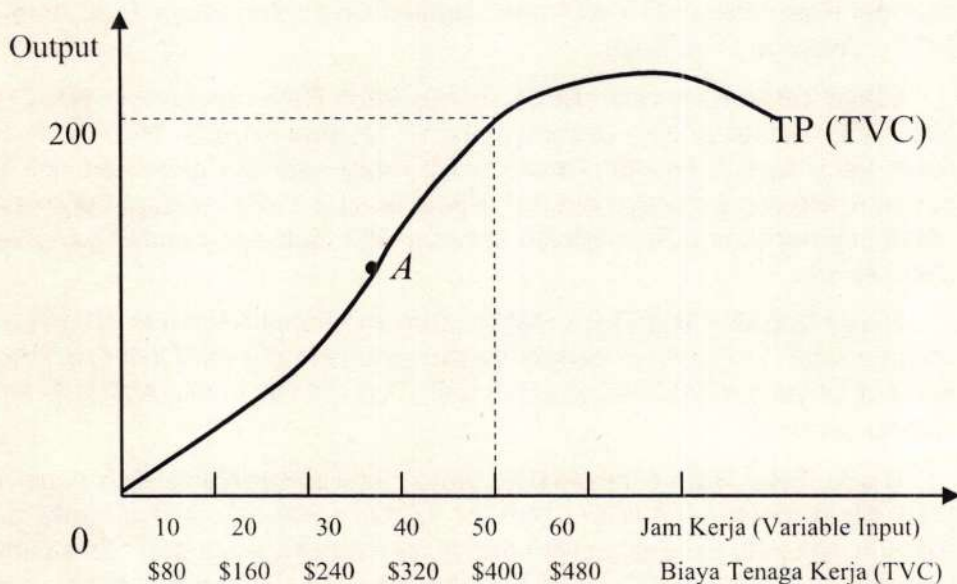
Biaya Variabel Rata-rata (AVC). Biaya Variabel Rata-rata adalah biaya variabel total (TVC) dibagi dengan besarnya output (Q) atau ($AVC = TVC/Q$). Bila output yang dihasilkan adalah 8 unit, $TVC = \$180$, maka $AVC = \$180/8 = \$22,50$ per unit.

Biaya Total Rata-rata (ATC). Biaya Total Rata-rata adalah biaya total (TC) dibagi output (Q) atau ($ATC = TC/Q$). Biaya Total Rata-rata dapat didefinisikan juga sebagai jumlah dari biaya tetap rata-rata dan biaya variabel rata-rata ($ATC = AFC + AVC$). Pada Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa : pada output 8 unit $TC = \$240$, sehingga biaya total rata-rata = $\$240/8 = \30 ; atau ($ATC = AFC + AVC = \$7,5 + \$22,50$).

3.2. Hubungan Biaya-biaya Dalam Proses Produksi

Biaya-biaya ditentukan oleh fungsi produksi pada proses produksi suatu perusahaan, yaitu yang menunjukkan kombinasi input yang digunakan untuk memproduksi output tertentu, dan harga-harga yang harus dibayar untuk input yang digunakan. Dalam jangka pendek, fungsi produksi merupakan hubungan output dengan jumlah input variabelnya (input lain tetap). Ingat bahwa hukum penerimaan marjinal yang semakin berkurang (*the law of diminishing marginal returns*) adalah relevan dalam jangka pendek. Ini menunjukkan penambahan input variabel setelah titik tertentu akan menghasilkan tambahan output yang semakin menurun. Inilah yang menjelaskan hubungan proses produksi dalam jangka pendek dan menentukan bagaimana perubahan biaya variabel total dengan perubahan output.

Fungsi produksi menunjukkan berapa banyak input (input variabel) yang dibutuhkan untuk memproduksi sejumlah output tertentu. Karena biaya variabel total merupakan jumlah uang yang dibutuhkan untuk membeli input variabel, maka harga-harga per unit input variabel sangat menentukan biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam jangka pendek. Pada Gambar 3.1 mengilustrasikan bagaimana hubungan hukum kenaikan hasil yang semakin berkurang dengan harga unit input variabel (yaitu yang menjelaskan bagaimana perubahan TVC sejalan dengan perubahan outputnya).



Gambar 3.1. Kurve Produk Total dan Biaya Variabel Total

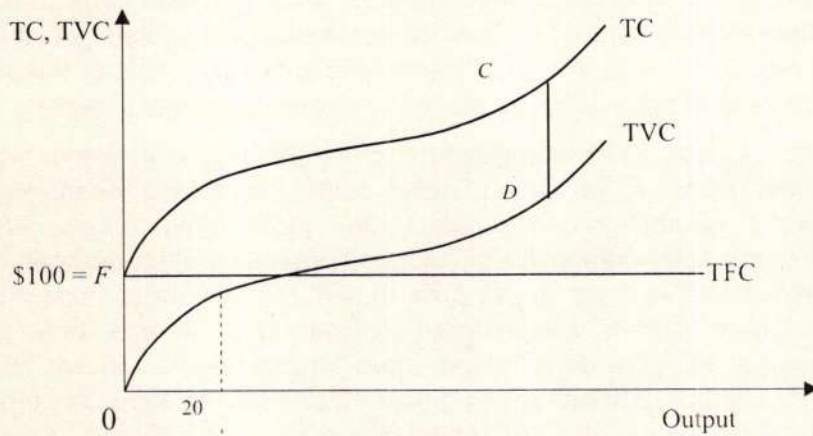
Pada Gambar 3.1, katakanlah input variabel adalah tenaga kerja (dalam jam), dan kurve produk total (TP) merupakan hubungan jumlah jam kerja dengan total output. Bentuk kurve TP menggambarkan penerimaan marginal yang menurun setelah titik A (dimana slope kurve mencapai maksimum).

Kurve produk total (TP) menggambarkan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk memproduksi setiap tingkat output. Bilamana tenaga kerja merupakan input variabelnya (input lain tetap), maka biaya tenaga kerja tersebut merupakan total variabel cost (TVC) dari proses produksi perusahaan tersebut. Total Variabel Cost dapat pula diukur (pada sumbu horizontal) dengan mengalikan jumlah tenaga kerja dengan upah tenaga kerja per unit (pada gambar tersebut diasumsikan upah tenaga kerja = \$8 per jam). Misal, pada TP sebesar 200 unit memerlukan 40 jam tenaga kerja, sehingga dengan upah \$8 per jam, maka TVC pada 200 unit output = \$320 (40 jam x \$8). Dengan demikian, bilamana input diukur dalam bentuk biaya, kurve dapat digambarkan dengan kurve yang sama yang menghubungkan input dengan output dan cost dengan output. Oleh karenanya bentuk kurve TVC sama dengan bentuk kurve TP yang juga menggambarkan *diminishing marginal returns*. Hubungan ini menjelaskan pentingnya *the law of diminishing marginal returns* yang menjelaskan bagaimana hubungan biaya variabel total (TVC) dengan outputnya, yang juga menerangkan perilaku biaya marginal dan biaya variabel rata-rata (turunan dari biaya variabel total). (Lihat Gambar 3.1).

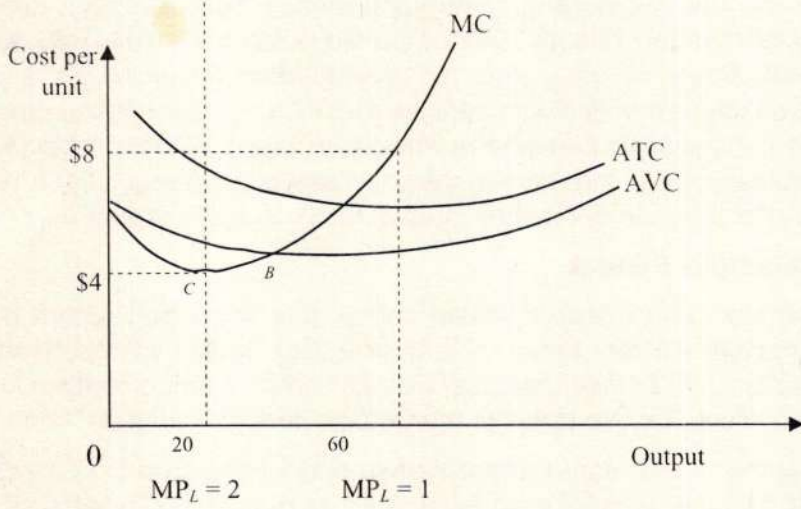
Kurve Biaya Jangka Pendek

Sekarang kita coba memperhatikan bentuk dan hubungan antara biaya dan output melalui ilustrasi kurve. Gambar 3.2(a) berikut memperlihatkan kurve biaya total suatu perusahaan, dan Gambar 3.2(b) memperlihatkan kurve biaya per unit. Bentuk kurve tersebut merupakan ilustrasi dari data Tabel 3.1.

Pada Gambar 3.2(a) dapat dilihat bahwa biaya tetap total (TFC) adalah sebesar \$100 nampak sebagai garis horizontal. Ini menunjukkan bahwa biaya tersebut akan tetap sebesar \$100 berapapun tingkat outputnya. Kurve TC adalah kurve biaya total yang merupakan penjumlahan dari biaya tetap (TFC) dengan biaya variabel (TVC). Karena $TC = TFC + TVC$, maka Kurve TC akan \$100 lebih tinggi dibandingkan kurve TVC pada setiap tingkat output. Jarak vertikal TVC dan TC adalah sebesar *OF* dan *DC* (sebesar \$100).



(a)



(b)

Gambar 3.2.

(a) Kurve Biaya Total Suatu Perusahaan, (b) Kurve Biaya per Unit

Biaya Marjinal (MC)

Sebagian besar analisis ekonomi menaruh perhatian yang besar pada kurve biaya per unit seperti yang tampak pada Gambar 3.2(b). Biaya Marjinal adalah berbentuk "U", yang menunjukkan biaya tersebut mula-mula menurun pada, mencapai minimum, dan kemudian naik pada setiap tambahan unit output. MC menurun pada awalnya karena input tetap (pabrik dan peralatan) tidak didisain untuk memproduksi output yang rendah dan produksi sangat mahal pada output yang rendah. Pada Gambar 3.2(b) terlihat bahwa MC menurun dan setelah titik 20 unit output menaik bersamaan dengan naiknya output sebab input tetap (pabrik dan peralatannya) telah termanfaatkan sesuai/

melebihi kapasitas. Setelah titik 20 unit output tersebut MC akan terus menaik lebih tinggi dari sebelumnya.

Bentuk kurve Biaya Marjinal (MC) merupakan gambaram dari *the law of diminishing marginal returns*. Ingat bahwa MC didefinisikan sebagai perubahan total variabel cost (ΔTVC) untuk setiap perubahan output (ΔQ):

$$MC = \Delta TVC / \Delta Q$$

Untuk meningkatkan satu unit output, dibutuhkan tambahan sejumlah input variabel, misalnya tenaga kerja (ΔL). Penggunaan lebih banyak tenaga kerja akan meningkatkan total variabel cost sebesar $\Delta L \times \text{Upah } (w)$, sehingga :

$$MC = \Delta TVC / \Delta Q = w(\Delta L) / \Delta Q = w / MP_L$$

Karena *marginal product* tenaga kerja (MP_L) = $\Delta Q / \Delta L$, maka $\Delta L / \Delta Q = 1 / MP_L$.

Hubungan di atas menyatakan bahwa biaya marjinal dalam jangka pendek adalah sama dengan harga input variabel (dalam kasus di atas harga input adalah sebesar w atau upah tenaga kerja per jam) dibagi dengan produk marjinalnya. Untuk lebih jelasnya, katakanlah $w = \$8$ dan $MP_L = 2$ unit output. Apabila satu unit tenaga kerja meningkatkan output sebesar 2 unit (MP_L), maka tambahan satu unit output memerlukan setengah unit tenaga kerja pada biaya \$4. Jadi marjinal cost (MC) = \$4, atau $w / MP_L = \$8 / 2$.

Karena *the law of diminishing marginal returns*, produk marjinal dari tenaga kerja akan bervariasi sebagaimana outputnya, demikian juga dengan biaya marjinalnya. Pada tingkat output yang rendah MP_L akan naik sehingga w / MP_L akan turun. Selanjutnya bila MP_L mencapai maksimum, maka MC akan minimum (pada Gambar 3.2(b) MC minimum terjadi pada 20 unit output). Akhirnya pada saat MP_L menurun maka MC akan menaik. Secara singkat setiap penambahan satu unit output akan memerlukan lebih banyak input variabel dibandingkan sebelumnya. Lebih banyak input variabel per unit output berarti biaya lebih tinggi dan biaya marjinal akan naik pada daerah dimana marjinal produknya menurun.

Biaya Rata-rata (AC)

Terdapat tiga kurve biaya rata-rata. Pertama adalah biaya variabel rata-rata (AVC). Biaya variabel rata-rata (AVC) adalah biaya variabel total dibagi dengan outputnya. Pada Gambar 3.2(a) & (b) dapat dilihat bahwa biaya variabel total (TVC), biaya variabel rata-rata (AVC), dan biaya marjinal (MC) adalah sama pada tingkat output di awal kurve. Kemudian MC menurun yang menyebabkan biaya rata-rata (ATC) juga turun. Kenyataannya ATC akan menurun sepanjang MC berada di bawahnya sampai bersinggungan. Dengan cara yang berbeda, biaya produksi per unit cenderung akan menurun pada tingkat output yang rendah, tetapi setelah titik tertentu (*titik B* pada Gambar 3.2(b)), AVC akan naik.

Hubungan produksi fisik sebagai implikasi dari *the law of diminishing marginal returns* juga mempengaruhi bentuk kurve biaya variabel rata-rata (AVC). Biaya variabel rata-rata adalah biaya variabel total dibagi dengan output:

$$AVC = TVC/Q$$

Biaya variabel total secara sederhana adalah jumlah total input variabel (L) dikalikan biaya per unitnya (w), sehingga :

$$AVC = TVC/Q = w(L)/Q = w/AP_L$$

Karena produk rata-rata dari tenaga kerja (AP_L) = Q/L (total output dibagi total tenaga kerja), maka $L/Q = 1/AP_L$.

Ingat bahwa *the law of diminishing marginal returns* menyebabkan kurve produk rata-rata berbentuk "U" ; dimana produk rata-rata menaik, mencapai maksimum dan kemudian menurun, sehingga AVC berbentuk "U". Oleh karena itu pada saat AP_L menaik AVC ($= w/AP_L$) akan menurun, kemudian pada saat AP_L menurun maka AVC akan menaik. Pada titik B dimana AP_L mencapai maksimum, maka AVC minimum.

Selanjutnya untuk biaya tetap rata-rata (AFC) dan biaya total rata-rata (ATC) dapat dijelaskan sebagai berikut. ATC akan menurun sepanjang tingkat output lebih tinggi. ATC adalah jumlah dari AFC dan AVC yang merupakan biaya rata-rata dari semua inputnya (input tetap dan variabel). Kurve ATC juga berbentuk "U" meskipun titik minimumnya berada pada tingkat output yang lebih tinggi dibandingkan pada titik minimum AVC-nya. Hal ini disebabkan karena $ATC = AVC + AFC$. Pada tingkat output dimana AVC minimum, AFC tetap menurun, sehingga jumlah AVC dan AFC akan terus menurun setelah titik tersebut. Namun pada titik tertentu naiknya AVC + AFC yang menurun, ATC akan menaik. Akhirnya karena $AVC + AFC = ATC$, biaya tetap rata-rata merupakan jarak vertikal antara ATC dan AVC yang mana jarak ini akan semakin mengecil dengan semakin banyaknya output yang diproduksi.

Hubungan Rata-rata dan Marjinal

Semua kurve marjinal berhubungan dengan kurve rata-ratanya:

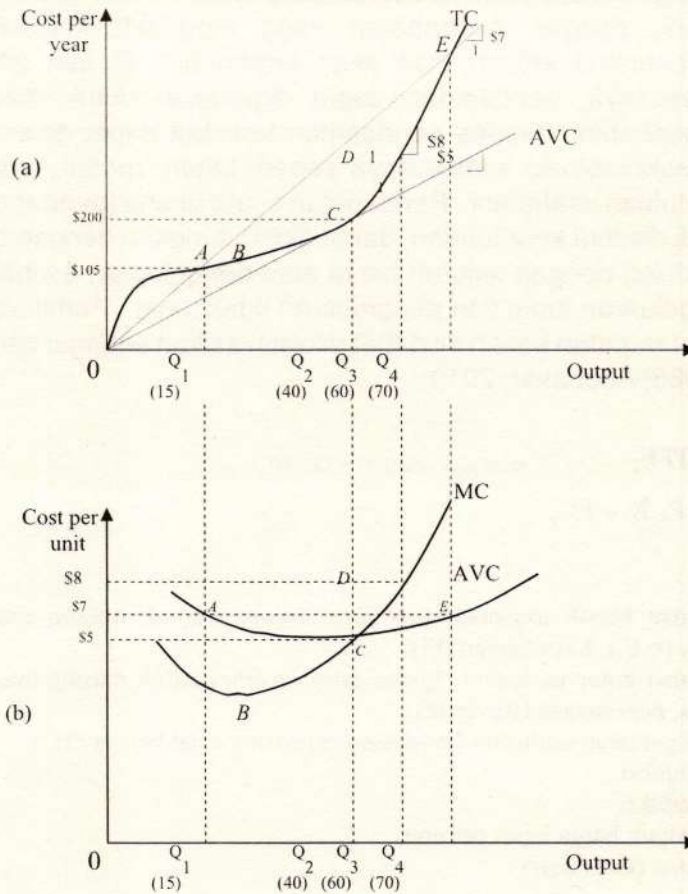
- Pada saat biaya marjinal di bawah biaya rata-rata, biaya rata-rata akan menurun. Demikian juga pada saat biaya rata-rata menurun, biaya marjinal pasti berada di bawah biaya rata-rata.
- Pada saat biaya marjinal di atas biaya rata-rata, biaya rata-rata akan menaik. Demikian juga pada saat biaya rata-rata menaik, biaya marjinalnya akan selalu berada di atas biaya rata-rata.
- Pada saat biaya rata-rata minimum, biaya marjinal akan sama dengan biaya rata-ratanya.

Geometrik Kurve Biaya

Derivasi grafis kurve biaya rata-rata dan marjinal dari kurve biaya total sejajar dengan derivasi kurve produk rata-rata dan marjinal dari kurve produk total. Situasi ini akan sama dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang.

Pada Gambar 3.3(a) memperlihatkan kurve biaya variabel total (TVC) dan pada Gambar 3.3(b) memperlihatkan derivasi kurve biaya variabel rata-rata (AVC) dan biaya marjinal (MC) dari kurve biaya variabel total (TVC).

Untuk menurunkan kurve AVC dari TVC, dapat dilakukan dengan menarik garis putus (refleksi) terhadap setiap titik pada kurve TVC; yaitu pada slope AVC pada tingkat outputnya. Pada output Q_1 misalnya, slope dari $0A$ adalah AQ_1/OQ atau \$7 per unit (\$105/15). Slope (Gambar 3.3a) ditunjukkan dengan tinggi kurve AVC (pada Gambar 3.3b). AVC minimum (\$5) pada saat output sebesar Q_2 yaitu pada saat garis bantu yang terendah bersinggungan dengan kurve TVC (di titik C). AVC akan menurun pada output meningkat dari 0 ke Q_1 dan kemudian meningkat dengan semakin besarnya output.



Gambar 3.3. Derivasi Grafis Kurve Biaya Rata-rata dan Biaya Marjinal

Biaya marjinal (MC) diperlihatkan dengan slope kurve biaya variabel total (TVC) pada setiap tingkat output. Pada output Q_3 misalnya, tambahan setiap unit output akan menambah biaya sebesar \$8 (ini ditunjukkan pada slope TVC di titik D). Pada output Q_3 (pada Gambar 3.3b), biaya marjinal adalah \$8 per unit. Berawal dari titik origin, kurve TVC akan lebih datar pada saat bergerak dari titik B , yang menunjukkan bahwa marjinal cost (MC) menurun. Selanjutnya setelah titik B kurve akan menaik yang mengindikasikan bahwa MC meningkat. Pada titik C (dimana biaya variabel rata-rata atau AVC pada titik minimum), MC sama dengan AVC.

3.3. Produksi, Penerimaan, dan Keuntungan

Suatu kegiatan ekonomi seperti halnya perusahaan ataupun sebuah usahatani umumnya bertujuan memperoleh produksi yang diperoleh dari proses mengkombinasi input produksi yang digunakan. Tujuan akhir adalah untuk memperoleh keuntungan atau pendapatan bersih atas penggunaan inputnya. Dengan pendapatan tersebut diharapkan perusahaan dapat tetap hidup dan berkembang menuju skala produksi yang lebih besar. Demikian juga pada usahatani, dengan pendapatan yang diperoleh kebutuhan petani untuk hidup bersama keluarganya akan terpenuhi. Di lain pihak, pada usahatani khususnya, pendapatan dapat digunakan untuk menilai keberhasilan suatu usahatani, dimana pendapatan tersebut dapat diperoleh dari alokasi dan mengkombinasi sumberdaya seperti lahan, modal, tenaga kerja, dan jasa pengelolaan usahatani. Pendapatan suatu usaha (pendapatan bersih) atau seringkali disebut keuntungan, dapat diperhitungkan dengan cara mengurangi nilai produksi dengan seluruh biaya atau pengeluaran usahatani yang mencakup pengeluaran tunai dan pengeluaran tidak tunai. Perhitungan untuk memperoleh pendapatan bersih ini dapat diformulasikan sebagai berikut (Soekartawi *et al.*, 1986; Abubakar, 2010):

$$NFI_i = GFI_i - TFE_i \quad \text{boleh juga ditulis } FI = TR - TC$$

$$C_i = P_y \cdot Y_i - P_x \cdot X_i - FC_i$$

Di mana :

NFI_i = pendapatan bersih usahatani (*net farm income*) untuk masing-masing aktivitas (= C_i), Keuntungan (FI).

GFI_i = pendapatan kotor usahatani (*gross farm income*) untuk masing-masing aktivitas, penerimaan (Revenue).

TFE_i = total pengeluaran usahatani (*total farm expenses*), total biaya (TC).

Y_i = total produksi.

X_i = input produksi.

P_y, P_x = harga output; harga input per unit.

FC = biaya tetap (*fixed cost*).

Unsur-unsur penyusun pendapatan tersebut dapat dijelaskan bahwa, pendapatan kotor usahatani adalah nilai produksi total yang diperoleh dari usahatani dalam jangka waktu tertentu atau merupakan hasil kali antara produksi total dengan nilai atau harga per satuan produksi. **Produksi fisik** adalah produksi yang diperoleh baik yang dijual, dikonsumsi, maupun untuk kepentingan lainnya. Sedangkan **total pengeluaran** usahatani merupakan nilai semua masukan yang dipergunakan dalam proses produksi.

Total pengeluaran ini dapat dipilah, yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya tidak tergantung pada jumlah produksi, dan dalam usahatani umumnya meliputi pengeluaran untuk pajak tanah, sewa lahan, penyusutan alat-alat pertanian yang dipergunakan, dan bunga modal pinjaman jika ada. Biaya variabel merupakan biaya yang besarnya tergantung pada jumlah produksi, antara lain mencakup biaya untuk sarana produksi seperti benih/bibit, pupuk, obat-obatan pertanian, tenaga kerja luar keluarga, dan pembayaran air pengairan, serta biaya-biaya lainnya yang dikeluarkan selama proses produksi.

Analisis pendapatan yang telah dikemukakan di atas merupakan analisis yang sederhana yang umumnya diperuntukkan pada usahatani dengan satu fungsi produksi atau fungsi produksi tunggal. Dalam situasi demikian, maka untuk memperoleh keuntungan maksimum, produksi harus didorong ke tingkat dimana *marginal cost* sama dengan *marginal value product* (Ferguson and Gould, 1975; Mustadjab, M. Muslich, 1983). Bagaimana memaksimumkan produksi dan keuntungan akan diuraikan pada bahasan selanjutnya.

A. Tugas dan Latihan

1. Sebut dan jelaskan 7 (tujuh) konsep biaya dalam proses produksi.
2. Jelaskan disertai ilustrasi gambar kurve hubungan biaya total, biaya marjinal dan biaya rata-rata.
3. Untuk meningkatkan satu unit output, dibutuhkan tambahan sejumlah input variabel, misalnya tenaga kerja (ΔL). Bila diketahui upah per unit tenaga kerja adalah (w), derivasikanlah biaya marjinalnya (MC).

B. Evaluasi/Teŕt

1. Sebut dan jelaskan 7 (tujuh) konsep biaya dalam proses produksi.
2. Buatlah derivasi biaya marjinal dan biaya rata-rata dari biaya total dengan pendekatan grafis.
3. Isilah tabel di bawah ini:

Tabel. Biaya Jangka Pendek Pada Sebuah Perusahaan (Hipotesis)

Output (units per month)	Total Fixed Cost (\$ per month)	Total Variable Cost (\$ per month)	Total Cost (\$ per month)	Marginal Cost (\$ per unit)	Average Fixed Cost (\$ per unit)	Average Variable Cost (\$ per unit)	Average Total Cost (\$ per unit)
0	50	0	.....	-	-	-	-
3	50	25	.....	.....	.....	.....	.....
6	50	44	.....	.....	.....	.....	.....
9	50	60	.....	.....	.....	.....	.....
12	50	75	.....	.....	.....	.....	.....
15	50	95	.....	.....	.....	.....	.....
18	50	119	.....	.....	.....	.....	.....
21	50	145	.....	.....	.....	.....	.....
24	50	175	.....	.....	.....	.....	.....
27	50	210	.....	.....	.....	.....	.....
30	50	250	.....	.....	.....	.....	.....
33	50	295	.....	.....	.....	.....	.....
35	50	355	.....	.....	.....	.....	.....

C. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang Konsep Biaya Produksi, Penerimaan dan Pendapatan melalui fungsi produksi dengan satu input variabel, yang terdiri atas 3 (tiga) bagian, yaitu: (1) Konsep Biaya Produksi (Biaya Total, Biaya Marjinal dan Biaya Rata-rata); (2) Hubungan Biaya-biaya Dalam Proses Produksi; dan (3) Produksi, Penerimaan dan Pendapatan/ Keuntungan.

Daftar Pustaka

- Abubakar, 2010. *Agribisnis, Teori dan Aplikasi*. Gaung Persada Press. Jakarta. Indonesia
- Barlowe, Raleigh (1995) *Land Resource Economics*, diterjemahkan oleh Muktazam, 1995. *Ekonomi Sumberdaya Tanah*, Jurusan Ilmu-Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992). *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986). *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978). *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Columbus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975). *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991). *Principles of Microeconomis*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.
- Heady, Earl O. (1952). *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.

- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988). *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Mustadjab, M. Muslich, (1983). *Resources Allocation In Paddy Farming Under Different Tenure Categories In Two Villages In East Java Indonesia*. Thesis, University Pertanian Malaysia.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Soekartawi; A Soeharjo; John L. Dillon; dan J. Brian Hardraker (1986). *IlmuUsahatani, dan Penelitian Untuk Pengembangan Petani Kecil*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 253 h.
- _____ (1990). *Teori Ekonomi Produksi*. Penerbit CV Rajawali, Jakarta. 257 h.
- Teken, I GB. (1985). *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Bab 4

PENGGUNAAN INPUT OPTIMAL DAN MAKSIMISASI KEUNTUNGAN

Materi dalam Bab IV ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis tentang optimalisasi penggunaan input dan syarat maksimisasi keuntungan untuk satu input variabel. Lebih lanjut, materi ini member kemampuan mahasiswa dalam menderivasikan penggunaan input yang efisien dengan mengaplikasikan fungsi linear dan fungsi cobb-douglas yang akhirnya mahasiswa mampu menghitung/menentukan penggunaan input yang optimal dan menghasilkan keuntungan maksimum. Materi ini sangat penting karena akan menjadi dasar dalam melakukan analisis alokasi input optimal (menghasilkan keuntungan maksimal) dengan penggunaan input lebih dari satu input yang akan dibahas pada bab selanjutnya.

4.1. Efisiensi Penggunaan Input dan Syarat-syarat Maksimisasi Keuntungan

Suatu proses produksi seringkali dihadapkan pada fungsi produksi lebih dari satu. Produksi biasanya melibatkan kombinasi input-input yang beragam dengan satu faktor produksi tetap, atau bahkan dihadapkan pada aktivitas-aktivitas yang beragam pula, serta keterbatasan sumberdaya. Pengusaha yang menghadapi masalah tersebut umumnya memandang penggunaan input terhadap sumbangannya bagi total produksi, dan akan menggunakan sumberdaya yang dimilikinya untuk beberapa alternatif penggunaan yang lebih menguntungkan atau memberikan pendapatan atau keuntungan yang maksimum. Untuk memperoleh keuntungan maksimum ini, maka pengaturan penggunaan sumberdaya yang terbatas tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan "prinsip equimarginal". Prinsip equimarginal ini menunjuk kepada penggeseran alokasi sumberdaya ke suatu usaha yang memberikan lebih banyak hasil bersih, atau menyamakan *marginal value product* pada setiap kegiatan atau usaha dan tetap merujuk kepada menyamakan *marginal cost* dan *marginal value product* (Barlowe, Raleigh, 1995; Soekartawi, 1990; Handerson and Quandt, 1988).

Sebelum membahas lebih lanjut bagaimana maksimisasi keuntungan dengan input tunggal dan output tunggal, telah diketahui bahwa hubungan teknis antara suatu variabel (input) dan outputnya dapat ditunjukkan oleh suatu fungsi produksi, yang secara matematis dapat ditulis: $Y = f(X_1/X_2, \dots, X_n)$.

Y adalah output, X_1 adalah input variabel, dan X_2, \dots, X_n konstan. Dalam fungsi produksi, input yang sifatnya konstan dapat dikatakan sebagai intersep. Selanjutnya untuk menyederhanakan notasi, maka untuk menghasilkan output (Y) dengan hanya menggunakan satu input variabel dapat ditulis:

$$Y = f(X_1) \text{ atau } Y = f(X) \quad (4.1)$$

Jadi dalam persamaan (4.1) hanya input atau masukan (X_1) atau (X) yang bervariasi, sedangkan input lainnya tetap. Dengan demikian pengaruh input lainnya adalah konstan dan hal ini dicakup dalam konstanta sebuah fungsi produksi.

Untuk dapat mencapai penggunaan input yang efisien dan menghasilkan keuntungan maksimum atas kombinasi input untuk menghasilkan output, terdapat dua syarat yang harus dipenuhi, yaitu (1) tingkat penggunaan input harus memberikan tingkat produksi rata-rata maksimum (tercapainya efisiensi teknis) yang merupakan syarat utama (*necessary condition*). Terpenuhinya syarat utama ini berarti penggunaan input dalam proses produksi telah optimal atau memaksimalkan produksi; (2) tercapainya efisiensi ekonomis yang merupakan syarat kecukupan (*sufficient condition*), dan ini dicapai pada saat nilai produk marjinal (NPM) sama dengan biaya korbanan marjinal (BKM).

Secara matematis, produk rata-rata akan maksimum pada saat turunan pertama dari fungsi produk rata-rata sama dengan nol:

$$\begin{aligned} \text{atau efisiensi teknis terpenuhi bilamana} \quad & \frac{dPR}{dX} = 0 \text{ (necessary condition)} \\ \text{dan efisiensi ekonomis terpenuhi bilamana} \quad & \frac{d\pi}{dX} = 0 \text{ dan } \frac{d^2\pi}{dX^2} < 0 \\ & \text{(sufficient condition)} \quad (3.2) \end{aligned}$$

Keuntungan (π) adalah perbedaan atau selisih penerimaan total (TR) dengan biaya totalnya (TC).

$$\pi = TR - TC \quad \text{dan} \quad TC = VC + FC$$

$$\pi = TR - (VC + FC) \quad (4.3)$$

dimana π = keuntungan (*profit*)
 TR = penerimaan total (*total revenue*)
 TC = biaya total (*total cost*)
 VC = biaya variabel (*variable cost*)
 FC = biaya tetap (*fixed cost*)

Dengan harga output (= Py) dan harga input (= Px), maka fungsi keuntungan di atas (persamaan 4.3) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\pi = Y.Py - (X.Px + FC)$$

(4.4)

Karena FC (*fixed cost*) besarnya tetap, maka dalam konteks ini diasumsikan bahwa keuntungan yang diperoleh merupakan keuntungan di atas biaya tetapnya, sehingga:

$$\pi = Y.Py - X.Px$$

(4.5)

Produsen selalu menambah penggunaan input (X) sepanjang dengan penambahan input tersebut akan diperoleh tambahan keuntungan, atau penerimaan marjinal masih lebih besar dari biaya marjinalnya. Dengan penambahan input itu berarti masih diperoleh tambahan keuntungan, atau keuntungan marjinal lebih besar dari nol. **Keuntungan maksimum** akan dicapai bilamana turunan pertama (*first order condition*) dari fungsi keuntungan sama dengan nol, dan turunan kedua (*second order condition*) lebih kecil dari nol.

Jadi π maks. diperoleh bilamana $\frac{d\pi}{dX} = 0$ (4.6)

dan $\frac{d^2\pi}{dX^2} < 0$

sehingga dari Persamaan (3.5) dapat diselesaikan:

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dX} = 0 &\longrightarrow \frac{dY}{dX} \cdot Py - Px = 0 \\ &\Leftrightarrow \frac{dY}{dX} \cdot Py = Px \\ &\Leftrightarrow PM \cdot Py = Px \quad \text{atau} \\ &\Leftrightarrow NPM = BKM \end{aligned} \tag{4.7}$$

Jadi keuntungan maksimum akan diperoleh pada saat Nilai Produk Marjinal sama dengan Biaya Korbanan Marjinal ($NPM = BKM$). Biaya Korbanan Marjinal (BKM) adalah tambahan biaya yang dikeluarkan untuk setiap penambahan satu satuan input, atau merupakan harga per satuan input (Px). Sedangkan NPM adalah produk marjinal dikalikan harga per satuan outputnya ($PM \times Py$).

Bilamana harga output (Py) dan harga input (Px) diketahui, maka dapat diketahui pula penggunaan input optimal atau penggunaan input yang menghasilkan keuntungan maksimum.

4.2. Efisiensi Penggunaan Input dan Fungsi Produksi

Sebagaimana telah diuraikan pada sub bab terdahulu, ada dua syarat yang harus dipenuhi agar dicapai penggunaan input efisien, yaitu (1) syarat utama (*necessary condition*) adalah penggunaan input harus memberikan tingkat produksi rata-rata maksimum (tercapainya efisiensi teknis); (2) syarat kecukupan (*sufficient condition*) adalah tercapainya efisiensi ekonomis yaitu pada saat nilai produk marjinal (NPM) sama dengan biaya korbanan marjinal (BKM).

Bagaimana jika fungsi produksi yang dihadapi adalah fungsi produksi linear? Bagaimana jika fungsi produksi yang dihadapi adalah fungsi cob-douglas?

Dari Persamaan (4.7) diperoleh bahwa keuntungan akan mencapai maksimum atas penggunaan input bilamana:

$$NPM = BKM$$

Persamaan (4.7) tersebut dapat diurai bahwa syarat penggunaan input akan menghasilkan keuntungan maksimum sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{dY}{dX} \cdot P_Y &= P_X \\ \Leftrightarrow \frac{dY}{dX} \cdot \frac{P_Y}{P_X} &= 1 \end{aligned} \quad (4.8)$$

Dari persamaan (4.8) dapat diderivasikan formulasi penggunaan input yang efisien untuk kedua fungsi produksi tersebut, yaitu fungsi cob-douglas dan fungsi linear, sebagai berikut:

- a. Untuk fungsi Cobb-Douglas: ($Y = \beta_0 X^{\beta_1}$), derivasi formulasi keuntungan maksimum adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{\partial y}{\partial x} \cdot \frac{P_Y}{P_X} &= 1 & \longrightarrow & \frac{\partial y}{\partial x} = \beta_1 \cdot \beta_0 X^{\beta_1-1} \\ & & & = \beta_1 \cdot \frac{\beta_0 X^{\beta_1}}{X} \\ & & & = \beta_1 \cdot \frac{\beta_0 X^{\beta_1}}{X} \\ & & & = \beta_1 \cdot \frac{Y}{X} \\ \Leftrightarrow \boxed{\beta_1 \cdot \frac{Y}{X} \cdot \frac{P_Y}{P_X}} &= 1 & & (4.9) \end{aligned}$$

- b. Untuk fungsi Linear, formulasi keuntungan maksimum adalah sebagai berikut:

$$\Leftrightarrow \frac{\partial y}{\partial x} \cdot \frac{P_y}{P_x} = 1 \quad \longrightarrow \quad \frac{\partial y}{\partial x} = \beta_1$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\beta_1 \cdot \frac{P_y}{P_x} = 1} \quad (4.10)$$

4.3. Kalkulasi Penggunaan Input Optimal yang Memaksimumkan Keuntungan

Untuk menghitung (kalkulasi) penggunaan input yang optimal atau yang memaksimumkan keuntungan, berikut disajikan hasil penelitian yang berjudul: "Analisis Hubungan Teknis Fungsional Input dan Output pada Usahatani Kentang Atlantik di Kecamatan Sembalun" (Wathoni, 2012).

Penelitian tersebut melibatkan variabel independent input: lahan, bibit, pupuk, pestisida, dan tenaga kerja, serta variabel produksi sebagai variabel dependent. Hasil analisis regresi menggunakan fungsi Cobb-Douglas yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 4.1. Hasil Analisis Regresi dengan Fungsi Cobb-Douglas.

Component	Simbol	Coefficients	Std. Error	t Stat	P-value	Expl.
Intercept	β_0	1.9205	0.2576	7.4560	1.072E-07	83.2661
LND	β_1	0.4652	0.0838	5.5501	1.04E-05	S
SEED	β_2	0.3093	0.0705	4.3908	0.0001956	S
FERTLZ	β_3	0.0019	0.0377	0.0515	0.9593649	NS
PEST	β_4	0.1434	0.0351	4.0885	0.0004212	S
LBR	β_5	0.0840	0.0709	1.1850	0.2476117	NS
R-square	R^2	0,9808				
F-test		245,2546				S
Sig.F		8,837E-20				

Sumber: Wathoni (2012).

Keterangan :

PROD = Produksi kentang atlantik (ku). LBR = Input tenaga kerja (HKO).
 LND = Input luas lahan garapan (are). β_0 = Konstanta; (β_i = parameter).
 SEED = Input bibit (kg). S = signifikan pada taraf nyata 5%.
 FERTLZ = Input pupuk (kg). NS = non-signifikan pada taraf nyata 5%.
 PEST = Input pestisida (kg-lt).

Untuk menentukan apakah penggunaan input sudah berada pada daerah rasional atau irrasional dilakukan pendekatan marginal dari hasil derivasi

fungsi Cobb-Douglas dengan formulasi sebagai berikut (Soekartawi, 1990 dan Dibertin, David L., 1986):

$$Y = \beta_0 \cdot X_i^{\beta_i}$$

$$\frac{dy}{dx} = \beta_i \cdot \frac{\beta_0 \cdot X_i^{\beta_i}}{X_i}$$

$$\frac{dy}{dx} = \beta_i \cdot \frac{Y}{X_i}$$

$$MPP = \beta_i \cdot APP \text{ atau } \beta_i = \frac{MPP}{APP}$$

dan β_i pada fungsi Cobb-Douglas merupakan nilai elastisitas produksi (E_p).

Keterangan:

Y = Produksi kentang atlantik.

X_i = Input ke-i.

β_i = Parameter input ke-i.

MPP = Produk marjinal (*marginal physical product*).

Selanjutnya dari derivasi tersebut melalui besarnya nilai MPP (*marginal physical product*) dan APP (*average physical product*) dapat diketahui besarnya elastisitas produksi (E_p) sehingga dapat diidentifikasi apakah proses produksi berada pada daerah rasional atau irrasional. Hasil analisis marginal penggunaan input disajikan pada Tabel 2.

Tabel 4.2. Analisis Marjinal.

Input- Output	Unit	Coef. (β_i)	Production (ku)	Input Usage	APP	MPP	MPP vs APP	Stage of Production
PROD	(ku)		109,8333					
LND	(are)	0,4652		47,37	2,32	22,03	MPP > APP	Stage I
SEED	(kg)	0,3093		861,33	0,13	266,4	MPP > APP	Stage I
FERTLZ	(kg)	0,0019		1147,70	0,10	2,23	MPP < APP	Stage II
PEST	(kg-lit)	0,1434		16,83	6,52	2,41	MPP > APP	Stage I
LBR	(HKO)	0,0840		143,66	0,76	12,07	MPP < APP	Stage II

Sumber: Wathoni (2012).

Keterangan :

PROD = Produksi kentang atlantik.

LND = Input luas lahan garapan.

SEED = Input bibit.

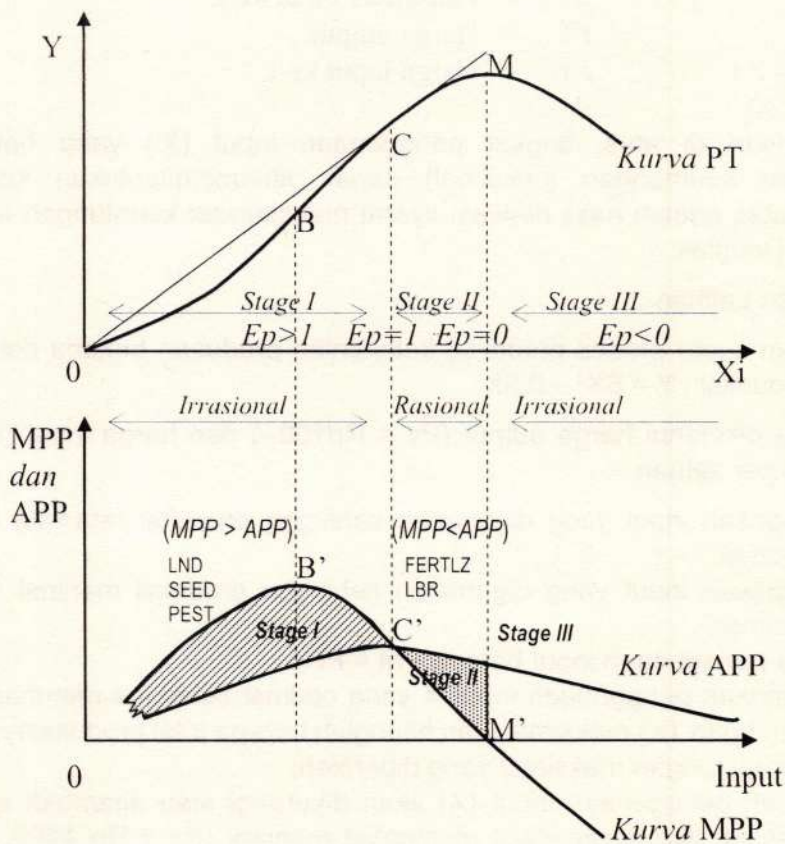
FERTLZ = Input pupuk.

PEST = Input pestisida.

- LBR = Input tenaga kerja.
- β_i = Parameter atau koefisien regresi.
- MPP = Produk marginal (*Marginal physical product*).
- APP = Produk rata-rata (*Average physical product*).

Berdasarkan hasil analisis marginal penggunaan input lahan (LND); bibit (SEED); dan pestisida (PEST) berada pada *stage I* (daerah irrasional) yang diindikasikan dari nilai $MPP > APP$. Sementara untuk input pupuk (FERTLZ) dan tenaga kerja (LBR) berada pada *stage II* (daerah rasional) dari kurva produksi (Gambar 4.1.)

Sebagaimana telah dijelaskan bahwa penggunaan input oleh petani untuk input lahan (LND); bibit (SEED); dan pestisida (PEST) berada pada *stage I* (daerah irrasional) yang diindikasikan dari nilai $MPP > APP$. Implikasinya adalah bahwa ketiga input tersebut, yaitu luas lahan garapan (LND), bibit (SEED) dan pestisida (PEST) masih menguntungkan untuk ditambah penggunaannya karena pada situasi dimana $MPP > APP$ (merupakan daerah irrasional atau *stage I* pada kurva produksi) yang berarti belum tercapai rata-rata produksi maksimal seperti yang ditunjukkan pada titik C' pada Gambar 4.1. (Dibertin, David L., 1986)



Gambar 4.1. Situasi MPP, APP, Elastisitas dan Daerah/Tahapan Produksi pada Kurva Produksi.

Selanjutnya untuk input pupuk (FERTLZ) dan tenaga kerja (LBR) berada pada *stage II* (daerah rasional) dari kurva produksi dimana nilai $MPP < APP$ dan nilai MPP masih positif. Hal ini menunjukkan bahwa input pupuk dan tenaga kerja telah berada pada daerah rasional yang berarti penggunaan kedua input telah optimal (Dibertin, David L., 1986).

Selanjutnya, untuk menentukan tingkat penggunaan input yang optimal atau yang memberikan keuntungan maksimal dapat dilakukan perhitungan sesuai syarat maksimisasi keuntungan untuk fungsi Cobb-Douglas sebagaimana diformulasikan pada persamaan (4.9), sebagai berikut:

$$\beta_i \cdot \frac{Y}{X_i} \cdot \frac{P_y}{P_{xi}} = 1$$

Keterangan:

- Y = Produksi.
- X_i = Input ke-i.
- β_i = Parameter input ke-i.
- P_y = Harga output.
- P_{xi} = Harga input ke-i.

Dari persamaan di atas, tingkat penggunaan input (X_i) yang optimal (menghasilkan keuntungan maksimal) dapat dihitung/ditentukan karena formulasi di atas adalah hasil derivasi syarat maksimisasi keuntungan untuk fungsi Cobb-Douglas.

A. Tugas dan Latihan

Dalam suatu proses produksi, katakanlah produsen bekerja dengan fungsi produksi: $Y = 6X^2 - 0,5X^3$.

Bilamana diketahui harga output ($P_y = \text{Rp}100,-$) dan harga input ($P_x = \text{Rp}600,-$) per satuan,

- a) Berapakah input yang digunakan sehingga produksi rata-rata (PR) maksimal;
- b) Berapakah input yang digunakan sehingga produksi marginal (PM) maksimal;
- c) Pada penggunaan input berapa $PM = PR$;
- d) Berapakah penggunaan input X yang optimal sehingga memberikan keuntungan (π) maksimal, dan hitunglah berapa total produksinya (Y) dan keuntungan maksimal yang diperoleh;
- e) Apakah penggunaan input (X) akan dikurangi atau ditambah untuk merespon jika harga input meningkat menjadi ($P_x = \text{Rp} 1000,-$ per satuan) sehingga penggunaan input optimal atau diperolehnya keuntungan maksimal. Buktikan!

Kunci Jawaban:

Diketahui: fungsi produksi : $Y = 6X^2 - 0,5X^3$

Harga output $P_y = \text{Rp}100,-$ per satuan

Harga input $P_x = \text{Rp}600,-$ per satuan

Solusi:

- a) Input yang digunakan sehingga produksi rata-rata (PR) maksimal adalah sebagai berikut:

$$Y = 6X^2 - 0,5X^3$$

$$PR = \frac{6X^2 - 0,5X^3}{X} = 6X - 0,5X^2 \longrightarrow PR_{maks.} \Rightarrow \frac{dPR}{dX} = 0$$

$$\Leftrightarrow 6 - 1 \cdot X = 0$$

$$\Leftrightarrow X = 6 \text{ satuan}$$

Jadi PR mencapai maksimum pada penggunaan input $X=6$ satuan (dengan produksi rata-rata sebesar $(6 \cdot 6) - (0,5 \cdot 6^2) = 18$ satuan).

- b) Input yang digunakan sehingga produksi marjinal (PM) maksimal dapat dihitung sebagai berikut:

$$Y = 6X^2 - 0,5X^3$$

$$PM = \frac{dY}{dX} = 12X - 1,5X^2 \longrightarrow PM_{maks.} \Rightarrow \frac{dPM}{dX} = 0$$

$$\Leftrightarrow 12 - 3X = 0$$

$$\Leftrightarrow 3X = 12$$

$$\Leftrightarrow X = 4 \text{ satuan}$$

Jadi PM mencapai maksimum pada penggunaan input $X=4$ satuan (dengan tingkat produksi marjinal sebesar $(12 \cdot 4) - (1,5 \cdot 4^2) = 24$ satuan).

- c) Penggunaan input pada saat $PM = PR$ adalah pada PR maksimum. Hal ini dapat dibuktikan sebagai berikut:

$$Y = 6X^2 - 0,5X^3 \longrightarrow PR = 6X - 0,5X^2 ; PM = 12X - 1,5X^2$$

$$PR = PM$$

$$\Leftrightarrow 6X - 0,5X^2 = 12X - 1,5X^2$$

$$\Leftrightarrow X^2 = 6X$$

$$\Leftrightarrow X = 6 \text{ satuan}$$

Dengan demikian penggunaan input pada saat $PR = PM$ adalah $X = 6$ satuan, dimana pada tingkat penggunaan tersebut PR maksimum.

- d) Penggunaan input X yang optimal sehingga memberikan keuntungan (π) maksimal pada harga output ($P_y = \text{Rp}600,-$ per satuan) dan harga input

($P_x = \text{Rp}100,-$ per satuan) dan fungsi produksi ($Y = 6X^2 - 0,5X^3$) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\pi &= Y \cdot P_y - X \cdot P_x \\ &= (6X^2 - 0,5X^3) \cdot 100 - X \cdot 600 \\ &= 600X^2 - 50X^3 - 600X\end{aligned}$$

$$\pi \text{ maksimum bila } \frac{d\pi}{dX} = 0$$

$$\pi \text{ maksimum bila } \frac{d\pi}{dX} = 0$$

sehingga turunan pertama dari persamaan (π) = $600X^2 - 50X^3 - 600X$ sama dengan nol adalah:

$$\Leftrightarrow 1200X - 150X^2 - 600 = 0 \text{ atau}$$

$$\Leftrightarrow 150X^2 - 1200X + 600 = 0$$

selanjutnya dengan menggunakan rumus "abc" dapat dicari penggunaan input optimal atau penggunaan input yang menghasilkan keuntungan maksimum, yaitu:

$$\Leftrightarrow \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1200 \pm \sqrt{1200^2 - 4 \cdot 150 \cdot 600}}{2 \cdot 150}$$

$$\Leftrightarrow X = (1200 \pm 1039,2305)/300$$

$$\Leftrightarrow \underline{X = 7,4641 \text{ satuan}}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh penggunaan input yang menghasilkan keuntungan maksimal pada $P_y = \text{Rp}100,-$ dan $P_x = \text{Rp}600,-$ per satuan adalah $X = 7,4641$ satuan.

Produksi yang diperoleh pada tingkat penggunaan input tersebut adalah:

$$\begin{aligned}Y &= 6X^2 - 0,5X^3 \\ &= (6 \cdot 7,4641^2) - (0,5 \cdot 7,4641^3) \\ &= 334,2768 - 207,9229 \\ &= \underline{126,3539 \text{ satuan.}}\end{aligned}$$

Keuntungan maksimum yang diperoleh pada tingkat penggunaan input tersebut adalah:

$$\begin{aligned}\pi &= Y.Py - X.Px \\ &= (6X^2 - 0,5X^3)Py - X.Px \\ &= [(6 \cdot 7,4641^2 - 0,5 \cdot 7,4641^3) \cdot 100 - (7,4641 \cdot 600)]\end{aligned}$$

- e) Untuk merespon naiknya harga input (X) menjadi $P_x = \text{Rp}1000,-$ per satuan dan harga output tetap ($P_y = \text{Rp}100,-$ per satuan), secara teoritis penggunaan input (X) akan dikurangi sehingga diperoleh keuntungan maksimal.

Pembuktian:

$$Y = 6X^2 - 0,5X^3 \longrightarrow P_y = \text{Rp}100,- \text{ dan } P_x = \text{Rp}1000,- \text{ per unit.}$$

$$\begin{aligned}\pi &= Y.Py - X.Px \\ &= (6X^2 - 0,5X^3)100 - X.1000 \\ &= 600X^2 - 50X^3 - 1000X\end{aligned}$$

$$\pi \text{ maksimum bila } \frac{d\pi}{dX} = 0$$

sehingga turunan pertama dari persamaan $\pi = 600X^2 - 50X^3 - 1000X$ sama dengan nol adalah:

$$\Leftrightarrow 1200X - 150X^2 - 1000 = 0 \text{ atau}$$

$$\Leftrightarrow 150X^2 - 1200X + 1000 = 0$$

selanjutnya dengan menggunakan rumus "abc" dapat dicari penggunaan X yang menghasilkan keuntungan maksimum, yaitu:

$$\begin{aligned}\Leftrightarrow & \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ \Leftrightarrow & \frac{1200 \pm \sqrt{1200^2 - 4 \cdot 150 \cdot 1000}}{2 \cdot 150} \\ \Leftrightarrow & X = (1200 \pm 916,5151)/300 \\ \Leftrightarrow & \underline{X = 7,0551 \text{ satuan}}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk merespon kenaikan harga input menjadi sebesar $\text{Rp}1000,-$ per satuan sedangkan harga output tetap ($P_y = \text{Rp}100,-$ per satuan), penggunaan input menurun atau dikurangi dari $X = 7,4641$ satuan pada harga input ($P_x = \text{Rp}600,-$ per satuan) menjadi $X = 7,0551$ satuan pada harga input ($P_x = \text{Rp}1000,-$ per satuan) sehingga diperoleh keuntungan maksimum.

B. Evaluasi/Test

1. Dalam proses produksi dengan satu input, keuntungan (π) dapat diformulasikan sebagai berikut: $(\pi) = Y.P_y - X.P_x$; Buktikan bahwa keuntungan (π) akan maksimum bila $NPM = BKM$. (Y = produksi; X = input; P_y = harga produk; P_x = harga input X); (NPM = nilai produk marjinal; BKM = biaya korbanan marjinal).
2. Diketahui fungsi produksi *Cobb-Douglas* dan *Fungsi Linear* sebagai berikut: $Y = \beta_0 X_1^{\beta_1}$ dan $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$.
Pertanyaannya adalah: Derivasikan formulasi syarat tercapainya keuntungan maksimum atau penggunaan input X efisien dari kedua fungsi produksi tersebut. (Harga output adalah P_y dan harga input adalah P_x).
3. Bila diketahui fungsi produksi $Y = 75X + 0,42X^2 - 0,0023X^3$; dan harga input X atau $P_x = \text{Rp } 2200,-$ per satuan; dan harga output atau $P_y = \text{Rp } 600,-$ per satuan. Hitunglah berapa input X harus digunakan sehingga memberikan keuntungan (π) maksimum.

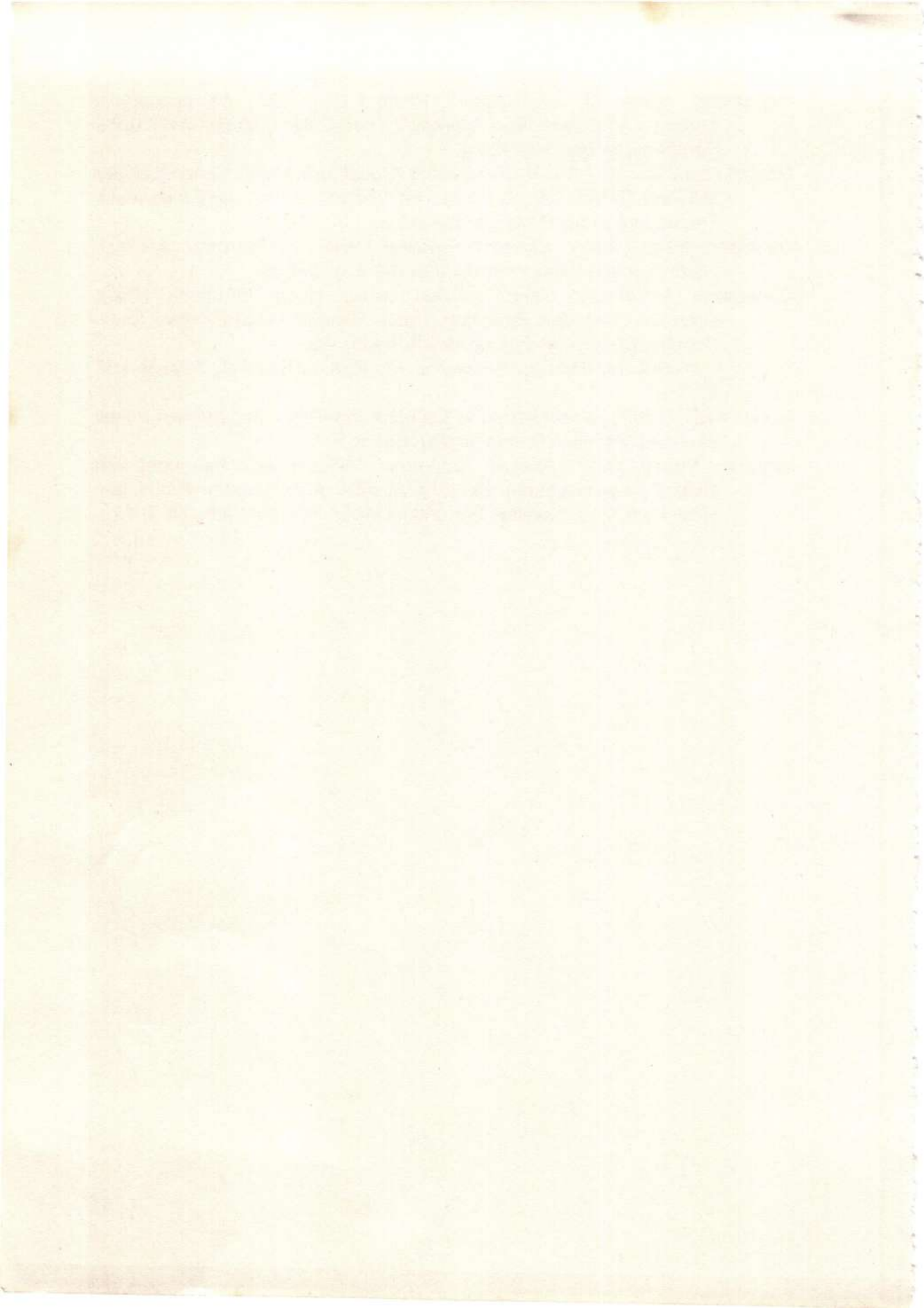
C. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang penggunaan input optimal dan maksimisasi keuntungan dengan satu input variabel, yang terdiri atas 3 (tiga) bagian, yaitu: (1) Optimalisasi Penggunaan Input dan Syarat Maksimisasi Keuntungan; (2) Efisiensi Penggunaan Input dan Fungsi Produksi (aplikasi fungsi produksi linear dan cobb-douglas) untuk satu input variabel; dan (3) Kalkulasi Penggunaan Input Optimal yang Memaksimumkan Keuntungan.

Daftar Pustaka

- Barlowe, Raleigh (1995) *Land Resource Economics*, diterjemahkan oleh Muktazam, 1995. Ekonomi Sumberdaya Tanah, Jurusan Ilmu-Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992). *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986). *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978). *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975). *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991). *Principles of Microeconomis*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.
- Heady, Earl O. (1952). *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.

- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988). *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Mustadjab, M. Muslich, (1983). *Resources Allocation In Paddy Farming Under Different Tenure Categories In Two Villages In East Java Indonesia*. Thesis, University Pertanian Malaysia.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Soekartawi; A Soeharjo; John L. Dillon; dan J. Brian Hardraker (1986). *IlmuUsahatani, dan Penelitian Untuk Pengembangan Petani Kecil*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 253 h.
- _____ (1990). *Teori Ekonomi Produksi*. Penerbit CV Rajawali, Jakarta. 257 h.
- Teken, I GB. (1985). *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Wathoni, Nurtaji (2012). *Analisis Hubungan Teknis Fungsional Input dan Output pada Usahatani Kentang Atlantik di Kecamatan Sembalun. Hasil Penelitian*. Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Juli 2012.



Bab 5

FUNGSI PRODUKSI DENGAN DUA INPUT SERTA PROSEDUR MAKSIMISASI KEUNTUNGAN

Materi dalam Bab 5 ini mempelajari hubungan input-output dengan dua input variabel yang merupakan kelanjutan dari bab-bab terdahulu yang mempelajari hubungan input-output dengan satu input. Materi ini memberikan pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis tentang hubungan input dan output pada proses produksi pertanian (usahatani) yang input variabelnya lebih dari satu. Lebih lanjut, materi dalam bab ini memberi kemampuan kepada mahasiswa melakukan analisis bagaimana kepekaan hubungan input perubahan satu input terhadap perubahan input lainnya yang selanjutnya berpengaruh pada perubahan total output. Materi ini sangat penting karena pada kenyataan di lapang, input yang digunakan produsen dalam usahatani tidak hanya melibatkan satu input, tetapi beberapa input yang dikombinasikan secara bersamaan untuk menghasilkan sejumlah output. Materi dalam bab ini juga menjadi dasar bagi mahasiswa untuk melakukan analisis dengan mengaplikasikan beberapa model fungsi produksi yang akan dibahas pada bab-bab berikutnya.

5.1. Isokuan dan Tingkat Substitusi Marginal

Pada pembahasan sebelumnya adalah permasalahan yang berhubungan dengan input tunggal untuk memproduksi suatu output dan menentukan berapa penggunaan input tersebut untuk memaksimalkan keuntungan, sedangkan input lainnya tetap.

Dalam bahasan berikut ini difokuskan pada suatu proses produksi dengan menggunakan dua input variabel (katakanlah X_1 dan X_2), sedangkan input lainnya tetap. Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai pada hakekatnya sama dengan proses produksi menggunakan satu input variabel. Misalnya pasar input maupun output adalah pasar persaingan sempurna, di mana harga-harga ditentukan oleh kekuatan permintaan dan penawaran. Selain itu, paling tidak terdapat satu input produktif yang tetap jumlahnya, atau proses produksi berlangsung dalam jangka pendek, dan "hukum kenaikan hasil yang menurun/berkurang" bisa diterapkan. Bilamana seluruh input dapat berubah-ubah, maka "hukum kenaikan hasil yang menurun" tidak berlaku lagi, dan situasi proses produksi bukan lagi jangka pendek, tetapi jangka panjang.

Fungsi produksi yang dibahas sebelumnya dengan satu input variabel secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(X) \quad (5.1)$$

Fungsi produksi dengan *dua input variabel* secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(X_1, X_2) \quad (5.2)$$

Jika terdapat input lain (selain X_1, X_2), maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(X_1, X_2 \mid X_3, \dots, X_n) \quad (5.3)$$

Pada Persamaan (5.3) input X_3, \dots, X_n adalah konstan, sedangkan input X_1, X_2 adalah input yang berubah-ubah (variabel), sehingga permasalahannya adalah berapa input X_1 dan X_2 harus dikombinasikan secara optimal untuk menghasilkan output Y dan menghasilkan keuntungan maksimum. Selain itu, berapa besarnya kombinasi dengan biaya minimum untuk menghasilkan sejumlah output tertentu.

Untuk mengamati proses produksi menggunakan dua input variabel yang memproduksi suatu output tertentu, berikut disajikan data hipotetis pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kombinasi Penggunaan Dua Input Variabel

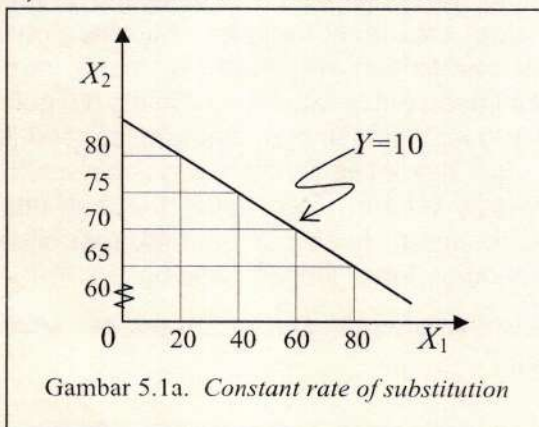
Input X_1	Input X_2	Output Y
100	0	23
75	50	23
50	125	23

Dari Tabel 5.1 di atas tampak bahwa untuk memproduksi output (Y) sebesar 23 satuan dapat dikombinasikan input X_1 dan X_2 sebagai berikut:

- Input X_1 sebanyak 100 satuan tanpa input X_2 .
- Input X_1 sebanyak 75 satuan dan input X_2 sebanyak 50 satuan.
- Input X_1 sebanyak 50 satuan dan input X_2 sebanyak 125 satuan.

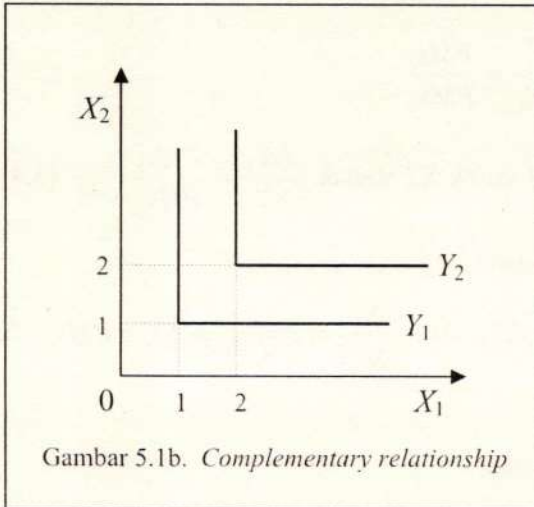
Keadaan di atas menunjukkan, bahwa input X_1 sampai suatu batas tertentu dapat digantikan oleh input X_2 . Artinya, input X_2 mempunyai kemampuan untuk meng-gantikan (daya substitusi) input X_1 .

1) *Constant rate of substitution.*



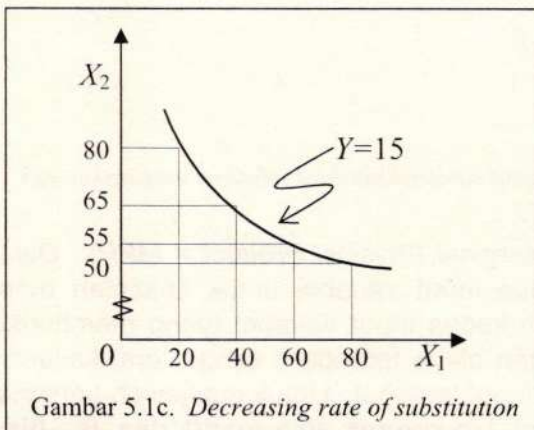
Constant rate of substitution menunjukkan apabila dalam suatu proses produksi menggunakan dua input variabel (X_1 dan X_2), sedang input lainnya tetap, apabila input X_1 ditambah sebesar satu satuan yang tetap menyebabkan input X_2 akan berkurang sebesar satu satuan yang tetap, sedangkan output yang dihasilkan tidak berubah..

2) Complementary relationship.



Complementary relationship menunjukkan bahwa dua input tidak memiliki daya substitusi sama sekali, di mana antara input X_1 dan X_2 dikombinasikan dalam suatu perbandingan yang tetap. Apabila salah satu input jumlahnya lebih besar dari jumlah input lainnya, maka akan mempengaruhi output yang dihasilkan. Jadi perubahan output dapat dilakukan dengan mengubah salah satu atau kedua input.

3) Decreasing rate of substitution.



Decreasing rate of substitution menunjukkan bahwa salah satu input dapat mensubstitusikan atau menggantikan input yang lainnya dengan daya substitusi yang senantiasa berkurang. Artinya, jumlah input yang satu (X_1) digantikan oleh satu satuan input yang lain (X_2) semakin lama semakin kecil.

Dalam proses produksi yang menggunakan dua input variabel, terdapat daya substitusi atau kemampuan mengganti dari input yang satu (misalnya X_1) terhadap input yang lain (katakanlah X_2). Terdapat beberapa pola hubungan substitusi marginal (*marginal rate of substitution*) antara dua input variabel dalam memproduksi output tertentu (lihat nomor 1,2, 3 di atas)

$$\text{Daya substitusi marginal input } X_1 \text{ untuk } X_2 = \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1}$$

Jika dinyatakan dalam produk marjinal:

$$\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{\Delta Y / \Delta X_1}{\Delta Y / \Delta X_2} = \frac{\Delta X_2}{\Delta Y} \cdot \frac{\Delta Y}{\Delta X_1} = \frac{PM_{X_1}}{PM_{X_2}}$$

Jadi daya substitusi marjinal input X1 untuk X2 adalah: $\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{PM_{X_1}}{PM_{X_2}}$ (5.4)

Cara lain untuk mendapatkan persamaan (5.4):

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X_1} = PM_{X_1} \rightarrow \Delta Y = PM_{X_1} \cdot \Delta X_1 \quad \text{dan} \quad \frac{\Delta Y}{\Delta X_2} = PM_{X_2} \rightarrow \Delta Y = PM_{X_2} \cdot \Delta X_2$$

untuk dua input (X_1 dan X_2) maka:

$$\Delta Y = PM_{X_1} \cdot \Delta X_1 + PM_{X_2} \cdot \Delta X_2$$

dan substitusi untuk isoproduk adalah bergerak di sepanjang kurve isoproduk, artinya $\Delta Y = 0$; sehingga:

$$\Leftrightarrow PM_{X_1} \cdot \Delta X_1 + PM_{X_2} \cdot \Delta X_2 = 0$$

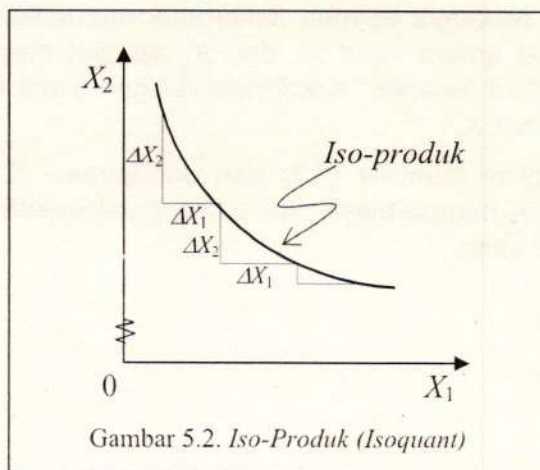
$$\Leftrightarrow PM_{X_1} \cdot \Delta X_1 = -PM_{X_2} \cdot \Delta X_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{-PM_{X_1}}{PM_{X_2}} \quad (\text{tanda negatif menunjukkan daya substitusi yang berkurang}).$$

PM adalah produk marjinal (*Marginal Physical Product = MPP*). Dalam proses produksi menggunakan dua input variabel untuk sejumlah output tertentu, maka kombinasi optimum kedua input variabel (yang memberikan keuntungan maksimum atau dengan biaya terendah) sangat erat kaitannya dengan harga-harga relatif kedua input tersebut. Untuk menjawab persoalan ini, terlebih dahulu perlu difahami ***Iso-produk (Isoquant)*** dan ***Iso-biaya (Isocost)***.

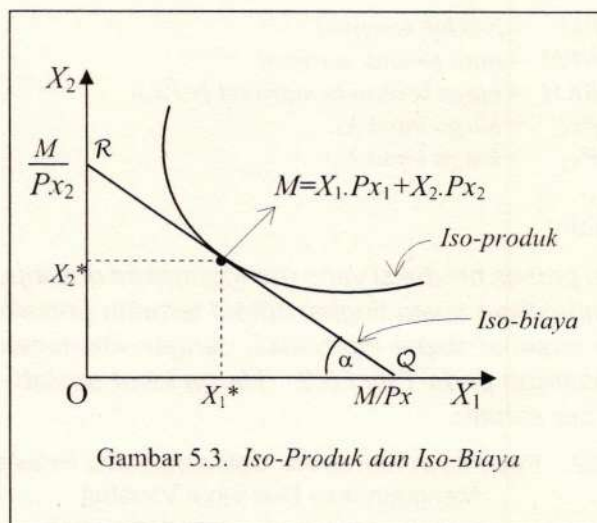
➤ ***Iso-produk***

Iso-produk dikenal pula dengan istilah "*isoquant*", yaitu suatu garis yang menghubungkan titik-titik kombinasi optimum dari sejumlah input yang satu (X_1) dengan input lainnya (X_2). Kurve iso-produk bentuknya konvek terhadap origin, yang mengindikasikan keadaan daya substitusi antara dua input variabel yang menurun untuk menghasilkan suatu tingkat produk tertentu (Gambar 5.2).



➤ **Iso-biaya**

Untuk dapat menentukan kombinasi optimum, maka selain syarat keharusan (*necessary condition*), yaitu adanya daya substitusi kedua input variabel dan kurve iso-produk, juga terdapat syarat kecukupan (*sufficient condition*), yaitu adanya perbandingan harga input yang satu dengan lainnya yang ditunjukkan oleh garis iso-biaya (*iso-cost line*).



Iso-biaya (*iso-cost line*) adalah garis yang menghubungkan titik-titik kombinasi penggunaan input yang satu (X_1) dengan input yang lain (X_2) yang didasarkan pada tersedianya modal. Jadi garis iso-biaya merupakan tempat kedudukan kemungkinan pembelian kombinasi input X_1 dan X_2 . Pada (Gambar 5.3) garis iso-biaya adalah garis QR.

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa garis iso-biaya adalah QR. Titik

singgung antara *iso-biaya* dengan *iso-produk* merupakan tempat atau titik dimana kombinasi antara input X_1 dan X_2 dengan biaya terendah dalam menghasilkan output tertentu. Kombinasi dengan biaya terendah dimaksud adalah pada X_1^* dan X_2^* .

Jika diperhatikan Gambar (5.3) dan persamaan (5.4 dan 5.5), maka kombinasi X_1 dan X_2 dengan biaya minimum dapat ditunjukkan oleh persamaan (5.6, 5.7, dan 5.8) yaitu:

$$\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{Px_1}{Px_2} \quad (5.6)$$

dan $\boxed{\frac{PM_{X_1}}{PM_{X_2}} = \frac{Px_1}{Px_2}} \longrightarrow \boxed{\frac{PM_{X_1}}{Px_1} = \frac{PM_{X_2}}{Px_2}} \quad (5.7)$

$$\longrightarrow \boxed{\frac{NPM_{X_1}}{BKM_{X_1}} = \frac{NPM_{X_2}}{BKM_{X_2}}} \quad (5.8)$$

Keterangan: PM = produk marginal.
 NPM = nilai produk marginal.
 BKM = biaya korbanan marginal (= Px_i).
 Px_1 = harga input X_1 .
 Px_2 = harga input X_2 .

Contoh persoalan:

Diketahui suatu proses produksi yang menggunakan dua input variabel (X_1 dan X_2) untuk menghasilkan suatu tingkat output tertentu (misalnya $Y=20$ satuan). Tingkat output tersebut dapat diproduksi dengan kombinasi input X_1 dan X_2 seperti yang disajikan pada Tabel 5.2. Harga input adalah $Px_1 = Rp100,-$ dan $Px_2 = Rp400,-$ per satuan.

Tabel 5.2. Penentuan Kombinasi Optimum Suatu Proses Produksi Menggunakan Dua Input Variabel

Input X_1	Input X_2	Output Y
0	100	20
25	85	20
50	75	20
75	67	20
100	62	20
125	59	20
150	58	20

- a) Tentukan kombinasi input X_1 dan X_2 yang menghasilkan biaya minimum.
 b) Apakah benar bahwa kombinasi tersebut dengan biaya minimum?

Penyelesaian:

Tabel 5.3. Tabel Penyelesaian Kombinasi Input dengan Biaya Terendah

X_1	X_2	Y	ΔX_1	ΔX_2	$\Delta X_1/\Delta X_2$	Biaya (Rp)		
						Biaya X_1	Biaya X_2	Total
0	100	20				0	40000	40000
25	85	20	25	15	0.60	2500	34000	36500
50	75	20	25	10	0.40	5000	30000	35000
75	67	20	25	8	0.32	7500	26800	34300
100	62	20	25	5	0.20	10000	24800	34800
125	59	20	25	3	0.12	12500	23600	36100
150	58	20	25	1	0.04	15000	23200	38200

Diketahui $P_{X_1} = Rp100,-$ dan $P_{X_2} = Rp400,-$ per satuan

$$\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{P_{X_1}}{P_{X_2}}$$

$$= \frac{100}{400} = 0,25$$

Kombinasi optimum dicapai pada saat $\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = 0,25$ (lihat Tabel 5.2).

Dari Tabel 5.3 terlihat bahwa $\frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = 0,25$ dicapai pada kombinasi penggunaan input sebagai berikut:

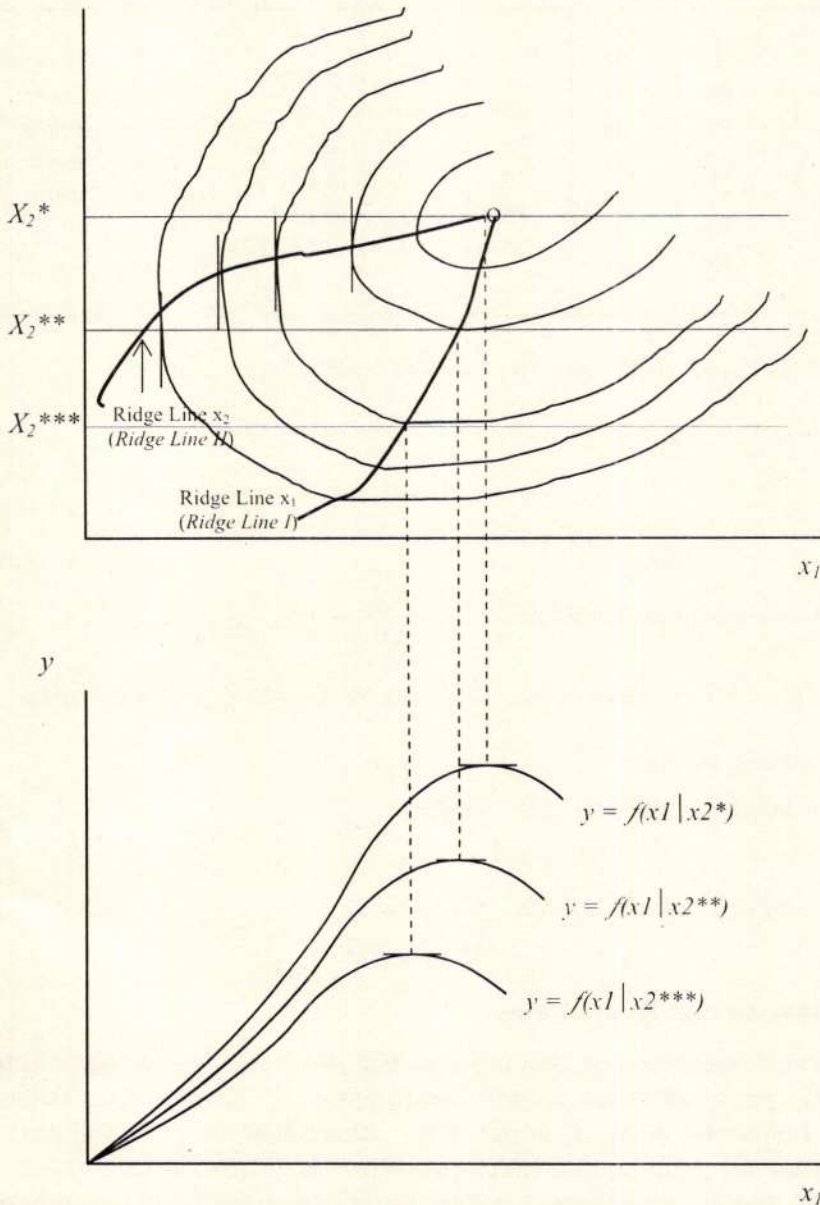
$$\left. \begin{array}{l} \text{Input } X_1 \text{ antara } 50 \text{ dan } 75 \text{ satuan} \\ \text{75 dan } 100 \text{ satuan} \end{array} \right\} 75 \text{ satuan}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Input } X_2 \text{ antara } 75 \text{ dan } 67 \text{ satuan} \\ \text{67 dan } 62 \text{ satuan} \end{array} \right\} 67 \text{ satuan}$$

5.2. Isokuan dan Ridge Lines

Untuk menjelaskan Isokuan dan Ridge Lines, diasumsikan bahwa input X_2 tetap pada beberapa tingkat penggunaan X_2^* (yang diilustrasikan dengan garis horizontal pada Gambar 5.5. Kemudian fungsi produksi untuk X_1 digambarkan pada sumbu horizontal (input X_2 adalah konstan pada X_2^*), dan titik-titik output yang diperoleh dari pertemuan garis yang digambarkan pada X_2^* dengan setiap isokuan.

Selanjutnya katakanlah bahwa tingkat X_2 adalah pada X_2^{**} . Setiap alternatif level input X_2 (X_2^* ; X_2^{**}) akan menghasilkan fungsi produksi untuk input X_1 yang baru dengan asumsi X_2 konstan. Dengan cara yang sama dapat pula digambarkan bilamana input X_1 diasumsikan konstan dan perlakuan pada fungsi produksi untuk input X_2 . Setiap kali tingkat input X_1 berubah, fungsi produksi yang baru dapat diperoleh untuk X_2 . Setiap pergerakan fungsi produksi X_2 yang satu ke fungsi produksi X_2 yang lain maka akan diperoleh kuantitas output yang berbeda.



Gambar 5.5. Ridge Lines dan Beberapa Fungsi Produksi untuk Input X_1

Sekarang anggaplah bahwa tingkat input X_2 yang dipilih adalah X_2^* . Titik tangen antara garis X_2^* dan isokuan merupakan output maksimum yang mungkin, yang dapat diproduksi dari input X_2 (X_2 konstan pada X_2^*). Fungsi produksi yang diturunkan akan mencapai maksimum pada titik tangen antara isokuan dan garis horizontal X_2^* . Titik tangen ini (pada *ridge line 1*) adalah titik dengan slope nol pada isokuan. Titik tangen yang lain dapat diturunkan dengan cara yang sama pada setiap level input X_2 (X_2^* ; X_2^{**} ; X_2^{***}). *Ridge line 1* adalah *ridge line* untuk X_1 , yaitu merupakan garis yang menghubungkan semua titik dengan slope nol pada isokuan map dimana input X_2 diasumsikan konstan pada level-level tertentu, sedangkan input X_1 berubah-ubah. Demikian sebaliknya untuk *ridge line 2*.

Sebuah garis yang menghubungkan semua titik dengan slope nol pada isokuan map, baik untuk input X_1 maupun untuk input X_2 dapat digambarkan, dan garis ini disebut dengan *Ridge Lines*. Dua garis *Ridge Lines* (untuk input X_1 dan X_2) akan bertemu pada satu titik dimana output maksimum. *Ridge Lines* umumnya memiliki slope positif. Hal ini disebabkan karena tingkat input X_1 menghasilkan output maksimum pada setiap level tetap input X_2 , dan sebaliknya.

5.3. Tingkat Substitusi Marginal dan Produk Marginal

Untuk menjelaskan tentang tingkat substitusi marginal atau slope isokuan, secara aljabar dapat diturunkan pada tingkat substitusi marginal (atau *MRS: Marginal Rate of Substitution*) dan produk marginal dari fungsi-fungsi produksi. Anggaplah perubahan output (Δy) dapat dihasilkan jika penggunaan input X_1 berubah (Δx_1) dan input X_2 berubah (Δx_2). Untuk menentukan perubahan output (Δy), informasi yang dibutuhkan adalah: (1) adanya perubahan penggunaan input baik X_1 maupun X_2 , dan (2) adanya tingkat perubahan output (yang merupakan transformasi dari perubahan setiap input menjadi output). Dalam hal ini tingkat perubahan output (*marginal physical product*) untuk input X_1 adalah MPP_{X_1} dan untuk input X_2 adalah MPP_{X_2} . Perubahan total output tersebut dapat diekspresikan sebagai berikut: $\Delta y = MPP_{X_1} \cdot \Delta x_1 + MPP_{X_2} \cdot \Delta x_2$

Jadi, perubahan total output yang dihasilkan dari perubahan penggunaan dua input merupakan perubahan setiap input (Δx_i) dikalikan *MPP*-nya masing-masing.

Ingat bahwa isokuan adalah garis yang menghubungkan titik-titik dimana setiap kombinasi dua input menghasilkan tingkat output yang sama (output tidak berubah sepanjang isokuan). Tingkat output akan berbeda pada isokuan yang berbeda, yaitu sepanjang isokuan map. Dengan demikian di sepanjang isokuan tertentu Δy benar-benar sama dengan nol, sehingga persamaan untuk sebuah isokuan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta y = 0 = MPP_{X_1} \cdot \Delta x_1 + MPP_{X_2} \cdot \Delta x_2$$

$$MPP_{X_1} \cdot \Delta x_1 + MPP_{X_2} \cdot \Delta x_2 = 0$$

$$MPP_{X_2} \cdot \Delta x_2 = -MPP_{X_1} \cdot \Delta x_1$$

selanjutnya dengan membagi kedua sisi dengan Δx_1 , maka diperoleh:

$$MPP_{x_2} \cdot \Delta x_2 / \Delta x_1 = - MPP_{x_1}$$

Akhirnya dengan membagi kedua sisi dengan MPP_{x_2} diperoleh:

$$\Delta x_2 / \Delta x_1 = - MPP_{x_1} / MPP_{x_2} \quad \text{atau:}$$

$$MRS_{x_1, x_2} = - MPP_{x_1} / MPP_{x_2} \quad (5.9)$$

Tingkat substitusi marginal (*MRS*) antara dua input sama dengan *negative ratio* dari marginal produk. Slope dari suatu isokuan pada suatu titik sama dengan *negative ratio* dari produk marginal pada titik tersebut, dan bilamana produk marginal kedua input tersebut positif pada suatu titik, maka slope isokuan pada titik tersebut akan negatif.

Bila input x_1 menggantikan input x_2 , maka:

$$MRS_{x_1, x_2} = - MPP_{x_1} / MPP_{x_2}$$

Bila input x_2 menggantikan input x_1 , maka:

$$MRS_{x_2, x_1} = - MPP_{x_2} / MPP_{x_1}$$

5.4. Turunan Total dan Parsial serta Tingkat Substitusi Marginal

Untuk membahas masalah derivative (turunan), kita kembali pada fungsi produksi dengan dua input X_1 dan X_2 :

$$y = f(x_1, x_2) \quad (5.10)$$

Produk marginal untuk input x_1 (MPP_{x_1}) hanya dapat diperoleh dengan membuat asumsi tingkat penggunaan input x_2 , demikian pula sebaliknya produk marginal untuk input x_2 (MPP_{x_2}) hanya dapat diperoleh dengan membuat asumsi tingkat penggunaan input x_1 . Untuk input x_1 , maka produk marginal (MPP_{x_1}) dapat didefinisikan sebagai:

$$MPP_{x_1} = \partial f / \partial x_1 \mid x_2 = x_2^* \quad (5.10.1)$$

Dari persamaan (5.10.1) di atas, $\partial f / \partial x_1$ adalah turunan parsial dari fungsi produksi $y = f(x_1, x_2)$, dimana x_2 konstan pada x_2^* . Turunan parsial untuk input x_1 tersebut merupakan fungsi produk marginal (*MPP*) untuk fungsi-fungsi produksi x_1 dengan asumsi bahwa x_2 konstan pada berbagai tingkat x_2^* . Demikian juga turunan parsial terhadap input x_2 dimana x_1 diasumsikan konstan pada berbagai tingkat x_1^* , sehingga MPP_{x_2} adalah:

$$MPP_{x_2} = \partial f / \partial x_2 \mid x_1 = x_1^* \quad (5.10.2)$$

Perbedaan pokok antara dy/dx_1 dengan $\partial f / \partial x_1$ adalah bahwa pada dy/dx_1 tidak ada asumsi tentang jumlah input x_2 . Pada turunan (dy/dx_1) merupakan turunan total dari fungsi produksi untuk x_1 , tanpa adanya asumsi berapa nilai

tertentu dari x_2 . Sedangkan $\partial f/\partial x_1$ adalah turunan parsial (*partial derivative*) dari fungsi produksi dimana terdapat asumsi bahwa x_2 konstan pada level tertentu x_2^* .

Sebagai contoh, anggaplah fungsi produksi adalah:

$$(1) y = x_1^{0,5} x_2^{0,5} \longrightarrow \text{maka } MPP_{x_1} = \partial y/\partial x_1 = 0,5 x_1^{-0,5} x_2^{0,5}; \text{ dan}$$

$$MPP_{x_2} = \partial y/\partial x_2 = 0,5 x_2^{-0,5} x_1^{0,5}$$

Pada contoh (1) di atas, turunan parsial (*MPP*) untuk masing-masing x_i selalu mengandung unsur x_i yang lain karena fungsi produksi yang dicontohkan merupakan perkalian dari input-inputnya. Berbeda halnya jika fungsi produksi merupakan penjumlahan dari input-inputnya, seperti contoh di bawah ini:

$$(2) y = x_1^{0,5} + x_2^{0,5} \longrightarrow \text{maka } MPP_{x_1} = \partial y/\partial x_1 = 0,5 x_1^{-0,5}; \text{ dan}$$

$$MPP_{x_2} = \partial y/\partial x_2 = 0,5 x_2^{-0,5}$$

Pada contoh (2) di atas, MPP_{x_1} maupun MPP_{x_2} masing-masing tidak mengandung unsur x_i yang lain karena fungsi produksi merupakan penjumlahan input-inputnya. Sehingga dalam kasus ini tidak ada asumsi yang harus dibuat untuk x_i yang lain dalam menghitung *MPP* untuk masing-masing input x_1 atau x_2 . Jika hal ini benar maka:

$$MPP_{x_1} = \partial y/\partial x_1 = dy/dx_1; \text{ dan } MPP_{x_2} = \partial y/\partial x_2 = dy/dx_2$$

Dengan demikian, pada fungsi produksi yang merupakan penjumlahan inputnya, turunan parsial (*partial derivative*) dan turunan total (*total derivative*) adalah sama.

Kembali pada bentuk persamaan yang menyatakan total perubahan output, yaitu:

$$\Delta y = MPP_{x_1} \Delta x_1 + MPP_{x_2} \Delta x_2 \quad (5.10.3)$$

dari persamaan (5.10.3) di atas, Δ menyatakan perubahan yang terbatas atau tertentu, dan *MPP* untuk x_1 dan x_2 masing-masing merupakan nilai yang tidak pasti (berada pada range tertentu).

Sekarang anggaplah bahwa Δx_1 dan Δx_2 menjadi semakin kecil, maka pada suatu batas tertentu perubahan x_1 dan x_2 menjadi sangat kecil, sehingga bila perubahan x_1 dan x_2 kemudian diasumsikan terbatas (pada batas tertentu), maka persamaan (5.10.3) dapat ditulis sebagai berikut:

$$dy = MPP_{x_1} dx_1 + MPP_{x_2} dx_2 \quad (5.10.4)$$

atau :

$$dy = \partial y/\partial x_1 dx_1 + \partial y/\partial x_2 dx_2 \quad (5.10.5)$$

Persamaan (4.10.5) merupakan *total differential* dari fungsi $y = f(x_1, x_2)$.

Di sepanjang isokuan, tidak ada perubahan y , sehingga $dy = 0$; artinya pada sebuah isokuan adalah menghubungkan titik-titik dimana setiap kombinasi x_1 dan x_2 menghasilkan tingkat output yang sama. *Total differential* sama dengan nol; MRS_{x_1, x_2} pada $x_1 = x_1^*$ dan $x_2 = x_2^*$ adalah sebagai berikut:

$$MRS_{x_1, x_2} = dx_2/dx_1 = - MPP_{x_1}/MPP_{x_2} = - (\partial y/\partial x_1)/(\partial y/\partial x_2)$$

Demikian juga MRS_{x_2, x_1} adalah:

$$MRS_{x_2, x_1} = dx_1/dx_2 = - MPP_{x_2}/MPP_{x_1} = - (\partial y/\partial x_2)/(\partial y/\partial x_1)$$

Selanjutnya total perubahan MPP untuk x_1 dapat diperoleh dengan membagi *total differential* dari fungsi produksi dengan dx_1 , dan hasilnya adalah:

$$dy/dx_1 = \partial y/\partial x_1 + (\partial y/\partial x_2)(dx_2/dx_1) \quad (5.10.6)$$

persamaan (5.10.6) merupakan turunan total (*total derivative*) dari fungsi produksi $y = f(x_1, x_2)$, dan dalam hal ini produktivitas x_1 dependent (tergantung) pada tingkat penggunaan x_2 .

Total perubahan output sebagai akibat perubahan penggunaan x_1 merupakan penjumlahan dari dua pengaruh. Pertama, pengaruh langsung ($\partial y/\partial x_1$) adalah dampak dari perubahan penggunaan x_1 pada output, dan kedua pengaruh tidak langsung merupakan dampak dari perubahan penggunaan x_1 atas x_2 (dx_2/dx_1) yang kemudian berpengaruh pada y (melalui $\partial y/\partial x_2$).

Catatan:

- 1) Tingkat substitusi marjinal (*marginal rate of substitution* atau *MRS*) didefinisikan sebagai slope negatif dari isokuan yang merupakan rasio produk marjinal. Tanda negatif bukan menunjukkan nilai yang negatif, tetapi hanya merupakan tanda yang mengindikasikan bahwa adanya daya substitusi yang semakin berkurang.
- 2) Bila *MRS* input x_1 untuk x_2 didefinisikan sebagai dx_2/dx_1 , maka *total differential* dari *MRS* adalah:

$$dMRS = (\partial MRS/\partial x_1) dx_1 + (\partial MRS/\partial x_2) dx_2$$

Turunan total (*total derivative*) untuk x_1 adalah:

$$dMRS/dx_1 = (\partial MRS/\partial x_1) + (\partial MRS/\partial x_2)(dx_2/dx_1) ;$$

atau

$$dMRS/dx_1 = (\partial MRS/\partial x_1) + (\partial MRS/\partial x_2)MRS$$

Bila x_1 ditingkatkan, perubahan total pada tingkat substitusi marginal ($dMRS/dx_1$) adalah total pengaruh langsung dari perubahan penggunaan x_1 pada MRS $[(\partial MRS/\partial x_1)]$ ditambah pengaruh tidak langsung $[(\partial MRS/\partial x_2)MRS]$. Pengaruh tidak langsung terjadi karena: bila output konstan pada isokuan, penambahan x_1 akan terkompensasi dengan berkurangnya x_2 .

5.5. Memaksimumkan Suatu Fungsi

Untuk membahas bagaimana memaksimumkan suatu fungsi, kita kembali pada fungsi produksi umum, yaitu: $y = f(x_1, x_2)$

Untuk memaksimumkan output, syarat pokok (*necessary condition*) yang harus dipenuhi adalah turunan pertama atau *first order condition* (FOC) sama dengan nol:

$$\partial y/\partial x_1 = 0 \quad \text{atau} \quad f_1 = 0 \quad (5.11.1)$$

dan

$$\partial y/\partial x_2 = 0 \quad \text{atau} \quad f_2 = 0 \quad (5.11.2)$$

Untuk memaksimumkan output, maka turunan kedua atau *second order condition* (SOC) menghendaki bahwa turunan pertama berasal dari turunan pertamanya (FOC). Dalam hal ini, terdapat empat kemungkinan SOC yang diperoleh dengan mendiferensiasi persamaan pertama, yaitu untuk x_1 dan kemudian untuk x_2 . Persamaan kedua juga dapat didiferensiasikan baik untuk x_1 maupun x_2 .

Empat kemungkinan SOC tersebut adalah:

$$\partial(\partial y/\partial x_1)/\partial x_1 = \partial^2 y/\partial x_1^2 = f_{11} \quad (5.11.3)$$

$$\partial(\partial y/\partial x_1)/\partial x_2 = \partial^2 y/\partial x_1 \partial x_2 = f_{12} \quad (5.11.4)$$

$$\partial(\partial y/\partial x_2)/\partial x_1 = \partial^2 y/\partial x_2 \partial x_1 = f_{21} \quad (5.11.5)$$

$$\partial(\partial y/\partial x_2)/\partial x_2 = \partial^2 y/\partial x_2^2 = f_{22} \quad (5.11.6)$$

Young's theorem menyatakan bahwa differensiasi parsial dari $f_{12} = f_{21}$.

Turunan kedua atau *second order condition* (SOC) untuk maksimum menghendaki bahwa:

$$f_{11} < 0$$

$$(5.11.7)$$

$$\text{dan} \quad f_{11}f_{22} > f_{12}f_{21} \quad (5.11.8)$$

Selama $f_{12}f_{21}$ adalah *non-negative*, $f_{11}f_{22}$ untuk persamaan (4.11.8) akan positif, dan $f_{11}f_{22}$ akan positif hanya bila f_{22} juga negatif. Secara bersama-

sama maka FOC dan SOC merupakan *necessary condition* dan *sufficient condition* untuk maksimisasi fungsi produksi dengan dua input.

Contoh:

Diketahui fungsi produksi sebagai berikut:

$$y = 10x_1 + 10x_2 - x_1^2 - x_2^2 \quad (5.11.9)$$

Turunan pertama (FOC) atau *necessary conditions* untuk maksimum adalah:

$$f_1 = \partial y / \partial x_1 = 10 - 2x_1 = 0 \longrightarrow x_1 = 5$$

$$f_2 = \partial y / \partial x_2 = 10 - 2x_2 = 0 \longrightarrow x_2 = 5$$

Titik nilai kritis dari fungsi tersebut merupakan titik dimana slope dari fungsi sama dengan nol. Slope sama dengan nol terjadi pada titik dimana $x_1 = 5$, dan $x_2 = 5$. Titik ini dapat merupakan titik maksimum, minimum, atau titik belok (*saddle point*).

Selanjutnya untuk maksimum, maka turunan kedua (SOC) adalah:

$$f_{11} < -2 < 0$$

$$f_{22} < -2$$

$$f_{12} = f_{21} = 0 \text{ selama } x_2 \text{ tidak muncul dalam } f_1, \text{ atau } x_1 \text{ dalam } f_2.$$

sehingga:

$$f_{11}f_{22} - f_{12}f_{21} = 4 > 0$$

Dengan demikian dari FOC dan SOC tersebut di atas syarat maksimisasi fungsi (pada persamaan 19.9) telah terpenuhi, yaitu pada $x_1 = 5$; $x_2 = 5$.

5.6. Memaksimumkan Fungsi Keuntungan dengan Dua Input

Ukuran penting untuk maksimisasi fungsi dapat diilustrasikan pada bidang pertanian dengan menggunakan fungsi keuntungan (*profit function*). Jika fungsi produksi untuk jagung adalah:

$$y = f(x_1, x_2) \longrightarrow \begin{array}{ll} y & = \text{produksi jagung dalam ku/ha} \\ x_1 & = \text{pupuk N per ha} \\ x_2 & = \text{pupuk P per ha} \end{array}$$

selain kedua input tersebut dan semua input lain diasumsikan konstan atau telah dimiliki sebelumnya oleh manajer usahatani. Permasalahannya sekarang adalah: berapa banyak kedua input pupuk tersebut harus digunakan sehingga dapat memaksimumkan keuntungan usahatani tersebut.

Dari permasalahan di atas, maka dari usahatani jagung tersebut dapat diperoleh penerimaan total (*total revenue*) atau total nilai produksi (TVP) per hektar sebagai berikut:

$$TVP = py \quad (5.12.1)$$

p = harga jagung per ku; y = produksi jagung dalam ku/ha. Selanjutnya dalam usahatani jagung tersebut, biaya input total atau *total factor cost* (*TFC*) adalah:

$$TFC = v_1x_1 + v_2x_2 \quad (5.12.2)$$

v_1 dan v_2 masing-masing adalah harga pupuk *N* dan pupuk *P* dalam rupiah per ku. Dari total nilai produksi dan biaya input total, maka fungsi keuntungannya adalah:

$$\pi = TVP - TFC \quad (5.12.3)$$

atau dapat ditulis pula:

$$\pi = py - v_1x_1 - v_2x_2 \quad (5.12.4)$$

atau:

$$\pi = pf(x_1, x_2) - v_1x_1 - v_2x_2 \quad (5.12.5)$$

Turunan pertama (*first order condition* atau *FOC*) atau syarat pokok (*necessary conditions*) untuk maksimum adalah sama dengan nol, yaitu:

$$\pi_1 = pf_1 - v_1 = 0 \quad (5.12.6)$$

$$\pi_2 = pf_2 - v_2 = 0 \quad (5.12.7)$$

Persamaan (5.12.6) dan (5.12.7) menghendaki bahwa slope fungsi *TVP* untuk masing-masing inputnya sama dengan slope fungsi *TFC* setiap inputnya, atau perbedaan antara kedua slope fungsi sama dengan nol pada kedua inputnya, atau dapat pula dituliskan sebagai berikut:

$$pf_1 = p(\partial y / \partial x_1) = p.PM_{x_1} = VMP_{x_1} = v_1 \quad (5.12.8)$$

$$pf_2 = p(\partial y / \partial x_2) = p.PM_{x_2} = VMP_{x_2} = v_2 \quad (5.12.9)$$

Dari persamaan di atas, maka keuntungan maksimum dapat dicapai pada keadaan dimana nilai produk marjinal (*NPM*) atau *value of marginal product* (*VMP*) harus sama dengan biaya korbanan marjinal (*BKM*) atau *marginal factor cost* (*MFC*) untuk setiap inputnya. Bilamana petani dapat membeli sejumlah input-inputnya, petani akan berpikir pada harga per unit input-input tersebut untuk setiap kali penambahan input-input sebesar satu unit. Dengan demikian *MFC* tidak lain adalah harga per unit input, yaitu sebesar v_1 dan v_2 . Hal ini juga berimplikasi bahwa titik **keuntungan maksimum untuk dua input** terjadi bilamana rasio **VMP** dan **MFC** sama dengan satu, atau dapat ditulis sebagai berikut:

$$pf_1/v_1 = pf_2/v_2 = 1 \quad (5.12.10)$$

$$\Leftrightarrow pf_1/pf_2 = v_1/v_2 \quad (5.12.11)$$

$$\Leftrightarrow f_1/f_2 = v_1/v_2 \quad (5.12.12)$$

Ingat bahwa f_1 atau turunan pertama untuk input x_1 atau $(\partial y/\partial x_1)$ merupakan MPP_{x_1} dan f_2 atau turunan pertama untuk input x_2 atau $(\partial y/\partial x_2)$ merupakan MPP_{x_2} . Rasio dari kedua produk marginal tersebut merupakan tingkat substitusi marginal atau *marginal rate of substitution (MRS)* dari input x_1 untuk x_2 atau MRS_{x_1, x_2} . Sehingga:

$$f_1/f_2 = v_1/v_2$$

$$\Leftrightarrow MRS_{x_1, x_2} = v_1/v_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial y/\partial x_1}{\partial y/\partial x_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial x_2}{\partial x_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (5.12.13)$$

Selain syarat pokok (*necessary condition*) atau turunan pertama (*FOC*) sama dengan nol, terdapat pula syarat kecukupan (*sufficient condition*) yaitu turunan kedua (*SOC*) dari fungsi keuntungan harus lebih kecil dari nol. Turunan kedua dari fungsi keuntungan adalah sebagai berikut:

$$\pi_{11} = pf_{11} \quad (5.12.14)$$

$$\pi_{22} = pf_{22} \quad (5.12.15)$$

$$\pi_{12} = \pi_{21} = pf_{12} = pf_{21} \quad (\text{Young's theorem}) \quad (5.12.16)$$

dan untuk maksimum:

$$pf_{11} < 0 \quad (5.12.17)$$

$$\text{dan } pf_{11}pf_{22} - pf_{12}pf_{21} > 0 \quad (5.12.18)$$

Catatan:

Ingat bahwa untuk memaksimumkan keuntungan, pertama syarat pokok (*necessary condition*) harus dipenuhi, yaitu turunan pertama (*FOC*) sama dengan nol:

$$\pi_1 = \frac{\partial \pi}{\partial x_1} = 0 \quad \text{dan} \quad \pi_2 = \frac{\partial \pi}{\partial x_2} = 0 \quad \longrightarrow \quad (\text{FOC})$$

Kedua, untuk dapat menyatakan dengan pasti bahwa keuntungan tersebut benar-benar berada pada titik maksimum, maka syarat kecukupan harus pula dipenuhi, yaitu turunan kedua (SOC) dari fungsi keuntungan harus lebih kecil dari nol, serta determinan harus positif. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\pi_{11} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} = pf_{11} < 0 \quad ; \quad \pi_{22} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} = pf_{22} < 0 \quad \longrightarrow \quad (SOC)$$

dan determinan harus positif:

$$\frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 > 0$$

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2 \pi}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 > 0$$

$$pf_{11}pf_{22} - pf_{12}pf_{21} > 0 \quad \longrightarrow \quad (\text{determinan positif})$$

Tetapi bilamana turunan kedua (SOC) dari fungsi keuntungan ini tidak memenuhi syarat kecukupan di atas, maka:

1) Ekstrem akan berupa **minimum** bila (SOC) adalah:


$$\pi_{11} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} = pf_{11} > 0 \quad ; \quad \pi_{22} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} = pf_{22} > 0 \quad \longrightarrow \quad (SOC)$$

dan

$$\frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 > 0$$

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2 \pi}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2 \pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 > 0$$

$$pf_{11}pf_{22} - pf_{12}pf_{21} > 0 \quad \longrightarrow \quad (\text{determinan positif})$$

2) Merupakan **saddle point** (bentuk: ) bila (SOC) adalah:

$$\pi_{11} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} = pf_{11} < 0 \quad ; \quad \pi_{22} = \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} = pf_{22} < 0 \quad \longrightarrow \quad (SOC)$$

dan

$$\frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 < 0$$

$$\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2\pi}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 < 0$$

$$pf_{11}pf_{22} - pf_{12}pf_{21} < 0 \longrightarrow (\text{determinan negatif})$$

3) **Tidak ada informasi** atau tidak dapat diketahui ekstrimnya bila (*determinan sama dengan nol*):

$$\frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_1^2} \frac{\partial(\partial\pi)}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 = 0$$

$$\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1^2} \frac{\partial^2\pi}{\partial x_2^2} - \left[\frac{\partial^2\pi}{\partial x_1 \partial x_2} \right]^2 = 0$$

$$pf_{11}pf_{22} - pf_{12}pf_{21} = 0 \longrightarrow (\text{determinan sama dengan nol})$$

A. Tugas dan Latihan

Persoalan kombinasi dua input variabel dengan biaya terendah dengan kendala modal dapat pula diselesaikan secara matematis bilamana fungsi produksi, modal yang tersedia, dan harga-harga input.

Persoalan:

Diketahui fungsi produksi yang menggunakan dua input variabel (X_1 dan X_2) sebagai berikut: $Y = 12X_1 - X_1^2 + 9X_2 - X_2^2$

Modal yang tersedia = Rp3200,-

Harga input X_1 atau (Px_1) = Rp100,- per satuan.

Harga input X_2 atau (Px_2) = Rp200,- per satuan.

Tentukan kombinasi penggunaan input (X_1 dan X_2) dengan biaya terendah.

$$\Leftrightarrow \frac{PM_{X_1}}{Px_1} = \frac{PM_{X_2}}{Px_2} \longrightarrow (\text{PM} = \text{produk marjinal})$$

Kunci Jawaban:

Syarat kombinasi optimum dari dua input variabel adalah : $\frac{PM_{x_1}}{P_{x_1}} = \frac{PM_{x_2}}{P_{x_2}}$ ☒

$$\Leftrightarrow \frac{PM_{x_1}}{P_{x_1}} = \frac{PM_{x_2}}{P_{x_2}} \longrightarrow (\text{PM} = \text{produk marjinal})$$

$$\Leftrightarrow \frac{12 - 2X_1}{100} = \frac{9 - 2X_2}{200}$$

$$\Leftrightarrow 2400 - 400X_1 = 900 - 200X_2$$

$$\Leftrightarrow 400X_1 = 2400 - 900 - 200X_2$$

$$\Leftrightarrow X_1 = \frac{1500 + 200X_2}{400} \tag{a}$$

Selanjutnya diketahui besarnya modal (M = Rp 3200,-) untuk input X_1 dan X_2 , dengan harga per satuan masing-masing $P_{x_1} = \text{Rp}100,-$ dan $P_{x_2} = \text{Rp}200,-$; sehingga: $M = X_1 \cdot P_{x_1} + X_2 \cdot P_{x_2}$ (b)

Dengan mensubstitusikan persamaan (a) ke persamaan (b) dapat diperoleh penggunaan optimal salah satu input (X_1 atau X_2).

$$M = X_1 \cdot P_{x_1} + X_2 \cdot P_{x_2}$$

$$\Leftrightarrow 3200 = X_1 \cdot 100 + X_2 \cdot 200$$

$$\Leftrightarrow 3200 = \left(\frac{1500 + 200X_2}{400} \right) \cdot 100 + 200X_2$$

$$\Leftrightarrow 32 = \left(\frac{15 + 2X_2}{4} \right) + 2X_2$$

$$\Leftrightarrow 128 = 15 + 2X_2 + 8X_2$$

$$\Leftrightarrow 113 = 10X_2$$

$$\Leftrightarrow X_2 = 11,3 \text{ satuan} \dots\dots\dots \tag{c}$$

Karena besarnya penggunaan input X_2 sudah diperoleh, selanjutnya dapatkan nilai X_1 dengan memasukkan nilai X_2 tersebut pada persamaan (a):

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \frac{1500 + 200X_2}{400} \\
 &= \frac{1500 + 200 \cdot 11,3}{400} \\
 &= \frac{1500 + 2260}{400} \\
 &= 9,40 \text{ satuan}
 \end{aligned}$$

Jadi kombinasi input X_1 dan X_2 dengan biaya terendah adalah:

- Input X_1 sebesar 9,40 satuan
- Input X_2 sebesar 11,30 satuan

B. Evaluasi/Test

1. Bilamana diketahui sebuah fungsi $y = -10x_1 - 10x_2 + x_1^2 + x_2^2$, apakah FOC dan SOC memenuhi syarat maksimisasi atau minimisasi? Buktikan.
2. Bilamana diketahui sebuah fungsi $y = 10x_1 - 10x_2 - x_1^2 + x_2^2$, apakah FOC dan SOC memenuhi syarat maksimisasi atau minimisasi? Buktikan.
3. Bagaimana bila fungsinya adalah $y = -2x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 10x_1x_2$.
4. Untuk menghasilkan output pada tingkat tertentu yang menggunakan dua input variabel atau $Y=f(X_1, X_2)$ maka total perubahan Y atau (dy) akibat perubahan penggunaan input X_1 dan X_2 dapat dituliskan: $dy = MPP_{x_1} \cdot dx_1 + MPP_{x_2} \cdot dx_2$ atau $dy = \partial y / \partial x_1 \cdot dx_1 + \partial y / \partial x_2 \cdot dx_2$.

Sekarang, carilah *total derivative* untuk x_1 atau MRS_{x_1, x_2} dan *total derivative* untuk x_2 atau MRS_{x_2, x_1} .

5. Untuk menghasilkan output pada tingkat tertentu yang menggunakan dua input variabel atau $Y=f(X_1, X_2)$ maka total perubahan Y atau (dy) akibat perubahan penggunaan input X_1 dan X_2 dapat dituliskan: $dy = MPP_{x_1} \cdot dx_1 + MPP_{x_2} \cdot dx_2$ atau $dy = \partial y / \partial x_1 \cdot dx_1 + \partial y / \partial x_2 \cdot dx_2$. Carilah *total derivative* untuk x_1 atau MRS_{x_1, x_2} dan *total derivative* untuk x_2 atau MRS_{x_2, x_1} .
6. Diketahui fungsi produksi $Y = 4X_1 + 4,8X_2 - 0,25X_1^2 - 0,3X_2^2$. Carilah berapa kombinasi input X_1 dan X_2 yang optimal (memberikan keuntungan maksimum) bilamana diketahui harga output ($P_y = \$5$); harga-harga input X_1 dan X_2 masing-masing ($P_{x_1} = \$10$ dan $P_{x_2} = \$12$). Buktikan bahwa kombinasi kedua input yang saudara peroleh tersebut benar merupakan titik maksimum melalui *second order condition* dan

determinant atas fungsi keuntungannya.

Catatan: Ingat bahwa keuntungan merupakan selisih nilai produksi dengan biaya inputnya ($\pi = Y \cdot P_y - X_1 \cdot P_{x1} - X_2 \cdot P_{x2}$)

C. Penugasan Analisis Data Hasil Penelitian

Carilah data hasil penelitian yang jelas sumbernya, kemudian saudara analisis menggunakan dua fungsi produksi, yaitu fungsi produksi linear dan fungsi produksi Cobb-Douglas. Analisis data yang saudara kerjakan mengikuti petunjuk sebagai berikut:

Tujuan dari analisis adalah:

1. Untuk menganalisis input yang mempengaruhi produksi pada usahatani ...
2. Untuk menganalisis efisiensi penggunaan input pada usahatani

Rumusan Hipotesis Secara Serentak (misal untuk 4 input variabel):

$$H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = 0$$

$$H_a : b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq 0$$

Kriteria Pengujian :

- 1) Jika $F_{hit} \leq F_{tabel}$, maka H_0 diterima berarti variabel bebas (X_i) secara serentak berpengaruh tidak nyata terhadap variabel terikat (Y).
- 2) Jika $F_{hit} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak berarti variabel bebas (X_i) secara serentak atau bersama-sama berpengaruh nyata terhadap variabel terikat (Y).

Rumusan Hipotesis Secara Parsial :

$$H_0 : b_i = 0$$

$$H_a : b_i \neq 0$$

Kriteria Keputusan :

- a. Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} \geq -t_{tabel}$, H_0 diterima dan H_a ditolak berarti bahwa secara parsial variabel bebas ke-i berpengaruh tidak nyata terhadap variabel terikat (Y).
- b. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} < -t_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_a diterima berarti secara parsial variabel bebas ke-i berpengaruh nyata terhadap variabel terikat (Y).

Efisiensi Penggunaan Input :

Untuk menganalisis efisiensi penggunaan input pada usahatani digunakan formulasi sebagai berikut:

$$Ex_i = b_i \left[\frac{Y^*}{X_i^*} \right] \left[\frac{P_y}{P_{x_i}} \right]$$

$$NPM = b_i \left[\frac{Y^*}{X_i^*} \right] \cdot P_y$$

Keterangan :

Ex_i = Efisiensi Input X ke-i

b_i = Koefisien Regresi ke-i

Y^* = Geoemetric Mean Produksi

X^* = Geoemetric Mean Input ke-i

P_y = Harga Produksi

P_{x_i} = Harga Input X ke-i

NPM_{x_i} = Nilai Produk Marginal X ke-i

Kriteria Pengujian :

Bila $Ex_i > 1$, artinya penggunaan input X_i belum efisien. Untuk mencapai efisien, input X_i perlu ditambah.

Bila $Ex_i < 1$, artinya penggunaan input X_i tidak efisien. Untuk mencapai efisien, input X perlu dikurangi.

Bila $Ex_i = 1$, artinya penggunaan X_i sudah efisien.

Hasil Analisis dan Pembahasan

Hasil analisis disajikan dalam bentuk Tabel sebagai berikut.

Uraian	Simbol	Koef. Regresi	t-hitung	p-value	Keterangan
Konstanta	β_0	.....	.....	.....
Luas lahan (X_1)	β_1	.....	.....	.....	S / NS
Benih (X_2)	β_2	.....	.....	.....	S / NS
..... (X_3)	β_3	.....	.....	.....	S / NS
..... (X_4)	β_4	.....	.....	.....	S / NS
R^2	.....			
F-hitung	.....			
F-Tabel	.....			
t-tabel	.....			

Keterangan S = Signifikan, taraf nyata 5%

NS = Non Signifikan, taraf nyata 5%

Fungsi Produksi yang Dihasilkan Berdasarkan Analisis

$Y = f(X_i)$ (tuliskan fungsi produksi yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis.

Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Pengujian nilai koefisien regresi secara serentak dilakukan dengan melihat nilai F-hitung dan membandingkannya dengan nilai F-tabel_(0,05). Hal ini juga untuk mengetahui apakah model yang digunakan sesuai atau dapat diterima (memenuhi syarat *goodness of Fit*) atau model dapat diterima.

Selanjutnya dilihat juga nilai koefisien determinasi (R^2). Nilai tersebut untuk mengetahui berapa persen variasi semua variabel bebas yang masuk dalam model dapat menentukan variasi variabel terikatnya.

Pengujian Koefisien Regresi Secara Parsial

Pengujian secara parsial dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persentase perubahan input (X_i) berpengaruh terhadap persentase perubahan output (Y). Pengujian secara parsial ini (signifikansinya) dapat dilakukan dengan melihat nilai t-hitung dan t-tabel atau melalui *p-value*.

Analisis Efisiensi Penggunaan Input

Analisis efisiensi penggunaan input dapat dilakukan dengan menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk Tabel... sebagai berikut:

Tabel.... Hasil Analisis Efisiensi Penggunaan Input pada Usahatani

No	Input-Output	Koef. Reg.		Geomean	Harga input-Output	Nilai ef. $B_i(y/x_i) \cdot (p_y / p_{x_i})$	Kriteria Efisiensi	
		Simbol	Koef.				Kriteria	Ket.
1	Prod. (ku)			.....	.....	
2	X1 (ha)	B1	.....	.....	.....	.....	=1;<1;>1	Ef / Blm Ef.
3	X2 (.....)	B2	.....	.....	.....	.....	=1;<1;>1	Ef / Blm Ef.
4	X3 (.....)	B3	.....	.....	.....	.....	=1;<1;>1	Ef / Blm Ef.
5	X4 (.....)	B4	.....	.....	.....	.....	=1;<1;>1	Ef / Blm Ef.

Sumber: Data Primer Diolah

Berikan pembahasan berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel... di atas, dengan cara membandingkan nilai efisiensi yang diperoleh dengan criteria efisiensi.

KESIMPULAN

.....

D. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang hubungan teknis fungsional input-output dengan dua input variabel, yang terdiri atas 6 (enam) bagian, yaitu: (1) Isoquant dan Tingkat Substitusi Marginal (Pendekatan Grafis); (2) Isoquant dan Ridge-lines (Pendekatan Grafis); (3) Tingkat Substitusi Marginal dan Produk Marginal (Pendekatan Matematis); (4) Turunan Total dan Parsial serta Tingkat Substitusi Marginal; (5) Memaksimumkan Suatu Fungsi dengan Dua Input Variabel (Pendekatan Matematis); dan (6) Maksimisasi Fungsi Keuntungan dengan Dua Input Variabel (Pendekatan Matematis).

Daftar Pustaka

- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992) *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975) *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991) *Principles of Microeconomis*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.
- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988) *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.

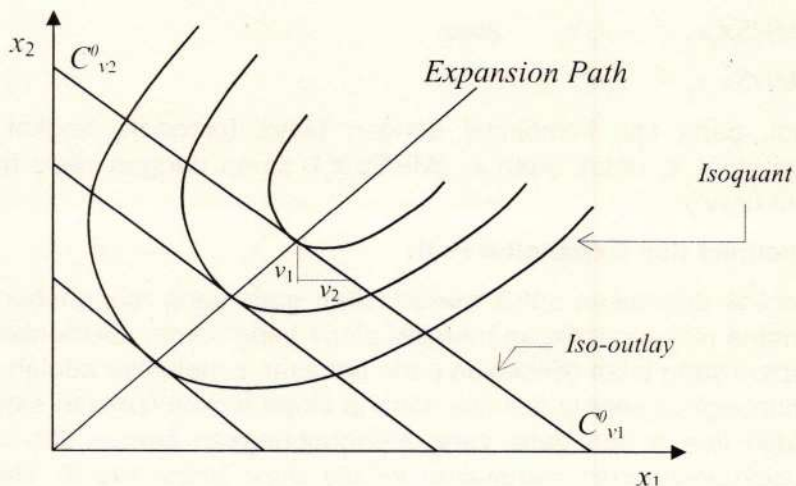
Bab 6

KONSEP DAN PROSEDUR MAKSIMISASI PRODUKSI DAN KEUNTUNGAN DENGAN KENDALA BIAYA (DANA)

Materi dalam Bab VI ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis hubungan output-output dan input. Lebih lanjut, materi ini pada akhirnya mengarah pada maksimisasi output dan keuntungan dengan kendala biaya serta minimisasi biaya dengan kendala revenue. Materi ini sangat penting dalam rangka pengembangan usaha (usaha pertanian) serta penyesuaian produsen terhadap perubahan variabel ekonomi. Materi dalam bab ini juga relevan dengan materi pada bab berikutnya yang membahas maksimisasi dan minimisasi melalui aplikasi fungsi produksi.

6.1. Kendala Dana dan Map Isokuan

Suatu diagram yang menggambarkan susunan isokuan-isokuan diletakkan di atas kendala dana (*budget constraints*) atau garis-garis iso-biaya (*iso-outlay*) dengan input x_1 pada sumbu horizontal dan input x_2 pada sumbu vertikal menunjukkan sebuah map isokuan (*isoquant map*). Diagram map isokuan ini dapat dilihat pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Garis Iso-Biaya (*Iso-Outlay*) dan *Isoquant Map*

Pada Gambar 6.1 mengilustrasikan sebuah map isokuan yang terdiri dari beberapa isokuan yang digambarkan di atas beberapa garis iso-biaya. Pada map isokuan sebenarnya terdiri dari banyak sekali isokuan-isokuan dan garis-garis iso-biaya, tetapi pada gambar di atas hanya digambarkan beberapa

isokuan dan garis iso-biaya. Setiap isokuan selalu berhubungan dengan iso-biaya pada titik singgung tangen-nya, yang menunjukkan titik dimana input x_1 dan x_2 dikombinasi secara optimal untuk menghasilkan tingkat output tertentu (*isoquant*) sesuai dengan biaya yang digambarkan oleh garis iso-biaya. Tingkat output yang diperoleh pada setiap titik singgung antara isokuan dan iso-biaya merupakan output maksimum dengan kendala biaya (C^0).

Pendekatan lain dapat menyatakan bahwa jumlah output pada isokuan tertentu adalah tetap, dan titik tangensi antara isokuan dan iso-biaya menunjukkan kombinasi antara input x_1 dan x_2 yang dapat digunakan untuk memproduksi tingkat output tertentu tersebut (yang digambarkan oleh isokuan). Dengan kata lain, bilamana petani menghadapi kendala biaya untuk membeli input x_1 dan x_2 sehingga tidak dapat memaksimalkan profit secara total, maka alternatif terbaiknya adalah memilih satu titik kombinasi dengan biaya terendah dimana titik tangensi berada (titik singgung antara isokuan dan iso-biaya) sesuai dengan biaya yang dimilikinya.

Titik tangensi merupakan slope isokuan (dx_2/dx_1), dan titik ini juga merupakan slope iso-biaya. Jadi titik kombinasi dengan biaya terendah (*least-cost combination*) dapat didefinisikan sebagai titik dimana slope isokuan sama dengan slope iso-biaya (kedua garis isokuan dan iso-biaya memiliki slope negatif).

Ingat bahwa slope isokuan adalah $-MRS_{x_1, x_2}$, sedangkan slope iso-biaya $-v_1/v_2$, dan keduanya memiliki slope negatif sehingga titik tangensi antara garis isokuan dan iso-biaya dapat didefinisikan sebagai:

$$-MRS_{x_1, x_2} = -v_1/v_2 \quad \text{atau:}$$

$$MRS_{x_1, x_2} = v_1/v_2$$

Jadi, pada titik kombinasi dengan biaya terendah, tingkat substitusi marjinal input x_1 untuk input x_2 (MRS_{x_1, x_2}) sama dengan rasio harga input tersebut (v_1/v_2).

6.2. Isoclines dan Expansion Path

Isocline digunakan untuk menjelaskan garis yang menghubungkan titik-titik dimana isokuan-isokuan memiliki slope yang sama. Sementara itu *ridge line* seperti yang telah dijelaskan pada bahasan sebelumnya adalah garis yang menghubungkan semua titik-titik dimana slope isokun-isokuan sama dengan nol (*ridge line I*) dan garis yang menghubungkan semua titik-titik dimana slope isokuan-isokuan merupakan *infinite slope* (*ridge line II*), lihat Gambar 5.5. masing-masing *ridge line* tersebut dikatakan pula sebagai *isocline* karena masing-masing garis tersebut menghubungkan titik-titik dengan slope yang sama.

Selanjutnya dari Gambar 6.1, garis yang menghubungkan semua titik dengan slope yang sama atau konstan (yaitu v_1/v_2) pada isokuan map

merupakan *isocline* yang sangat penting. *Isocline* yang demikian memiliki nama khusus, yaitu *Expansion Path*. *Expansion Path* adalah *isocline* yang mempunyai ciri khusus yaitu yang menghubungkan semua titik-titik pada isokuan map dimana slope isokuan-isokuan tersebut nilainya sama dengan rasio v_1/v_2 (v_1 dan v_2 adalah harga-harga input). Istilah *Expansion Path* digunakan karena garis ini menunjukkan jalan (*path*) dimana petani dapat mengembangkan skala usahanya dengan memperbanyak penggunaan inputnya. Jadi petani harus selalu mengkombinasikan input-input yang dimiliki di sepanjang *expansion path*, baik dengan cara meminimumkan biaya untuk sejumlah output tertentu atau memaksimumkan output dengan kendala biaya. Titik tepat pada *expansion path* dimana petani beroperasi sangat tergantung dari rupiah (C^0) yang dimiliki untuk membeli input-inputnya.

Titik tangensi antara garis iso-biaya dan isokuan pada *expansion path* mencerminkan kombinasi input dengan biaya terendah yang dapat digunakan untuk memproduksi tingkat output tertentu (*isoquant*). Tidak ada kombinasi x_1 dan x_2 yang dapat memproduksi pada kuantitas output tersebut dengan biaya yang lebih rendah lagi kecuali pada titik-titik tersebut. Bila isokuan konvek terhadap origin, maka semua titik tangensi menjelaskan titik-titik kombinasi input dengan biaya terendah untuk tingkat output yang berhubungan dengan isokuan tertentu. Sementara itu, setiap titik pada *expansion path* merupakan titik kombinasi dengan biaya terendah, dan hanya ada satu titik pada *expansion path* yang menunjukkan titik global dari maksimisasi profit bagi petani.

Expansion path dimulai dari titik origin ($x_1 = 0$ dan $x_2 = 0$) dan bergerak melalui isokuan-isokuan hingga titik global dimana maksimisasi output tercapai, yaitu *MPP* untuk x_1 dan x_2 sama dengan nol. Titik di luar maksimisasi output global (dengan slope konstan v_1/v_2) tidak akan pernah dipilih oleh pengusaha. Hal ini karena titik tangensinya tidak menunjukkan pada pengeluaran minimum (*minimum expenditure*) untuk tingkat output tertentu, tetapi justru menciptakan pengeluaran maksimum (*maximum expenditure*).

Beberapa fungsi produksi pertanian umumnya digunakan untuk menciptakan *expansion path* dengan slope yang konstan. Fungsi produksi semacam ini (yang menghasilkan *expansion path* linear) akan terjadi bilamana harga input konstan, hal ini disebut sebagai fungsi produksi homotetik (*homothetic production functions*).

Persamaan *expansion path* dapat diturunkan melalui *expansion path* umum, yaitu: $dx_2/dx_1 = v_1/v_2$.
 sedangkan: $dx_2/dx_1 = -MPP_{x_1}/MPP_{x_2}$.

Sehingga persamaan *expansion path* dapat diperoleh dengan memecahkan persamaan di atas ($-MPP_{x_1}/MPP_{x_2} = v_1/v_2$).

Sebagai contoh, anggaplah fungsi produksi adalah:

$$y = ax_1^{0.5} x_2^{0.5}$$

maka *MPP*-nya adalah:

$$MPPx_1 = 0,5ax_1^{-0,5} x_2^{0,5}$$

$$MPPx_2 = 0,5ax_1^{0,5} x_2^{-0,5}$$

*MRS*_{*x*₁,*x*₂} adalah:

$$(0,5ax_1^{-0,5} x_2^{0,5}) / (0,5ax_1^{0,5} x_2^{-0,5})$$

$$x_2/x_1 = v_1/v_2$$

sehingga persamaan *expansion path* adalah:

$$x_2 = (v_1/v_2)/x_1 \quad (6.1)$$

selama rasio (v_1/v_2) konstan b , persamaan *expansion path* dalam contoh tersebut di atas adalah linear, yaitu:

$$x_2 = bx_1 \quad (6.2)$$

Catatan:

Ingat bahwa kondisi umum untuk maksimisasi profit adalah:

$$VMPx_1/v_1 = VMPx_2/v_2 = 1 \quad (6.3)$$

Dari persamaan (6.3), terdapat dua point penting dalam maksimisasi profit, *pertama*: rasio *VMP* (berkaitan dengan harga input) harus sama antara input yang satu dengan input yang lain; *kedua*: rasio *VMP* tersebut harus sama dengan satu. Petani harus menggunakan input hingga satuan rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk input tersebut memberikan penerimaan sebesar satu satuan rupiah.

6.3. Maksimisasi Revenue dengan Kendala Dana

Bilamana petani tidak dapat memaksimumkan profit global, alternatif terbaiknya adalah mencari titik kombinasi dengan biaya terendah. Kombinasi dengan biaya terendah dari input-input menjelaskan suatu titik maksimisasi revenue dengan kendala ketersediaan rupiah untuk membeli input-input tersebut.

Masalah maksimisasi atau minimisasi dengan kendala sesungguhnya merupakan masalah optimasi dengan *constraint* (*constrained optimization problem*), yang terdiri dari dua komponen: (1) fungsi tujuan memaksimumkan atau meminimumkan, (2) adanya fungsi pembatas pada *objective function*. Sekarang anggaplah bahwa fungsi tujuan yang dihadapi petani adalah memaksimumkan revenue dari usahatani jagung.

Fungsi tujuan adalah memaksimumkan (R):

$$R = py$$

atau:

$$R = pf(x_1, x_2)$$

Pembatasnya adalah ketersediaan rupiah untuk membeli input x_1 dan x_2 , yang dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan berikut:

$$C^0 = v_1x_1 + v_2x_2$$

(C^0 adalah ketersediaan rupiah yang dimiliki petani untuk membeli x_1 dan x_2).

Untuk memecahkan persoalan di atas, teknik optimisasi klasik dapat digunakan yaitu fungsi *Lagrange* yang ditemukan oleh ahli matematika dan astronomi: Joseph-Louis Lagrange (1736-1813). Fungsi umum *Lagrange* (L) adalah:

$L =$ (fungsi tujuan yang dimaksimumkan atau diminimumkan) $+ \lambda$ (fungsi kendala)

$$L = py + \lambda (C^0 - v_1x_1 - v_2x_2) \quad \text{atau:}$$

$$L = pf(x_1, x_2) + \lambda (C^0 - v_1x_1 - v_2x_2)$$

Syarat keharusan (*necessary conditions*) untuk maksimisasi atau minimisasi fungsi tujuan terhadap kendala adalah turunan pertama (FOC) dari L untuk x_1 dan x_2 , serta λ sama dengan nol. Dengan demikian FOC adalah:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = pf_1 - \lambda v_1 = 0 \quad (6.4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = pf_2 - \lambda v_2 = 0 \quad (6.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = C^0 - v_1x_1 - v_2x_2 = 0 \quad (6.6)$$

Keterangan:

$f_1 = \partial y / \partial x_1 = MPPx_1$ (adalah marjinal produk untuk x_1 sedangkan x_2 konstan).

$f_2 = \partial y / \partial x_2 = MPPx_2$ (adalah marjinal produk untuk x_2 sedangkan x_1 konstan).

pf_1 dan pf_2 dapat diinterpretasikan sebagai *value marginal product* (VMP) dari x_1 dan x_2 .

v_1 dan v_2 adalah harga input atau *marginal factor costs* (MFC) atau biaya korbanan marjinal untuk x_1 dan x_2 .

Persamaan (5.4) dan (5.5) dapat diselesaikan sebagai berikut:

$$\Leftrightarrow pf_1/v_1 = pf_2/v_2$$

$$\Leftrightarrow pf_1/pf_2 = \lambda v_1/\lambda v_2 \quad (6.7)$$

$$p'_1/p'_2$$

$$\Leftrightarrow f_1/f_2 = v_1/v_2 \quad (6.8)$$

$$\Leftrightarrow MPP_{x_1}/MPP_{x_2} = v_1/v_2 \quad (6.9)$$

$$dx_2/dx_1 = v_1/v_2 \quad (6.10)$$

Persamaan (6.7) sampai dengan persamaan (6.10) menunjukkan titik tangensi antara isokuan dan *budget constraint* (iso-biaya). *FOC* dalam hal ini merupakan titik tunggal pada *expansion path*, dan titik ini adalah tangensi antara *specific isoquant* dan *iso-outlay* (iso-biaya) untuk biaya input-input sebesar C^0 .

Dari persamaan (6.4) dan (6.5) dapat pula diketahui angka pengganda *Lagrange* (λ) yaitu:

$$pf_1/v_1 = pf_2/v_2 = \lambda \quad (6.11)$$

dari persamaan (6.11), λ merupakan rasio nilai produk marjinal relatif terhadap biaya marjinal (*MFC*). Pengganda *Lagrange* dapat pula dikatakan sebagai *shadow price*, yaitu rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk input. *Shadow price* bisa saja sama atau tidak sama dengan harga input. Bilamana VMP_{x_1} sama dengan v_1 (harga input x_1), maka rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk input sama dengan *VMP*-nya, demikian juga untuk input x_2 .

Metode *Lagrange* tidak memberikan solusi bagi petani berapa besar total biaya yang harus dikeluarkan untuk input. Metode ini mengasumsikan bahwa biaya tersedia dalam jumlah tertentu (tetap) dan hanya sejumlah biaya tersebutlah yang tersedia untuk membeli input. Metode *Lagrange* membantu memutuskan bagaimana biaya yang tersedia harus dialokasikan untuk membeli input-input (dalam kasus ini untuk dua input). Jadi metode *Lagrange* memberikan sebuah prinsip penerimaan equimarginal (*equimarginal returns principle*). Petani harus mengalokasikan rupiah yang tersedia untuk membeli dua input dengan cara membelanjakan rupiah terakhir untuk tiap input yang memberikan imbalan yang sama (λ) pada kedua input tersebut. Prinsip di atas dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$VMP_{x_1}/MFC_{x_1} = VMP_{x_2}/MFC_{x_2} = \lambda \quad (6.12)$$

Keterangan: VMP_{x_1} dan VMP_{x_2} adalah nilai marjinal produk untuk masing-masing input; MFC_{x_1} dan MFC_{x_2} adalah biaya korbanan marjinal atau *marginal factor costs* untuk masing-masing inputnya. Dalam pasar persaingan sempurna, *MFC* adalah sama dengan harga-harga input.

Turunan kedua (*SOC*) fungsi *Lagrange*. *SOC* merupakan syarat kecukupan untuk maksimisasi revenue dengan kendala biaya. Tentang *FOC* dan *SOC* dapat diuraikan sebagai berikut:

FOC (first order conditions):

$$\partial L / \partial x_1 = pf_1 - \lambda v_1 = 0 \quad (6.13)$$

$$\partial L / \partial x_2 = pf_2 - \lambda v_2 = 0 \quad (6.14)$$

$$\partial L / \partial \lambda = C^0 - v_1 x_1 - v_2 x_2 = 0 \quad (6.15)$$

Turunan pertama (FOC) menunjukkan titik-titik tangensi antara isokuan dan iso-biaya, tetapi mungkin saja titik tersebut merupakan kondisi dimana revenue adalah minimum dan bukan maksimum, karena mungkin saja letak titik tangensi tersebut di luar titik maksimisasi output global (yang berarti merupakan titik minimum). Untuk menjamin bahwa revenue adalah maksimum, maka turunan kedua (SOC) sangat diperlukan. Untuk itu, persamaan (6.13; 6.14; dan 6.15) diturunkan lagi masing-masing terhadap x_1 , x_2 dan λ :

$$\partial f_i / \partial x_j = f_{ij} \quad i, j = 1, 2$$

Sehingga :

$$\partial(\partial L / \partial x_1) / \partial x_1 = -pf'_{11} \quad (6.16)$$

$$\partial(\partial L / \partial x_1) / \partial x_2 = -pf'_{12} \quad (6.17)$$

$$\partial(\partial L / \partial x_1) / \partial \lambda = -v_1 \quad (6.18)$$

$$\partial(\partial L / \partial x_2) / \partial x_1 = pf'_{12} = pf'_{21} \text{ (Young's theorem)} \quad (6.19)$$

$$\partial(\partial L / \partial x_2) / \partial x_2 = pf'_{22} \quad (6.20)$$

$$\partial(\partial L / \partial x_2) / \partial \lambda = -v_2 \quad (6.21)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial x_1 = -v_1 \quad (6.22)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial x_2 = -v_2 \quad (6.23)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial \lambda = 0 \quad (6.24)$$

Bentuk matrixnya adalah :

$$\begin{matrix} pf_{11} & pf_{12} & -v_1 \\ pf_{12} & pf_{22} & -v_2 \\ -v_1 & -v_2 & 0 \end{matrix} \quad (6.25)$$

Determinan dari matrix (6.25) adalah:

$$\begin{aligned}
 & pf_{11}pf_{22} \cdot 0 + pf_{12}(-v_2)(-v_1) + pf_{12}(-v_2)(-v_1) \\
 & - [(-v_1)pf_{22}(-v_1) + (-v_2)(-v_2)pf_{11} + pf_{12}pf_{12} \cdot 0] \\
 & = 2pf_{12}v_1v_2 - pf_{22}v_1^2 - pf_{11}v_2^2 \\
 & = p[2f_{12}v_1v_2 - f_{22}v_1^2 - f_{11}v_2^2]
 \end{aligned}$$

Bilamana petani hanya menggunakan dua input, persamaan (6.26) harus positif untuk menjamin revenue maksimum dengan kendala biaya. *FOC* dan *SOC* seperti telah diuraikan di atas secara bersama-sama merupakan *necessary* dan *suffisition conditions* untuk memaksimalkan revenue dengan kendala biaya. *FOC* menempatkan petani pada *expansion path*, sedangkan *SOC* menjamin petani berada pada titik maksimum.

6.4. Memaksimalkan Produk dengan Kendala Dana

Permasalahan dalam menemukan kombinasi input dengan biaya terendah dapat juga diaplikasikan dengan fungsi tujuan memaksimalkan output (bukan revenue) dengan *constraint* yang sama, yaitu kendala biaya (*budget constraint*). Solusinya sama dengan memaksimalkan revenue dengan pembatas, tetapi berbeda dalam interpretasi pengganda *Lagrange*.

Anggaplah bahwa fungsi tujuan adalah memaksimalkan output y yang fungsi produksinya adalah:

$$y = f(x_1, x_2)$$

Constraint-nya adalah:

$$C^0 = v_1x_1 + v_2x_2$$

Persamaan *Lagrange* adalah:

$$L = f(x_1, x_2) + \theta (C^0 - v_1x_1 - v_2x_2)$$

Keterangan: θ adalah pengganda *Lagrange* yang baru. Turunan pertama (*FOC*) adalah sebagai berikut:

$$f_1 - \lambda v_1 = 0 \tag{6.27}$$

$$f_2 - \lambda v_2 = 0 \tag{6.28}$$

$$C^0 - v_1x_1 - v_2x_2 = 0 \tag{6.29}$$

Selanjutnya dengan membagi persamaan (6.27) dengan (6.28) menghasilkan:

$$f_1/f_2 = MRS_{x_1x_2} = v_1/v_2 \tag{6.30}$$

Persamaan (6.30) ini sama dengan yang diperoleh pada problem memaksimalkan revenue. Tetapi dengan menyelesaikan persamaan (6.27) dan (6.28) diperoleh:

$$f_1/v_1 = f_2/v_2 = \theta$$

$$MPP_{x_1/v_1} = MPP_{x_2/v_2} = \theta \quad (6.31)$$

Maksimisasi output dengan kendala biaya menghendaki bahwa MPP kedua input dibagi dengan masing-masing harga inputnya sama dengan pengganda $Lagrange(\theta)$. Dalam kasus ini (θ) menunjukkan kuantitas fisik output dan bukan revenue yang diperoleh dari rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk setiap input. Interpretasi dari nilai (θ) untuk problem maksimisasi output tidak sejelas pada problem maksimisasi revenue. Sebagai contoh, $(\theta) = 1$ mengindikasikan bahwa rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk setiap input akan memberikan imbalan satu unit output (satuan fisik).

Contoh, katakanlah outputnya adalah jagung yang dijual seharga Rp. 400/kg. Kemudian rupiah terakhir yang dibelanjakan untuk input memberikan imbalan sebesar Rp. 400. Dalam hal ini, untuk menginterpretasikan secara benar pengganda $Lagrange$ sangat penting mengetahui harga dari output tersebut. Nilai optimal dari pengganda $Lagrange$ (θ) pada titik maksimisasi profit global adalah $1/p$, dimana p adalah harga output. Biasanya (θ) pada problem maksimisasi output dengan kendala sama dengan $(\theta)/p$ pada problem maksimisasi revenue dengan kendala. Persamaan (6.32) di bawah ini:

$$MPP_{x_1/v_1} = MPP_{x_2/v_2} = \theta \quad (6.32)$$

dapat dikalikan dengan harga output sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$pMPP_{x_1/v_1} = pMPP_{x_2/v_2} = p\theta \quad (6.33)$$

Jelas bahwa $p\theta = \lambda$ pada problem maksimisasi revenue dengan pembatas.

Lebih lanjut, turunan kedua (SOC) yang diperoleh dari problem maksimisasi output dengan kendala tidak berbeda (syarat yang dikehendaki) dengan SOC pada problem maksimisasi revenue dengan kendala selama dibagi dengan harga output yang positif. SOC pada problem maksimisasi revenue menghendaki bahwa:

$$p[2f_{12}v_1v_2 - f_{22}v_1^2 - f_{11}v_2^2] > 0$$

demikian juga SOC pada problem maksimisasi output dengan kendala menghendaki bahwa: $2f_{12}v_1v_2 - f_{22}v_1^2 - f_{11}v_2^2 > 0$

6.5. Minimisasi Biaya dengan Kendala Revenue

Untuk mencari titik kombinasi input (dua input) dengan biaya minimum pada *expansion path* dapat pula dilakukan dengan cara menyelesaikan problem minimisasi biaya dengan kendala revenue.

Fungsi tujuan (*objective functions*) adalah meminimumkan biaya:

$$C^o = v_1x_1 + v_2x_2$$

Fungsi kendalanya adalah penerimaan tertentu (R^0):

$$R^0 = py \tag{6.34}$$

atau:

$$R^0 = py \tag{6.35}$$

$$R^0 = pf(x_1, x_2) \tag{6.36}$$

Persamaan *Lagrange* adalah:

$$L = v_1x_1 + v_2x_2 + \mu[R^0 - pf(x_1, x_2)] \tag{6.37}$$

Turunan pertama (*FOC*):

$$v_1 - \mu pf_1 = 0$$

$$v_2 - \mu pf_2 = 0$$

$$R^0 - pf(x_1, x_2) = 0$$

atau:

$$v_1 = \mu pf_1$$

$$v_2 = \mu pf_2$$

atau:

$$v_1/pf_1 = v_2/pf_2 = \mu$$

atau:

$$v_1/pMPP_{x_1} = v_2/pMPP_{x_2} = \mu \tag{6.38}$$

Bila dibandingkan dengan penyelesaian problem maksimisasi revenue dengan kendala, *FOC* nampak berlawanan. Dalam kasus ini, pengganda *Lagrange* menyatakan meningkatnya dalam biaya berhubungan dengan penambahan unit output. Nilai pengganda *Lagrange* sama dengan satu mengindikasikan posisi maksimisasi profit (rupiah terakhir pada penerimaan dan biayanya benar-benar sama dengan Rp.1,00). Titik-titik kombinasi yang berada di dalam posisi profit maksimum merupakan pengganda *Lagrange* yang nilainya kurang dari satu, sedangkan pengganda *Lagrange* yang lebih besar dari satu menunjukkan bahwa input telah digunakan di luar titik posisi profit maksimum tetapi output lebih kecil dari output maksimum.

Jelas bahwa μ dari problem minimisasi biaya dengan pembatas revenue sama dengan $1/\lambda$ yang diperoleh dari problem maksimisasi revenue dengan pembatas biaya. Akhirnya, λ yang diperoleh dari problem maksimisasi revenue adalah $1/\mu$ dari problem minimisasi biaya dengan kendala revenue.

Turunan kedua (SOC) pada problem minimisasi biaya dengan kendala revenue menghendaki kriteria yang berbeda dibanding problem maksimisasi revenue dengan pembatas biaya. Kembali bahwa FOC untuk x_1, x_2 dan μ dalam bentuk matrix adalah:

$$\begin{matrix} -\mu p f_{11} & -\mu p f_{12} & -p f_1 \\ -\mu p f_{12} & -\mu p f_{22} & -p f_2 \\ -p f_1 & -p f_2 & 0 \end{matrix}$$

FOC menghendaki bahwa:

$$\mu p^3 f_1 f_1 f_{22} + \mu p^3 f_2 f_2 f_{11} - 2\mu p^3 f_2 f_1 f_{12} < 0 \quad (6.39)$$

dengan mensubstitusi $f_1 = v_1/\mu p$ dan $f_2 = v_2/\mu p$, hasilnya adalah:

$$(p/\mu)(f_{22}v_1^2 + f_{11}v_2^2 - 2f_{12}v_1v_2) < 0$$

atau:

$$(p/\mu)(2f_{12}v_1v_2 - f_{22}v_1^2 - f_{11}v_2^2) > 0 \quad (6.40)$$

Bilamana $\mu > 0$, tanda yang dikehendaki pada FOC akan sama dengan yang dikehendaki pada problem maksimisasi revenue dengan kendala biaya.

A. Tugas dan Latihan

Berdasarkan tugas/praktikum terakhir, untuk tujuan mempertahankan quota produksi dan menjaga kestabilan harga (misalnya tembakau), pemerintah mengeluarkan peraturan *Pembatasan Lahan Usahatani Tembakau* di wilayah sentra produksi tembakau (misalkan pada L^*). Dalam analisis ini, input dikelompokkan menjadi dua, yaitu input *Lahan* (L) dan input-input lainnya (Xi). Berikan penjelasan disertai gambar kurva dan argumentasi saudara terhadap dua persoalan berikut:

- Bagaimana perilaku petani (kelompok petani) terhadap pembatasan lahan tersebut bila lahan mereka miliki di bawah L^* .
- Bagaimana perilaku petani (kelompok petani) bila lahan mereka miliki di atas L^* dan memiliki cukup modal untuk bekerja di atas L^* .

B. Evaluasi/Test

- Apa yang dimaksud dengan *Expansion Path*? Jelaskan disertai ilustrasi gambar kurva.
- Persamaan *expansion path* dapat diturunkan melalui *expansion path* umum, yaitu: $dx_2/dx_1 = v_1/v_2$; sedangkan: $dx_2/dx_1 = -MPP_{x_1}/MPP_{x_2}$.

Selanjutnya, persamaan *expansion path* dapat diperoleh dengan memecahkan persamaan di atas ($-MPPx_1/MPPx_2 = v_1/v_2$).

Bilamana diketahui fungsi produksi adalah: $y = ax_1^{0.5}x_2^{0.5}$, carilah persamaan *expansion path* dari fungsi produksi tersebut.

C. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang hubungan teknis fungsional input-output dengan satu input variabel, yang terdiri atas 5 (lima) bagian, yaitu: (1) Kendala Dana dan Isoquant Map; (2) Isoclines dan Expansion Path; (3) Maksimisasi Produk dengan Kendala Dana; (4) Maksimisasi Revenue dengan Kendala Dana; dan (5) Minimisasi Biaya dengan Kendala Revenue.

Daftar Pustaka

- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Teken, I GB. (1985) *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Bab 7

KARAKTERISTIK FUNGSI COBB-DOUGLAS DAN PERSOALAN MAKSIMISASI/MINIMISASI

Materi dalam Bab VII ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis bahwa fungsi produksi Cobb-Douglas banyak digunakan dalam kajian ekonomi produksi, baik dalam literatur maupun dalam penelitian-penelitian empiris. Materi dalam bab ini juga member pemahaman kepada mahasiswa tentang keunggulan dan kelemahan fungsi Cobb-Douglas. Materi ini sangat penting karena memberi kemampuan mahasiswa melakukan analisis input-output dengan mengaplikasikan berbagai fungsi produksi terutama fungsi Cobb-Douglas dalam rangka maksimisasi keuntungan atau minimisasi biaya.

7.1. Fungsi Cobb-Douglas dan Karakteristiknya

Pada bahasan ini akan dikemukakan beberapa fungsi produksi yang biasanya digunakan dalam ekonomi produksi, baik dalam literatur maupun banyak digunakan dalam penelitian-penelitian empiris. Fungsi produksi menyatakan hubungan antara jumlah produksi maksimum dengan sejumlah masukan yang dibutuhkan untuk memproduksinya, dan hubungan antara masukan itu sendiri. Fungsi produksi dalam analisa ekonomi dianggap data. Teknologi yang melekat dalam hubungan produksi, yang mentransformasikan faktor masukan menjadi produk, sama sekali tidak ada kaitannya dengan peubah ekonomi lain, seperti harga produk dan masukan, atau tingkat bunga. Konsep peubah-peubah ekonomi yang berkaitan dengan unang hendaknya dipisahkan atau dikeluarkan dari konsep fungsi produksi. Karena dalam fungsi produksi hanya dibatasi pada hubungan teknis yang telah ditentukan. Informasi fungsi produksi ini adalah pengetahuan yang penting bagi produsen, merupakan salah satu pertimbangan dalam membuat keputusan ekonomi, seperti berapa besar produksi, jumlah dan kombinasi masukan yang harus digunakan.

Dalam analisis ekonomi produksi, bilamana fungsi produksi telah diketahui, maka produsen dapat membuat keputusan untuk mencapai tujuannya dengan hanya membutuhkan informasi tambahan yaitu harga masukan dan harga produk. Tetapi dalam kenyataannya tidak semudah itu. Produsen dapat gagal untuk merealisasikannya. Tetapi untuk kombinasi masukan tertentu, berbagai produk dapat diproduksi tergantung bagaimana mengorganisasikan masukan tersebut. Dengan demikian, kita definisikan fungsi produksi adalah maksimum produk yang dapat diperoleh untuk setiap kombinasi dari masukan.

Dalam pengertian ini mencakup bahwa kaitan antara masukan dan produk telah memnuhi efisiensi teknis.

Adapun beberapa masalah dalam pendugaan fungsi produksi adalah sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan tidak terkendali dengan baik: Dalam menduga fungsi produksi, jika data yang diperoleh dari lapangan pada kenyataannya diperoleh dari kondisi yang tidak seragam atau terkendali dari satu pengamatan dengan yang lainnya. Walaupun peneliti berupaya memperoleh contoh dari satuan unit daerah yang kurang lebih seragam, misalnya desa, ketidak seragaman antar petani yang satu dengan yang lain akan menghasilkan model agregat yang kurang baik. Atau dengan kata lain, masukan dan produk sukar dibuat homogen. Penambahan masukan yang kualitasnya berbeda, sebagai contoh tenaga kerja yang ditambahkan pada sejumlah tenaga kerja yang telah bekerja dalam satuan produktif akan menciptakan bias dalam dugaan agregat. Hal yang serupa terjadi dalam kualitas lahan yang berbeda antar satuan usahatani satu dengan yang lainnya dalam "*data cross-section*". Untuk memperoleh dugaan koefisien lahan, maka sering perbedaan kualitas ini diabaikan, dan hal ini menyebabkan kesalahan spesifikasi dalam hubungan fungsional.
- b. Masalah spesifikasi: Masalah spesifikasi juga menyangkut beberapa hal, yaitu bentuk model aljabar fungsi produksi yang dipakai dalam pendugaan, keliru memasukan peubah yang tidak relevan, atau tidak memasukkan peubah yang sebenarnya relevan.
- c. Masalah interpretasi: Produk marginal fisik menyatakan tambahan produk total yang diakibatkan penambahan satu unit masukan bilamana masukan lainnya tidak berubah. Interpretasi produk marginal fisik menjadi sukar dilakukan bilamana koefisien negatif dan ada masalah multi-kolinieriti dalam dugaan. Selain itu, interpretasi kemungkinan substitusi antar masukan dalam produksi menjadi kontraditif. Sebagai contoh, katakanlah penambahan lahan yang akan memperbesar kurve produk marginal tenaga kerja, demikian pula dengan faktor masukan lainnya. Hal ini berakibat, produsen yang akan berupaya memperoleh keuntungan maksimum akan menggunakan tenaga kerja yang lebih banyak daripada sebelumnya, dengan demikian interpretasi koefisien fungsi produksi menjadi kabur.
- d. Asumsi-asumsi: Asumsi yang digunakan dalam dugaan fungsi produksi adalah data diperoleh dari petani yang secara umum menggunakan teknologi yang sama, dengan demikian semua produsen bekerja memakai fungsi produksi yang sama. Asumsi ini akan dilanggar bilamana dalam pengamatan ada sebageian produsen yang sangat maju, sedangkan yang lainnya masih belum mampu memakai teknologi baru dengan baik.

Fungsi produksi dapat dinyatakan dengan grafik atau kurve, isokuan yang masing-masing merupakan berbagai kombinasi masukan yang menghasilkan produk tertentu. Masing-masing isokuan "*convex downward*" yang menyatakan

hukum kadar substitusi marjinal (*marginal rate of substitution*) yang semakin menurun antara dua faktor masukan.

Fungsi produksi yang paling sederhana adalah fungsi linier yang dirumuskan: $f(X_i) = a_1X_1 + a_2X_2$. Kemiringan isokuan dari fungsi produksi linier adalah konstan, $S_{12} = f_2/f_1 = a_2/a_1$, isokuan berbentuk garis lurus. Kemiringan isokuan S_{12} adalah konstan (a_2/a_1) yaitu rasio parameter elastisitas produksi, dengan demikian kemiringan isokuan $d(f_2/f_1)$ tidak berubah. Bagaimana dengan elastisitas substitusi (σ) dari fungsi produksi linier yang akan dibahas berikut ini.

$$\sigma = \frac{\frac{d(X_1/X_2)}{(X_1/X_2)}}{\frac{d(f_2/f_1)}{(f_2/f_1)}}$$

Dalam fungsi produksi linier, isokuan berbentuk garis lurus dengan kemiringan yang konstan. Garis isokuan adalah garis sebagai tempat kedudukan titik-titik yang menunjukkan kombinasi penggunaan satu atau dua variabel masukan. Titik ini sekaligus menunjukkan kombinasi penggunaan satu atau dua variabel masukan produksi yang optimum untuk mendapatkan sejumlah produksi tertentu. Perubahan ratio penggunaan masukan dapat terjadi, tetapi tidak ada perubahan dalam kemiringan isokuan, dengan demikian $d(f_2/f_1)$ tidak berubah walaupun terjadi perubahan ratio penggunaan faktor masukan. Oleh karena itu elastisitas substitusi dari fungsi produksi linier tidak terhingga karena $d(f_2/f_1) = 0$. Jika terjadi perubahan dalam penggunaan salah satu masukan, X_1 dapat dengan sempurna diganti dengan pemakaian X_2 . Substitusi antar dua masukan bersifat substitusi sempurna, dan menunjukkan kadar substitusi teknis marjinal (*marginal rate of technical substitution*) yang konstan. Hal ini merupakan kebalikan dari produksi Leontief atau masukan produk yang akan dibahas berikutnya. Tidak mungkin terjadi substitusi antar masukan dalam fungsi produksi Leontief, dengan demikian elastisitas substitusi = 0.

Pada tahun 1928 Charler Cobb dan Paul Douglas pertama kalinya mempublikasikan fungsi produksi tipe Cobb-Douglas, produksi merupakan fungsi dua masukan modal (K) dan tenaga kerja (L); dengan rumusan sebagai berikut:

$$Q = A K^{\beta_1} L^{\beta_2}$$

dimana:

1. Q (Produk)
2. K dan L (faktor masukan)
3. A (intersep)

Bentuk umum fungsi Cobb-Douglas adalah sebagai berikut:

$$Q_{ij} = \prod_{i=0}^n X_{ij}^{\beta_i}$$

"i" menyatakan faktor masukan ke-i, dan j menyatakan produsen ke-j, X_0 adalah untuk $i = 0$ yaitu intersep, β_i elastisitas produksi untuk masukan ke-i, $0 < \beta_i < 1$.

Beberapa karakteristik fungsi Cobb-Douglas yang terpenting adalah sebagai berikut:

- produk marjinal untuk masukan ke-l ($f_l = \gamma Q / \gamma X_l$) lebih besar daripada nol ($f_l = \beta_l(Q/X_l) > 0$), hal ini berarti β_l harus positif karena faktor masukan dan produk tidak mungkin negatif.
- Elastisitas produk dinyatakan dengan koefisien regresi, dengan nilai $0 < \beta_i < 1$, karena $f_l > 0$.
- Skala perolehan ekonomi (*Economies of Scale*) dapat diperoleh dengan menjumlahkan semua elastisitas produk, $\sum \beta_i$.
- Produk marjinal yang positif ($MPI > 0$) akan semakin kecil dengan semakin besarnya masukan yang digunakan. MPI walaupun lebih besar daripada nol tetapi makin menurun dengan makin besarnya jumlah masukan yang digunakan. Produk marjinal untuk masukan ke-l, $f_l = \beta_l(Q/X_l)$. Karena β_l konstan, maka MPI ditentukan oleh besarnya rasio dari QA produksi aktual dan besarnya masukan X_l yang digunakan. Karakter ini memang sesuai dengan sifat produksi pertanian. Bilamana produk marjinal selalu makin besar maka hal ini berarti luas lahan sawah suatu kabupaten misalnya dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan beras untuk seluruh Indonesia. Ini tidak mungkin terjadi.
- Marginal Rate of Technical Substitution (S_{KL}) adalah rasio antara parsial derivatif antara kedua masukan, sebagai berikut:

$$S_{KL} = (-) \frac{\gamma Q / \gamma L}{\gamma Q / \gamma K} = (-) \frac{dL}{dK}$$

Untuk kasus fungsi produksi Cobb-Douglas:

$$S_{KL} = \frac{\beta_2(Q/L)}{\beta_1(Q/K)} = \beta_2 K / \beta_1 L \quad \text{dan} \quad S_{KL} = \beta_1 L / \beta_2 K$$

- elastisitas substitusi selalu sama dengan satu, merupakan salah satu kelemahan fungsi produksi Cobb-Douglas.

Keunggulan dan Kelemahan Fungsi Cobb-Douglas. Fungsi Produksi Cobb-Douglas adalah paling terkenal digunakan dalam penelitian dengan analisa ekonometrik, disebabkan:

- a. bentuk fungsi sederhana, ekonomis dalam perhitungan pendugaan parameter, dan seringkali menghasilkan dugaan yang nyata menurut tes statistik.
- b. Konsisten pada apriori teori ekonomi: produk marjinal yang semakin menurun, dengan mudah diperoleh dugaan skala ekonomi, dan andil faktor relatif.
- c. Selain kelebihan seperti di atas, sifat yang nampaknya tidak realistis yaitu σ dari fungsi Cobb-Douglas sama dengan satu, dan garis perluasan produksi berbentuk garis linier.
- d. Hasil pendugaan dengan fungsi Cobb-Douglas tidak memuaskan bilamana data yang digunakan mencakup produk marjinal yang bertambah dan menurun atau mencakup produk marjinal positif dan negatif. Fungsi Cobb-Douglas adalah fungsi pangkat dan akan menghasilkan kurve yang semakin mendatar dengan bertambahnya pemakaian masukan, dan produk marjinal fisik maksimum didefinisikan (Heady dan Dillon, 1969).
- e. Elastisitas produksi dan isocline dari fungsi Cobb-Douglas adalah konstan, dan linier dalam bidang kurve masukan (isokuan). Bentuk ini tidak sesuai dengan perubahan kadar substitusi dengan semakin besarnya pemakaian masukan. Sebagai contoh, usahatani besar akan lebih ekstensif dalam penggunaan lahan dibandingkan dengan usahatani kecil. Perubahan dalam kadar substitusi ini menjadi tidak konsisten dengan asumsi teknologi netral tanpa memandang luas usaha.

Modifikasi fungsi Cobb-Douglas. Modifikasi pertama dari fungsi Cobb-Douglas dibuat oleh Ulveling dan Fletcher (1970) dengan tujuan untuk mengurangi kelemahan fungsi Cobb-Douglas. Sebagaimana ditunjukkan sebelumnya, jumlah elastisitas produksi Cobb-Douglas menunjukkan "returns to scale". Karena elastisitas Cobb-Douglas adalah konstan, hal ini dikatakan tidak logis, sehingga returns to scale" fungsi Cobb-Douglas juga tidak bervariasi. Modifikasi itu dilakukan untuk menghasilkan fungsi produksi dengan elastisitas produk bervariasi. Katakanlah fungsi produksi Cobb-Douglas dengan 3 faktor masukan:

$$Q = AN^{\beta_1} L^{\beta_2} K^{\beta_3}$$

dan dihipotesakan bahwa β_i dipengaruhi oleh peubah I , dengan demikian juga berpengaruh terhadap *scale returns*, yaitu:

$$\beta_1 = \beta_1$$

$$\beta_2 = \beta_2$$

$$\beta_3 = \beta_3$$

hipotesa tersebut di atas dapat dimasukkan ke dalam fungsi produksi dengan hasil fungsi modifikasi Cobb-Douglas, dengan model sebagai berikut:

$$Q = AN^{\beta_1(I)} L^{\beta_2(I)} K^{\beta_3(I)}$$

Model empiris yang digunakan diperoleh dari logaritma kedua sisi dari model diatas: $\ln Q = \ln A + \beta_1(I) \ln N + \beta_2(I) \ln L + \beta_3(I) \ln K$

Produk (Q) diukur dengan nilai produksi tanaman, dengan macam tiga masukan yaitu lahan (N), tenaga kerja (L), dan modal (K) adalah jasa modal meliputi bibit, pupuk, dan jasa modal. Hipotesa yang diajukan dalam penelitian Ulveling dan Fletcher yaitu intensitas modal dengan definisi rasio antara jasa modal dibagi lahan berpengaruh pada elastisitas parsial dan perolehan terhadap skala. Suatu indek variabel yang dipakai intensitas modal yaitu perbandingan antara modal dan tanah, K/N. Variabel ini diasumsikan logis dapat diterima sebagai indikator (*proxy variable*) variasi teknik produksi yang dipakai. Diasumsikan pula bentuk hubungan antara parameter elastisitas dan variabel indeks adalah linier, kuadrat, dan kubik.

Hasil pengujian hipotesa berupa koefisien dugaan yang diperoleh dengan menggunakan model empiris di atas. Nilai variabel I ditentukan dengan variasi pengamat. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa elastisitas produksi dan perolehan produk terhadap skala (*scale returns*) benar-benar dipengaruhi intensitas modal yang dipakai dalam produksi.

Hasil regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Q = 5,6 N^{0,456*} L^{0,191*** + 0,0023*I^2} K^{0,403 - 0,00191 I^2}$$

$R^2 = 0,74$ dan tanda bintang menunjukkan taraf nyata secara statistik.

Dugaan perolehan terhadap skala dan parameter elastisitas untuk berbagai alternatif variasi indeks intensitas modal diberikan pada Tabel 7.1. berikut:

Tabel 7. 1. Elastisitas Produksi Parsial dan Perolehan Produksi Terhadap Skala

Indeks Teknik Produksi	Elastisitas Produksi Parsial			Perolehan terhadap Skala
	β_1 Lahan	β_2 Tenaga Kerja	β_3 Modal	
1	0,46985	0,19389	0,40170	1,06544
2	0,46985	0,20085	0,39576	1,06646
4	0,46985	0,22869	0,37200	1,07734
6	0,46985	0,27509	0,33240	1,00734
8	0,46985	0,34005	0,27696	1,08686
10	0,46985	0,42357	0,20568	1,09910
12	0,46985	0,52562	0,11856	1,11403

Catatan: I – indeks intensitas modal, diukur dengan jasa modal per hektar. Semua koefisien β_1 nyata pada 10%.

Beberapa hasil kesimpulan yang diperoleh dari hasil dugaan model fungsi produksi modifikasi Cobb-Douglas, yaitu:

- Elastisitas produksi tenaga kerja bertambah dengan semakin besarnya intensitas modal atau indeks peubah I, dan hal ini.
- Diikuti dengan elastisitas parsial modal berkurang dengan semakin besarnya rasio K/N atau indeks intensitas modal.

Hasil ini didukung oleh teori bahwa produk marjinal tenaga kerja akan semakin besar dengan dipakainya teknik produksi dengan modal yang lebih intensif. Demikian juga halnya, produk marjinal modal akan semakin kecil yang ditunjukkan dengan elastisitas produksi parsial yang semakin kecil dengan digunakannya teknik produksi dengan intensitas modal yang semakin besar.

7.2. Minimisasi/Maksimisasi

Fungsi Cobb-Douglas adalah suatu fungsi atau persamaan yang melibatkan dua atau lebih variabel, dimana variabel yang satu disebut dengan variabel dependen (Y) dan yang lain disebut variabel independen (X). penjelasan hubungan antara dua variabel tersebut adalah biasanya dengan cara regresi dimana variasi dari Y akan dipengaruhi oleh variasi dari X. dengan demikian, kaidah-kaidah pada garis regresi juga berlaku dalam penyelesaian fungsi Cobb-Douglas. Secara matematik, fungsi Cobb-Douglas dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_i^{b_i} \dots X_n^{b_n} e^u \quad (7.1)$$

$$= a \prod X_i^{b_i} e^u$$

Bila fungsi Cobb-Douglas tersebut dinyatakan oleh hubungan Y dan X, maka:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n)$$

dimana:

- Y = variabel yang dijelaskan
- X = variabel yang menjelaskan
- a, b = besaran yang akan diduga
- u = kesalahan (*disturbance term*)
- e = logaritma natural, $e = 2,718$

Untuk memudahkan pendugaan terhadap fungsi Cobb-Douglas (7.1), maka persamaan tersebut diubah menjadi bentuk linier berganda dengan cara melogaritmakan persamaan tersebut. Persamaan (7.1) ditulis kembali untuk menjelaskan hal ini, yaitu:

$$Y = f(X_1, X_2) \text{ dari } Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} e^u$$

Logaritma dari persamaan di atas adalah persamaan (7.2) berikut:

$$\log Y = \log a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + v$$

$$Y^* = a^* + b_1 X_1^* + b_2 X_2^* + v^*$$

dimana:

$$Y^* = \log Y$$

$$X^* = \log X$$

$$v^* = \log v$$

$$a^* = \log a$$

Persamaan (7.2) di atas dapat dengan mudah diselesaikan dengan cara regresi berganda. Pada persamaan tersebut terlihat bahwa nilai b_1 dan b_2 adalah tetap walaupun variabel yang terlibat telah dilogaritmakan. Hal ini dapat dimengerti karena b_1 dan b_2 pada fungsi Cobb-Douglas adalah sekaligus menunjukkan elastisitas X terhadap Y .

Karena penyelesaian fungsi Cobb-Douglas selalu dilogaritmakan dan diubah bentuk fungsinya menjadi fungsi linier, maka ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum seseorang menggunakan fungsi Cobb-Douglas. Persyaratan ini antara lain:

- tidak ada nilai logaritma yang bernilai nol. Sebab logaritma dari nilai nol adalah suatu bilangan yang besarnya tidak diketahui (*infinite*).
- Dalam fungsi produksi, perlu asumsi bahwa tidak ada perbedaan teknologi pada setiap pengamatan (*non-neutral difference in the respective technologies*). Ini artinya, kalau fungsi Cobb-Douglas yang dipakai sebagai model dalam suatu pengamatan, dan bila diperlukan analisa yang memerlukan lebih dari satu model, katakanlah dua model, maka perbedaan model tersebut terletak pada *intercept* dan bukan pada kemiringan garis (*slope*) model tersebut.
- Tiap variabel X adalah *perfect competition*.
- Perbedaan lokasi (pada fungsi produksi) seperti iklim adalah sudah tercakup pada faktor kesalahan, u .

Berdasarkan pada persamaan (7.1), maka dapat dihitung berapa besarnya produksi rata-rata dan produksi marjinal. Untuk mencari besaran tersebut, dapat dihitung melalui persamaan (7.3) berikut:

$$PR = \frac{\hat{Y}}{X_i} \quad ; \quad \text{dan} \quad PM = \hat{b}_i \hat{Y} / X_i$$

dimana:

PR = produk rata-rata

PM = produk marjinal

\hat{Y} = produk yang diduga

\hat{b}_i = besaran yang diduga pada masukan produksi i
 X_i = masukan produksi ke-i

Dalam keadaan dimana berlaku anggapa adanya kenaikan hasil yang semakin berkurang (*diminishing returns*), maka turunan pertama dari produk marjinal faktor produksi X_i adalah persamaan (7.3) :

$$\frac{\partial(PMX_i)}{\partial X_i} = \text{negatif} \quad (7.3)$$

Bila anggapan seperti yang dinyatakan oleh persamaan (7.4) adalah benar, maka nilai b_i adalah sebagai berikut: $0 < b_i < 1$; dan akibatnya adalah produksi marjinal adalah tidak boleh negatif dan semakin menurun. Dalam keadaan seperti ini, maka persamaan (7.4) isokuan untuk faktor produksi X_i adalah sebagai berikut:

$$X_1 = (Y / A \cdot \frac{1}{2} X_2^{h_2} X_3^{h_3} \dots X_n^{h_n}) \quad (7.4)$$

berdasarkan persamaan (7.4) diatas, maka tingkat substitusi teknik (TST) adalah:

$$TST_{ij} = (-b_j X_j) / (b_i X_i) \quad (7.5)$$

dan persamaan (7.5) elastisitas substitusi (ES)-nya adalah:

$$ES_{ij} = -b_j / b_i$$

Misalkan saja kombinasi pupuk N dan P dan variabel harga faktor produksi juga dilibatkan dalam model, maka dengan mudah dicari berapa besarnya kombinasi biaya produksi minimal (BPM untuk mendapatkan sejumlah produksi tertentu, dengan persamaan misalnya $Y = N^{0.6} P^{0.3}$, dimana harga pupuk N Rp. 100/kg; harga pupuk P Rp. 90/kg dan harga produksi, $Y =$ Rp. 200/kg. Untuk menghitung besarnya kombinasi biaya minimal, maka perlu dicari terlebih dahulu tingkat substitusi masrjinal (TSM), yaitu:

$$\begin{aligned}
 TSM &= \frac{(\partial Y / \partial P)}{(\partial Y / \partial N)} \\
 &= \frac{(0,3 P^{-0,7} N^{0,6})}{(0,6 N^{-0,4} P^{0,3})} = (0,5 N) / P
 \end{aligned}$$

Perbandingan antara TSM dan harga masing-masing masukan produksi akan menunjukkan apa yang biasanya disebut *Expansion Path* (persamaan e), yaitu:

$$0,5 N/P) = 90/100$$

$$50N = 90P$$

$$N = 1,8P$$

Dengan memasukkan nilai ini ke dalam persamaan (7.5), maka diperoleh persamaan (7.6) berikut: $Y = (1,8P)^{0,6} P^{0,3}$ (7.6)

Expansion Path adalah garis yang menghubungkan titik-titik kombinasi Biaya Produksi Marjinal (BPM) yang dapat diartikan bahwa bila biaya yang dikeluarkan untuk membeli pupuk N sebesar Rp. 1000, maka untuk membeli pupuk P diperlukan Rp. 1800. Berdasarkan angka-angka ini, maka besarnya produksi yang diperoleh untuk sejumlah keuntungan tertentu, adalah dengan mengurangi total penerimaan dengan total biaya (persamaan g):

$$\begin{aligned}\pi &= Y.h_y - N.h_n - P.h_p - \text{biaya tetap (BT)} \\ &= 200 Y - 100 N - 90 - BT\end{aligned}$$

karena $N = 1,8 P$, maka:

$$\begin{aligned}\pi &= 200 y - 180 P - 90 P - BT \\ &= 200 Y - 270 P - BT \\ &= 200 (N^{0,6} \cdot P^{0,3}) - 270 P - BT \\ &= 200 (1,8 P)^{0,6} \cdot P^{0,3} - 270 P - BT \\ &= 200 \cdot 1,8^{0,6} \cdot P^{0,3} - 270 P - BT\end{aligned}$$

Keterangan:

Y	=	produksi
Hy	=	harga produksi
Hn	=	harga pupuk N
Hp	=	harga pupuk P

total penerimaan adalah $200 \cdot 1,8^{0,6} \cdot P^{0,3}$

biaya tidak tetap adalah 270 (konstan), dan biaya tetap (konstan).

Untuk mendapatkan keuntungan maksimum (π_{max}), maka besarnya π_{max} adalah sama dengan turunan persamaan (7.6), yaitu pada persamaan (7.7) berikut:

$$\begin{aligned}\pi_{max} &= \partial Kt / \partial P \\ &= (200 \cdot 1,8^{0,6} \cdot 0,9 \cdot P^{-0,1}) - 270 = 0\end{aligned}$$

$$P^{0,1} = (200 \cdot 1,8^{0,6} \cdot 0,9) / 270$$

$$0,1 \log P = -0,022$$

$$P = 1,600$$

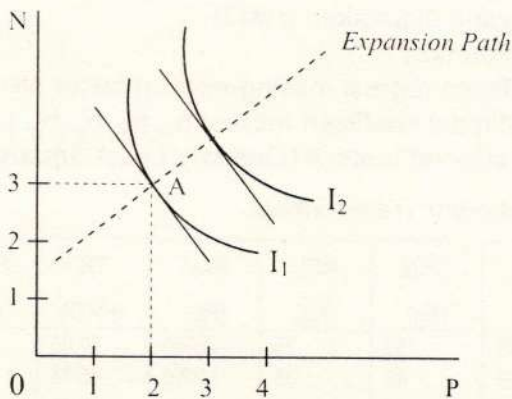
Berdasarkan persamaan (7.7) di atas, maka:

$$N = 1,8 (1,66) = 2,988$$

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keuntungan maksimum pada kombinasi BPM dapat dicapai pada keadaan di mana $N = 2,988$ unit; $P = 1,660$ unit. Melalui persamaan (7.7), maka besarnya produksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y &= 1,8 P^{0,9} \\ &= 1,8 (1,660)^{0,9} \\ &= 2,840 \end{aligned}$$

Uraian di atas dapat dijelaskan pula melalui gambar Isokuan (Gambar 7.1) di bawah ini, I_1 adalah tempat kedudukan kombinasi input untuk mendapatkan produksi yang maksimum di titik A. bila teknologi bertambah baik, maka isokuan I_1 akan bergerak ke arah luar, misalnya ke I_2 .



Gambar 7.1. Expansion Path Antara Dua Variabel N dan P

7.3. Aplikasi Fungsi Cobb-Douglas dalam Analisis Data

Fungsi Produksi Cobb-Douglas merupakan salah satu bentuk hubungan teknis fungsional antara input dan output yang banyak dan relevan diaplikasikan bagi proses produksi pertanian. Hal ini disebabkan: (1) bentuk fungsi sederhana, ekonomis dalam perhitungan pendugaan parameter, dan seringkali menghasilkan dugaan yang nyata menurut tes statistik; (2) Konsisten pada apriori teori ekonomi: produk marjinal yang semakin menurun, dengan mudah diperoleh dugaan skala ekonomi, dan andil faktor relative (Heady dan Dillon, 1969).

Untuk lebih dapat dipahami bagaimana mengaplikasikan fungsi *Cobb Douglas* untuk analisis data, Pada Tabel 7.2., disajikan data hasil penelitian Nurhidayana (2013) dengan melibatkan 7 (tujuh) input variabel. Selanjutnya, secara matematis, fungsi *Cobb Douglas* dapat ditulis sebagai berikut (Soekartawi, 2002) :

$$Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} X_3^{b_3} X_4^{b_4} X_5^{b_5} X_6^{b_6} X_7^{b_7}$$

Untuk lebih mempermudah dalam perhitungan, fungsi tersebut di atas perlu ditransformasikan ke dalam bentuk linear :

$$\text{Log}Y = \text{Log}a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + b_4 \log X_4 + b_5 \log X_5 + b_6 \log X_6 + b_7 \log X_7$$

Keterangan :

Y = Produksi Usahatani Padi (Kg/Ha)

X₁ = Luas Lahan yang digunakan (Ha)

X₂ = Jumlah Benih yang digunakan (Kg)

X₃ = Jumlah Pupuk Urea yang digunakan (Kg)

X₄ = Jumlah Pupuk SP36 yang digunakan (Kg)

X₅ = Jumlah Pupuk KCl yang digunakan (Kg)

X₆ = Jumlah Pestisida/obat-obatan yang digunakan (Rp)

X₇ = Jumlah Tenaga Kerja yang digunakan (HKO)

a = Bilangan konstanta (*Intercept*)

b₁, b₂, b₃, b₄, b₅, b₆, b₇ = Koefisien regresi masing-masing faktor produksi

Selanjutnya, untuk mengestimasi koefisien regresi b₁, b₂, b₃, b₄, b₅, b₆, b₇ digunakan dengan metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*).

Tabel 7.2. Data Input-Output sebelum Transformasi.

No	Luas (ha)	Benih (Kg)	Urea (Kg)	SP36 (Kg)	KCL (Kg)	Pest (Rp)	TK (HKO)	Prod. (Ku)
1	0.75	42	225	80	75	25000	70.00	41.25
2	0.42	20	116	40	35	90000	45.14	21.00
3	0.49	25	137	50	45	44000	49.43	25.00
4	1.05	60	310	115	110	198000	126.86	54.60
5	0.49	24	147	50	45	90000	55.86	29.40
6	0.28	15	84	30	25	476000	44.57	15.00
7	0.80	45	220	80	70	50000	78.43	40.00
8	0.28	15	77	30	25	164000	34.29	13.44
9	0.49	25	147	50	45	11500	56.29	22.54
10	0.25	13	75	30	25	125000	36.00	13.75
11	0.75	40	210	80	75	160000	72.14	39.00
12	0.20	11	60	20	15	65000	32.00	10.00
13	0.51	25	150	55	50	92000	49.86	27.54
14	0.25	13	70	30	25	15000	37.71	13.00
15	0.25	13	70	25	20	70000	39.57	13.75
16	0.20	12	56	23	15	70000	32.86	10.00
17	0.65	35	182	75	60	149500	66.71	30.00
18	0.60	33	180	65	50	115000	75.86	30.00
19	0.20	12	57	20	15	105000	35.71	12.00
20	0.27	16	76	30	25	95000	40.29	13.50
21	0.60	33	180	60	50	173000	59.43	30.00

22	0.78	43	234	80	70	90000	70.29	40.00
23	0.40	22	111	45	40	65000	43.43	20.00
24	0.15	9	41	15	18	45000	23.57	10.20
25	0.37	21	100	40	35	65000	40.43	18.00
26	0.90	50	250	100	90	105000	85.00	45.00
27	0.85	45	235	100	95	160000	77.86	40.00
28	0.55	30	110	60	50	40000	51.57	30.00
29	0.60	33	135	65	50	80000	60.57	30.00
30	0.32	19	96	35	30	91000	39.71	17.28
31	0.60	33	180	60	55	220000	66.43	30.00
32	0.41	22	114	45	40	65000	49.00	20.00
33	0.35	21	100	40	30	115000	45.29	18.00
34	0.32	19	96	35	30	105000	41.29	15.04
35	0.32	19	90	35	30	173000	43.86	16.00
36	0.45	25	122	50	40	65000	56.57	21.00
37	0.14	9	39	15	10	65000	19.86	8.40
38	1.07	61	326	120	115	105000	130.00	60.00
39	0.30	18	99	25	20	50000	39.43	15.00
40	0.44	23	132	40	35	70000	47.86	25.96

Sumber: Nurhidayana, Tahun 2013.

Selanjutnya data pada Tabel 7.2., ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma sebagaimana disajikan pada Tabel 7.3.

Tabel 7.3. Data Input-Output setelah Transformasi Logaritma.

No	Luas (ha)	Benih (Kg)	Urea (Kg)	SP36 (Kg)	KCL (Kg)	Pest (Rp)	TK (HKO)	Prod. (Ku)
1	-0.125	1.623	2.352	1.903	1.875	4.398	1.845	1.615
2	-0.377	1.301	2.063	1.602	1.544	4.954	1.655	1.322
3	-0.310	1.398	2.137	1.699	1.653	4.643	1.694	1.398
4	0.021	1.778	2.491	2.061	2.042	5.297	2.103	1.737
5	-0.310	1.380	2.167	1.699	1.653	4.954	1.747	1.468
6	-0.553	1.176	1.924	1.477	1.398	5.678	1.649	1.176
7	-0.097	1.653	2.342	1.903	1.845	4.699	1.894	1.602
8	-0.553	1.176	1.886	1.477	1.398	5.215	1.535	1.128
9	-0.310	1.398	2.167	1.699	1.653	4.061	1.750	1.353
10	-0.602	1.114	1.875	1.477	1.398	5.097	1.556	1.138
11	-0.125	1.602	2.322	1.903	1.875	5.204	1.858	1.591
12	-0.699	1.041	1.778	1.301	1.176	4.813	1.505	1.000
13	-0.292	1.398	2.176	1.740	1.699	4.964	1.698	1.440
14	-0.602	1.114	1.845	1.477	1.398	4.176	1.577	1.114
15	-0.602	1.114	1.845	1.398	1.301	4.845	1.597	1.138
16	-0.699	1.079	1.748	1.362	1.176	4.845	1.517	1.000
17	-0.187	1.544	2.260	1.875	1.778	5.175	1.824	1.477
18	-0.222	1.519	2.255	1.813	1.699	5.061	1.880	1.477
19	-0.699	1.079	1.756	1.301	1.176	5.021	1.553	1.079

20	-0.569	1.204	1.879	1.477	1.398	4.978	1.605	1.130
21	-0.222	1.519	2.255	1.778	1.699	5.238	1.774	1.477
22	-0.108	1.633	2.369	1.903	1.845	4.954	1.847	1.602
23	-0.398	1.342	2.046	1.653	1.602	4.813	1.638	1.301
24	-0.824	0.954	1.615	1.176	1.255	4.653	1.372	1.009
25	-0.432	1.322	2.000	1.602	1.544	4.813	1.607	1.255
26	-0.046	1.699	2.398	2.000	1.954	5.021	1.929	1.653
27	-0.071	1.653	2.371	2.000	1.978	5.204	1.891	1.602
28	-0.260	1.477	2.041	1.778	1.699	4.602	1.712	1.477
29	-0.222	1.519	2.130	1.813	1.699	4.903	1.782	1.477
30	-0.495	1.279	1.982	1.544	1.477	4.959	1.599	1.238
31	-0.222	1.519	2.255	1.778	1.740	5.342	1.822	1.477
32	-0.387	1.342	2.057	1.653	1.602	4.813	1.690	1.301
33	-0.456	1.322	2.000	1.602	1.477	5.061	1.656	1.255
34	-0.495	1.279	1.982	1.544	1.477	5.021	1.616	1.177
35	-0.495	1.279	1.952	1.544	1.477	5.238	1.642	1.204
36	-0.347	1.398	2.085	1.699	1.602	4.813	1.753	1.322
37	-0.854	0.954	1.585	1.176	1.000	4.813	1.298	0.924
38	0.029	1.785	2.514	2.079	2.061	5.021	2.114	1.778
39	-0.523	1.255	1.996	1.398	1.301	4.699	1.596	1.176
40	-0.357	1.362	2.121	1.602	1.544	4.845	1.680	1.414

Sumber: Nurhidayana, Tahun 2013.

Data hasil transformasi logaritma inilah yang selanjutnya diestimasi koefisien regresi $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ menggunakan metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*). Hasil analisis kemudian diinterpretasikan dalam kerangka hubungan teknis melalui prosedur sebagai berikut:

Rumusan Hipotesis Secara Serentak:

$$H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = b_6 = b_7 = 0$$

$$H_a : b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4 \neq b_5 \neq b_6 \neq b_7 \neq 0$$

Kriteria Pengujian :

- 1) Jika $F_{hit} \leq F_{tabel}$, maka H_0 diterima berarti variabel bebas (X_i) secara serentak berpengaruh tidak nyata terhadap variabel terikat (Y).
- 2) Jika $F_{hit} > F_{tabel}$, maka H_1 diterima berarti variabel bebas (X_i) secara serentak atau bersama-sama berpengaruh nyata terhadap variabel terikat (Y).

Rumusan Hipotesis Secara Parsial :

$$H_0 : b_i = 0$$

$$H_a : b_i \neq 0$$

Kriteria Keputusan :

- a. Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} \geq -t_{tabel}$, H_0 diterima dan H_a ditolak berarti bahwa secara parsial variabel bebas ke- i berpengaruh tidak nyata terhadap variabel terikat (Y).

- b. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} < -t_{tabel}$, H_0 ditolak dan H_a diterima berarti secara parsial variabel bebas ke- i berpengaruh nyata terhadap variabel terikat (Y).

7.4. Analisis Efisiensi Penggunaan Dua Input atau Lebih dengan Fungsi Cobb-Douglas

Suatu proses produksi, pada akhirnya bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan atas penggunaan input-inputnya. Analisis ini sangat membantu dalam menentukan alokasi penggunaan input yang menghasilkan keuntungan maksimum. Pemecahan alokasi lebih dari satu input dengan penggunaan input variabel pada dasarnya selalu kembali pada analisis parsial. Artinya, untuk mengamati perubahan satu input variabel yang mempengaruhi output akan merujuk pada kajian efisiensi penggunaan input untuk fungsi produksi dengan satu input sebagaimana telah dibahas pada bab terdahulu. Pembahasan ini akan relevan bilamana ketersediaan sumberdaya tidak terbatas. Namun dalam banyak kasus, input atau sumberdaya pertanian cenderung semakin lama semakin terbatas. Oleh karenanya, alokasi input-input yang optimal pada kasus lebih dari satu input sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya, akan diarahkan kepada kondisi dimana perbandingan nilai produk marjinal (NPM) atau *value marginal product* (VMP) dengan biaya korbanan marjinal (BKM) atau *marginal variable cost* (MVC) sama si setiap alokasi input-inputnya.

Untuk keperluan analisis efisiensi penggunaan input yang mengaplikasikan fungsi produksi Cobb-Douglas, data pada Tabel (7.2; dan 7.3) setelah dilakukan regresi dengan fungsi produksi Cobb-Douglas diperoleh nilai parameter atau koefisien regresi (b_i) sebagaimana disajikan pada Tabel 7.4.

Tabel 7.4. Analisis Penggunaan Input yang Efisien.

No	Input-Output	Koef. Reg.		Geomean	Harga input-Output	Nilai Efisiensi $B_i(y/x_i)*(p_y / p_{x_i})$	Kriteria Efisiensi		Nilai Pengg. Ef. $X_i=(B_i*y^*p_y)/p_{x_i}$
		Simbol	Koef.				Kriteria	Ket.	
1	Produksi (ku)			21,09	351250				
2	Luas lhn (ha)	B1	1.1335	0,42	6666667	2,998907	> 1	Blm.Ef.	1,26
3	Benih (ku)	B2	0.1236	23,15	8913	4,438896	> 1	Blm.Ef.	102,76
4	Urea (ku)	B3	-0.1570	1,19	250000	-3,909373	< 1	Tdk.Ef.	-4,65
5	SP36 (ku)	B4	-0.5978	0,45	256400	-38,732652	< 1	Tdk.Ef.	-17,27
6	KCl (ku)	B5	0.3451	0,38	250000	26,9460061	> 1	Blm.Ef.	10,23
7	Pest. (Rp)	B6	0.0027	83676,40	103925	0,0000023	< 1	Tdk.Ef.	0,19
8	TK(HKO)	B7	0.1126	74,14	13165	0,8543623	< 1	Tdk.Ef.	63,34

Sumber: Nurhidayana, Tahun 2013.

Penggunaan input yang efisien secara ekonomi baru dapat diperhitungkan bila diketahui dengan pasti harga-harga input dan output. Formulasi yang digunakan untuk menghitung penggunaan input yang efisien untuk penggunaan fungsi produksi Cobb-Douglas telah dibahas pada bab terdahulu (persamaan 4.9). Ingat bahwa untuk fungsi produksi Cobb-Douglas: ($Y = \beta_0 X^{\beta_1}$), derivasi formulasi keuntungan maksimum adalah sebagai berikut:

$$\Leftrightarrow \frac{\partial y}{\partial x} \cdot \frac{P_y}{P_x} = 1 \quad \longrightarrow \quad \frac{\partial y}{\partial x} = \beta_1 \cdot \beta_0 X^{\beta_1 - 1}$$

$$= \beta_1 \cdot \frac{\beta_0 X^{\beta_1}}{X}$$

$$= \beta_1 \cdot \frac{\beta_0 X^{\beta_1}}{X}$$

$$= \beta_1 \cdot \frac{Y}{X}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\beta_1 \cdot \frac{Y}{X} \cdot \frac{P_y}{P_x} = 1}$$

Hasil analisis yang tampak pada Tabel 7.4., diperoleh bahwa dari 7 (tujuh) jenis input yang dianalisis, terdapat 3 (tiga) jenis input yang penggunaannya belum efisien dan 4 (empat) jenis input yang penggunaannya tidak efisien. Input yang penggunaannya belum efisien (nilai efisiensi > 1) mengindikasikan bahwa keuntungan masih dapat ditingkatkan dengan menambah penggunaan input-input tersebut, yaitu meliputi input lahan, benih, dan pupuk KCl. Peningkatan atau penambahan input dimaksud dapat bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Penambahan input yang bersifat kuantitatif artinya penambahan jumlah, sedangkan penambahan jumlah yang bersifat kualitatif berkaitan dengan kualitas input itu sendiri seperti: kualitas benih, jarak tanam, kualitas tenaga kerja, cara dan saat penggunaan pupuk serta saat pembrantasan hama dan penyakit tanaman.

Selanjutnya input yang penggunaannya tidak efisien (nilai efisiensi < 1) memberikan isyarat bahwa penambahan penggunaan input dimaksud justru dapat menurunkan nilai efisiensi atau secara ekonomi merugikan. Dari Tabel 7.4 tampak bahwa terdapat 4 (empat) jenis input yang memiliki nilai efisiensi < 1, yaitu meliputi input pupuk urea, SP36, pestisida dan penggunaan tenaga kerja. Situasi yang demikian menggambarkan bahwa penambahan secara fisik (kuantitas) input dimaksud perlu dipertimbangkan. Di lain pihak, tidak efisiennya penggunaan keempat input di atas dapat juga disebabkan karena kualitas atau cara pelaksanaan/aplikasi teknologi yang kurang tepat.

7.5. Fungsi Transedental dengan Dua Input

Fungsi produksi transedental menunjukkan elastisitas produksi tidak konstan,

yaitu perolehan marjinal bertambah, menurun, atau negatif; atau kombinasi dari sifat itu. Secara umum fungsi transedental dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = A X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \cdot e^{B_1 X_1} e^{B_2 X_2} \dots e^{B_n X_n}$$

Q adalah produk total, X_1, \dots, X_n adalah faktor masukan, e bilangan dasar logaritma, A, B_1, β_1 adalah parameter.

Fungsi satu masukan. Fungsi transedental dengan satu faktor masukan dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = A X^\beta e^{BX}$$

Produk marjinal fisik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \gamma Q / \gamma X &= \beta \cdot A \cdot X^{\beta-1} \cdot e^{BX} + B \cdot e^{BX} \cdot A \cdot X^\beta \\ &= A \cdot X^\beta \cdot e^{BX} (\beta/X + B) \\ &= Q (\beta/X + B) \end{aligned}$$

produksi mencapai maksimum, apabila $\gamma Q / \gamma X = 0$, yaitu $(\beta/X + B)Q = 0$, dan kondisi ini tercapai pada jumlah X sebesar $X = -(\beta/B)$.

Produk rata-rata = Q/X , dan elastisitas produksi PM/PR , maka elastisitas produksi (Ex) dari fungsi transedental adalah $Ex = (\beta/X + B)Q \cdot (X/Q) = \beta + BX$ dan turunan keduanya adalah:

$$\gamma^2 Q / \gamma^2 X = Q \left(\frac{\beta^2 - \beta}{X^2} + \frac{2\beta - B}{X^2} + B^2 \right)$$

Bilamana persamaan di atas disamakan dengan nol, dan diselesaikan untuk X, maka jumlah penggunaan X pada titik balik, berarti persamaan marjinal maksimumnya adalah $X = (-\beta + \sqrt{\beta})/B$

Pada Tabel 7 memperlihatkan kasus khusus, dan yang paling menarik apabila nilai B negatif, dan β lebih besar daripada satu. Dalam situasi ini pada persamaan $X = -(\beta/B)$ dan $X = (-\beta + \sqrt{\beta})/B$ memenuhi syarat dengan X yang nilainya positif dan akan diperoleh karakteristik fungsi produksi seperti yang banyak dibahas dalam teori ekonomi produksi. Pertama-tama produk bertambah dengan kadar yang semakin besar, kemudian bertambah dengan kadar yang makin menurun. Setelah mencapai maksimum, maka produk menurun mengikuti hukum pertambahan hasil yang semakin berkurang. Karakter menarik lainnya yaitu bilamana $B = 0$, maka fungsi transedental akan menjadi fungsi Cobb-Douglas, yaitu $Q = A X^\beta$. Dengan demikian jelas, bahwa fungsi transedental itu merupakan generalisasi fungsi produksi.

Kasus Dua Faktor Masukan. Untuk kasus dua faktor masukan, katakanlah X_1 dan X_2 adalah masukan variabel, sedangkan X_3, \dots, X_n tidak berubah; fungsi produksi dapat digambarkan dalam 3 dimensi. Dengan menggunakan turunan parsial, titik kritis dari masukan X_1 apabila X_2 konstan, dapat ditentukan. Dengan nilai B_1 dan B_2 keduanya negatif sedangkan b_1 dan $b_2 > 1$, merupakan kasus yang juga menarik, nilai kritis dari masukan dan perilaku dari produk dapat dilihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5. Karakteristik Fungsi Transedental

Nilai B	Nilai b	$Q = A X^b e^{BX}$
$B < 0$	$0 < b < 1$	Bertambah dengan kadar yang menurun sampai $X = -(b/B)$, setelah itu menurun
	$b > 1$	Bertambah dengan kadar yang bertambah sampai $X = (-b+rb)/B$, setelah itu bertambah dengan kadar menurun sampai titik $X = -b/B$, kemudian menurun.
$B = 0$	$0 < b < 1$	Karena $B = 0$, transedental sama dengan Cobb-Douglas bertambah dengan kadar yang berkurang.
	$b = 1$	Bertambah dengan kadar yang konstan.
	$b > 1$	Bertambah dengan kadar yang naik.
$B > 0$	$0 < b < 1$	Bertambah dengan kadar yang menurun sampai titik $X = (-b+rb)/B$, kemudian bertambah dengan kadar yang makin besar.
	$b > 1$	Bertambah dengan kadar yang makin besar.

Tabel 7.6. Titik Kritis X_1 dan X_2 untuk $Q = AX_1^{\beta_1} e^{B_1 X_1} X_2^{\beta_2} e^{B_2 X_2}$

Masukan Variabel	Pertambahan Produk		Penurunan Produk Q
	Bertambah	Berkurang	
X_1 (X_2 tetap)	$0 \leq X_1 < (-\beta_1 + \sqrt{\beta_1})/B_1$	$(-\beta_1 + \sqrt{\beta_1})/B_1 < X_1 < -\beta_1/B_1$	$X_1 > -\beta_1/B_1$
X_2 (X_1 tetap)	$0 \leq X_2 < (-\beta_2 + \sqrt{\beta_2})/B_2$	$(-\beta_2 + \sqrt{\beta_2})/B_2 < X_2 < -\beta_2/B_2$	$X_2 > -\beta_2/B_2$

A. Tugas dan Latihan

Dari hasil analisis data suatu hasil penelitian dengan mengaplikasikan fungsi Cobb-Douglas, diperoleh parameter atau koefisien regresi sebagai berikut:

Uraian	Koef.Regresi	t-hitung	p-value	Keterangan
Konstanta	144,0992	3,2595	0,002648	
Luas lahan	1,1335	3,4595	0,001553	S
Benih	0,1236	0,6020	0,551432	NS
Urea	-0,1570	-0,9190	0,364953	NS
SP36	-0,5978	-2,7362	0,010055	S
KCL	0,3451	2,6366	0,012812	S
Pestisida	0,0027	0,1447	0,885840	NS
Tenaga kerja	0,1126	0,9054	0,372030	NS
R^2	0,9816			
F-hitung	243,66			
F-Tabel	2,330			
t-tabel	2,037			

Keterangan S = Signifikan, taraf nyata 5%

NS = Non Signifikan, taraf nyata 5%

Tugas saudara adalah menginterpretasikan nilai-nilai yang diperoleh dari hasil analisis tersebut di atas.

B. Evaluasi/Test

1. Jelaskan keunggulan dan kelemahan penggunaan fungsi Cobb-Douglas untuk mengestimasi hubungan antara input-input dan output dalam proses produksi pertanian.
2. Apakah perbedaan nilai parameter yang diperoleh dari fungsi produksi linear dan fungsi produksi Cobb-Douglas? Jelaskan.

C. Penugasan

Lakukanlah analisis data dengan berbagai fungsi produksi: fungsi linear berganda; fungsi Cobb-Douglas; fungsi transedentitas; fungsi kuadratis; atau lainnya. Data yang saudara analisis harus jelas sumbernya (merupakan data hasil penelitian). Setelah saudara analisis, bandingkanlah hasil analisis yang diperoleh dari berbagai fungsi produksi tersebut.

D. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang karakteristik, konsep serta prosedur dalam menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas; keunggulan dan kelemahan fungsi Cobb-Douglas serta aplikasinya dalam analisis data hasil penelitian; dan pemahaman tentang beberapa fungsi produksi lainnya. Materi dalam bab ini terdiri atas 5 (lima) bagian, yaitu: (1) Fungsi Cobb-Douglas dan Karakteristiknya; (2) Minimisasi/Maksimisasi; (3) Aplikasi Fungsi Cobb-Douglas dalam Analisis Data; dan (4) Analisis

Efisiensi Penggunaan Dua Input dengan Fungsi Cobb-Douglas; serta (5) Fungsi Transendental.

Daftar Pustaka

- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992) *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Columbus Ohio.
- Ferguson, CE., and Gould, JP. (1975) *Microeconomic Theory*. Fourth Edition, Yale University. 542 p.
- Handerson & Poole (1991) *Principles of Microeconomics*. DC. Heath and Company, Lexington. 630 p.
- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Henderson, James, M. and Quandt, Richard E. (1988) *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore. 420 p.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Teken, I GB. (1985) *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

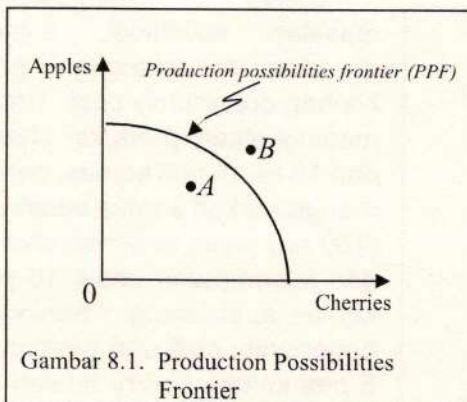
Bab 8

ASPEK EKONOMI DALAM ANALISA PRODUKSI SERTA KONSEP DAN PROSEDUR MAKSIMISASI PRODUK ATAU KEUNTUNGAN DENGAN DUA OUTPUT

Materi dalam Bab VIII ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian/Agribisnis bagaimana input-output pada kasus dua output. Lebih lanjut, materi dalam bab ini memberi kemampuan kepada mahasiswa melakukan analisis dan menentukan bagaimana maksimisasi output dan minimisasi input dengan kendala revenue pada kasus dua output. Materi ini sangat penting karena pada proses produksi pertanian (usahatani) seringkali dihadapkan dengan pola pertanaman maupun pola usaha. Situasi tersebut menuntut kemampuan dalam melakukan analisis dan menentukan kombinasi berbagai produk yang memaksimalkan revenue dengan ketersediaan input atau sumberdaya yang terbatas.

8.1. Kemungkinan Produksi Pada Tingkat Usahatani

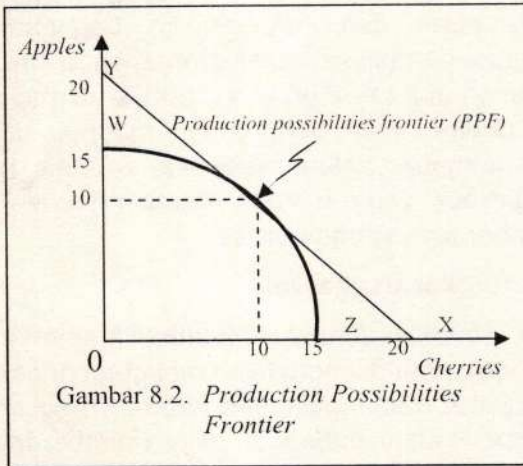
Batas Kemungkinan Produksi. Untuk membantu kita dalam memahami problem ekonomi (masalah kelangkaan), para ekonom telah mengembangkan model ekonomi yang dikenal dengan Batas Kemungkinan Produksi (*Production Possibilities Frontier*). Model ini memperlihatkan hubungan antara sumberdaya yang terbatas dan kebutuhan yang tidak terbatas, serta menunjukkan letak dimana suatu keputusan itu efisien. Suatu keputusan itu efisien (pada semua level ekonomi) bilamana masyarakat menikmati kesejahteraan setinggi-tingginya. Konsep batas kemungkinan produksi (*PPF*) dapat diilustrasikan pada Gambar 8.1 berikut ini.



Asumsi-asumsi : (perhatikan Gambar 8.1.)

- Sumberdaya produktif, teknologi, perekonomian berada pada situasi tertentu.
- PPF menunjukkan jumlah maksimum dari barang/jasa yang dapat diproduksi dengan metode produksi yang efisien.
- Tidak mungkin memproduksi di luar PPF (misal titik B) karena sumberdaya tidak tersedia/tidak memadai.
- Memproduksi pada area di dalam PPF (misal titik A) menunjukkan penggunaan sumberdaya tidak efisien.
- Sumberdaya tidak dapat disubstitusi secara sempurna sehingga berlaku hukum kenaikan pertambahan biaya, dan PPF konkaf terhadap titik origin.
- Batas dapat berpindah bila sumberdaya atau produktivitasnya berubah.

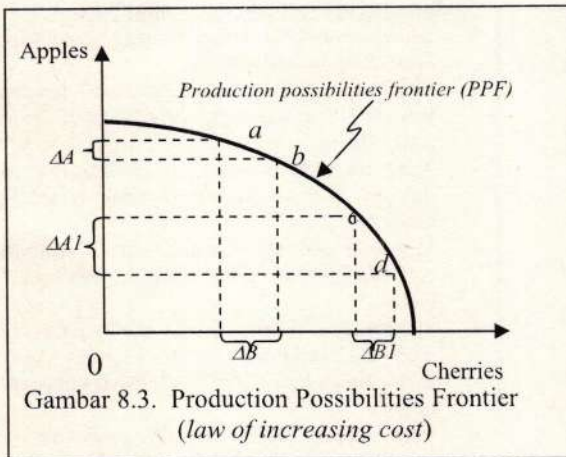
memproduksi dua output (apel dan cherry). Usahatani tersebut memiliki 100 ha lahan, dimana 50 ha untuk apel dan 50 ha lainnya untuk cherry. Dengan menggunakan metode teknik produksi paling baik, semua lahan dapat menghasilkan 10 peti kemas apel dan 10 peti kemas cherry. Apabila semua lahan cocok untuk kedua jenis tanaman tersebut, kemungkinan pemilihan ekonomi perusahaan adalah 20 peti kemas apel atau 20 peti kemas cherry, atau kombinasi keduanya dengan total produksi 20 peti kemas (yang diilustrasikan oleh garis **YX** pada Gambar 8.2). Garis **YX** merupakan PPF untuk situasi *constant cost*, yaitu bilamana tambahan biaya untuk memproduksi apel maupun cherry adalah sama, sehingga dalam situasi ini kedua produk tersebut dapat saling mengganti tanpa mengurangi jumlah peti kemas yang diperoleh (yaitu total 20 peti kemas).



kurve yang konkaf terhadap origin) yang menunjukkan PPF dalam situasi *increasing cost* (situasi dimana tambahan biaya semakin meningkat lebih tinggi dibandingkan tambahan hasil untuk memproduksi setiap unit produksi).

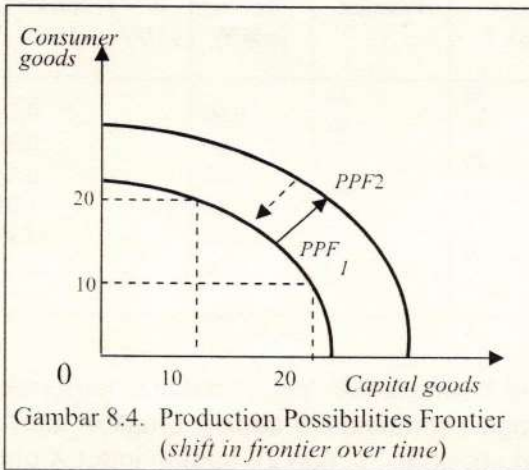
Menurunnya tambahan output per pohon pada saat petani menggunakan lahannya untuk cherry atau apel nampak pada perubahan slope pada garis (WZ). Area di antara YZ dan WZ

menunjukkan bertambahnya kerugian produktivitas lahan karena lahan semakin tidak sesuai, sehingga pada saat tersebut lebih menguntungkan mensubstitusi tanaman cherry (misalnya) dengan tanaman apel, dan sebaliknya. Hal ini menjelaskan mengapa PPF konkaf.



Selain menjelaskan masalah substitusi, contoh di atas menerangkan pula konsep *opportunity cost*. Untuk meningkatkan produksi cherry dari 10 ke 15 peti kemas, petani menggunakan semua lahannya (100 ha) untuk tanaman cherry, dan kesempatan untuk 10 peti kemas apel hilang. Sehingga *opportunity cost* dari tambahan 5 peti kemas cherry adalah 10 peti kemas apel (yang hilang).

Hal ini menunjukkan bahwa hukum *increasing costs* (*law of increasing costs*) terjadi manakala faktor-faktor tidak dapat disubstitusi secara sempurna dan PPF konkaf terhadap origin.



Gambar 8.4. Production Possibilities Frontier (shift in frontier over time)

Dalam jangka panjang PPF dapat berpindah dengan berkembangnya perekonomian, yaitu akan pindah ke kanan dari PPF_1 ke PPF_2 (misalnya ditemukannya sumberdaya alam baru, meningkatnya produktivitas tenaga kerja, investasi, atau perkembangan teknologi baru yang lebih efisien). Hal ini diilustrasikan pada Gambar 8.4. berikut. PPF dapat juga bergerak/pindah ke kiri karena **Kemungkinan Produksi Pada Tingkat Usahatani dan Fungsi Transformasi**

Produkt. Model produk-produk dalam proses produksi pertanian adalah kurve kemungkinan produksi pada tingkat usahatani. Kurve kemungkinan produksi pada tingkat usahatani disebut sebagai kurve transformasi produksi (*Product Transformation Kurve*). Dalam hal ini, sumberdaya usahatani adalah input-input yang dapat digunakan untuk memproduksi lebih dari dua output, sehingga petani harus mengatur alokasi input yang tersedia untuk berbagai alternatif output.

Apabila suatu input yang sama dipergunakan untuk menghasilkan dua macam output (misalnya $Y_1 = \text{padi}$; $Y_2 = \text{jagung}$), maka bentuk fungsinya dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_1 = f(X_1 | X_2, X_3, \dots, X_n)$$

$$Y_2 = f(X_1 | X_2, X_3, \dots, X_n)$$

dimana Y_1 dan Y_2 adalah dua input yang dihasilkan, X_1 adalah input variabel dan X_2, \dots, X_n adalah input tetap. Dengan demikian kedua input tersebut antara satu dengan yang lainnya mempunyai fungsi timbal balik sebagai berikut:

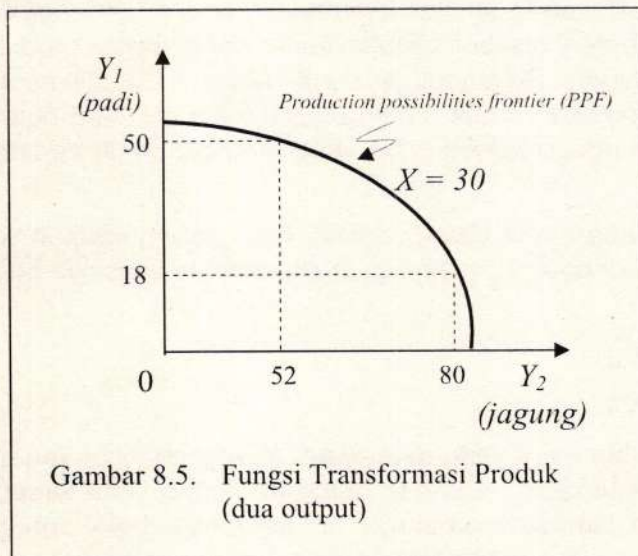
$$Y_1 = f(Y_2) \text{ atau } Y_2 = f(Y_1)$$

Hal ini berarti, bahwa jumlah Y_1 (padi) yang dihasilkan tergantung pada jumlah Y_2 (jagung), dan sebaliknya. Dengan kata lain terdapat transformasi produk dari padi ke jagung, atau sebaliknya. Untuk lebih jelasnya tingkat transformasi produk Y_1 untuk Y_2 dengan input variabel tertentu (misalnya 30 satuan input X) dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1. Tingkat Transformasi Produk (RPT) Y_1 ke Y_2 dengan 30 Unit Input X

Unit X untuk Y_1	Produksi Y_1	MPP _X pada Y_1	Unit X untuk Y_2	Produksi Y_2	MPP _X pada Y_2	RPT Y_1 untuk Y_2$ |-MPP_{X_{Y_2}}/MPP_{X_{Y_1}}|$
0	0		30	83		
5	18	3,60	25	80	0,60	0,17
10	31	2,60	20	75	1,00	0,38
15	42	2,20	15	66	1,80	0,82
20	50	1,60	10	52	2,80	1,75
25	55	1,00	5	30	4,40	4,40
30	58	0,60	0	0	6,00	10,10

Dari Tabel 8.1 di atas, 30 satuan input X yang dimiliki petani dapat dipergunakan untuk memproduksi Y_1 dan Y_2 dengan kombinasi 5 satuan untuk Y_1 dan 25 satuan input X untuk Y_2 atau 10 satuan untuk Y_1 dan 20 satuan input X untuk Y_2 , dan seterusnya. Hal ini dapat diilustrasikan dalam bentuk kurve fungsi transformasi produk dari fungsi produksi dua produk (Gambar 8.5.)



Slope atau kemiringan kurve transformasi produk adalah dy_2/dy_1 , atau $(-MPP_{X_{Y_2}}/MPP_{X_{Y_1}})$, yang merupakan slope negatif dari fungsi transformasi produksi. Nilai negatif tersebut mengindikasikan bahwa satu output dapat disubstitusi atau ditransformasikan oleh output yang lain dengan cara merealokasi input X yang digunakan. Hal ini berarti terdapat daya desak dari output yang satu kepada output yang lain, artinya apabila output Y_1 ditambah satu satuan, maka output Y_2 harus dikorbankan sebagian. Dari Tabel 7.1 di atas, tingkat transformasi produksi atau *the rate of product transformation*

(RPT) sebesar $-1,75$ artinya apabila output Y_1 ditambah satu satuan, maka output Y_2 dikorbankan sebesar $1,75$ satuan.

Terjadinya transformasi produk dari Y_1 ke Y_2 dengan merealokasi input pada tingkat penggunaan 30 unit dapat digambarkan secara detail melalui kurve kemungkinan produk atau *production possibilities frontier* (PPF) seperti yang tampak pada gambar di atas. Bila tingkat penggunaan input dirubah, maka PPF juga akan berubah. Kurve PPF yang lebih tinggi akan dicapai dengan penggunaan input yang lebih tinggi pula. Jadi petani yang hanya memiliki input 20 unit tidak akan mungkin dapat mencapai PPF sebagaimana petani yang memiliki 30 unit.

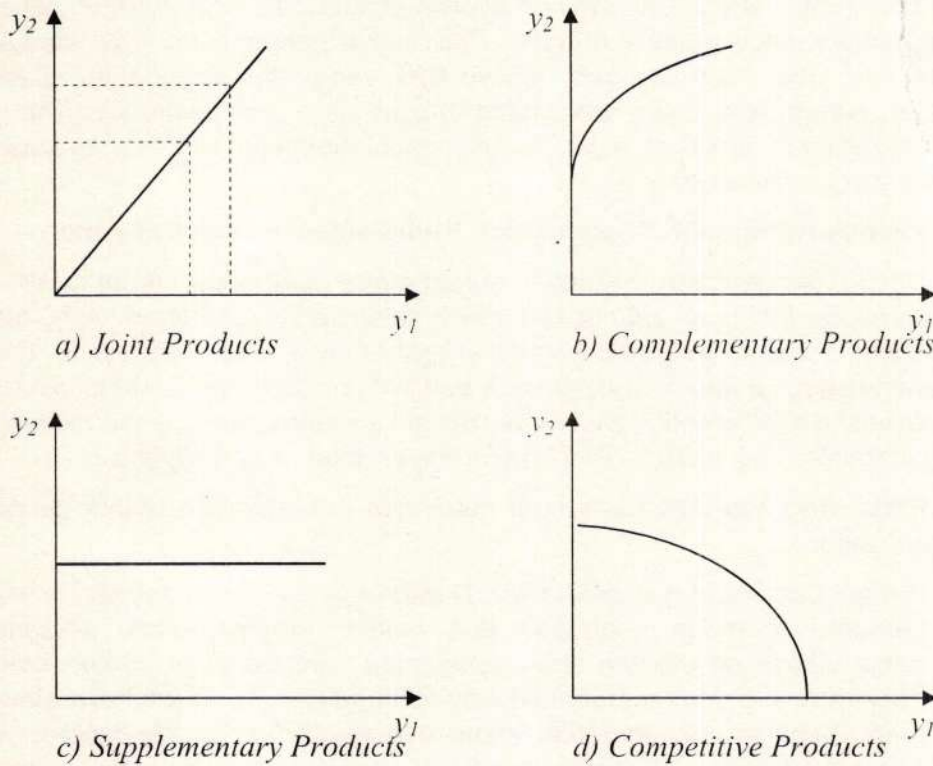
8.2. Produk Kompetitif, Suplementer, Komplementer, dan Bersama

Dalam penggunaan sejumlah sumberdaya atau input tertentu untuk memproduksi lebih dari satu output, maka salah satu output akan hilang atau berkurang sebagai akibat memproduksi lebih banyak output yang lain. Oleh karenanya tingkat transformasi produk bertanda negatif, dengan kata lain dua output saling berkompetisi. Dua output dikatakan saling berkompetisi bilamana fungsi transformasi produk (RPT) mempunyai slope negatif ($dy_2/dy_1 < 0$).

Pada dasarnya terdapat empat hubungan pokok antara output dengan output, yaitu:

- Produk bersama (*joint products*). Dua produk dikatakan sebagai produk bersama bilamana hubungan dua output tersebut selalu bersama-sama dihasilkan dengan rasio yang tetap. Implikasinya adalah fungsi transformasi produk merupakan satu titik (*right angle*). Contohnya adalah produksi beras dengan dedak, kapas dengan bijinya, domba dengan wol, dan sebagainya. Elastisitas substitusi produk antara keduanya adalah nol. Ini berarti antara kedua output tidak terdapat daya desak.
- Produk komplementer (*complementary products*). Produk-produk dikatakan sebagai komplementer bilamana kenaikan output yang satu (y_1) akan diikuti kenaikan output yang lain (y_2) dengan penggunaan input tertentu, dan baru terlihat dalam jangka panjang. RPT produk komplementer adalah positif ($dy_2/dy_1 > 0$). Contohnya pada pergiliran tanaman biji-bijian (*legumenesa*).
- Produk-produk suplementer (*supplementary products*). Dikatakan suplementer bilamana kenaikan output yang satu tidak berpengaruh pada output yang lain. RPT pada produk suplementer sama dengan nol ($dy_2/dy_1 = 0$ atau $dy_2/dy_1 = \text{infinitiy}$). Contohnya penggunaan tenaga kerja keluarga, traktor atau gudang. Bila tenaga kerja dalam keluarga sementara digunakan untuk memelihara ayam, maka produksi ayam tidak akan berpengaruh terhadap produksi lainnya.
- Produk-produk bersaing (*competitive products*). Dikatakan produk bersaing bilamana kenaikan output yang satu selalu diikuti oleh penurunan output yang lain, sehingga RPT pada produk bersaing adalah negatif ($dy_2/dy_1 < 0$).

Keempat pola hubungan produk dengan produk sebagaimana diuraikan di atas, masing-masing dapat digambarkan dalam bentuk kurva (Gambar 8.6) na telah
jk kurve



Gambar 8.6. Kurve Produk-produk *Joint Products*, *Complementary*, *Supplementary* dan *Competitive Products*.

8.3. Maksimisasi Output dan Revenue

Untuk memaksimalkan output dan revenue terdapat dua syarat, yaitu syarat keharusan (*necessary condition*) dan syarat kecukupan (*sufficient condition*). Syarat keharusan adalah harus diketahui kurve kemungkinan produksi atau *production possibilities frontier (PPF)* dari output-output yang dihasilkan sebagaimana yang diilustrasikan pada (Gambar 8.5.). Syarat kecukupannya adalah adanya indikator pilihan dalam bentuk perbandingan harga output-output yang bersangkutan (*kurve isorevenue*).

Selama nilai output yang dikorbankan masih lebih kecil dari nilai output lain yang dipakai mensubstitusi, maka masih selalu menguntungkan untuk mengorbankan y_2 dengan y_1 (atau $|\Delta y_2 \cdot P_{y_2}| < \Delta y_1 \cdot P_{y_1}$). Kondisi optimum akan tercapai bilamana:

$$|-\Delta y_2 \cdot Py_2| = \Delta y_1 \cdot Py_1$$

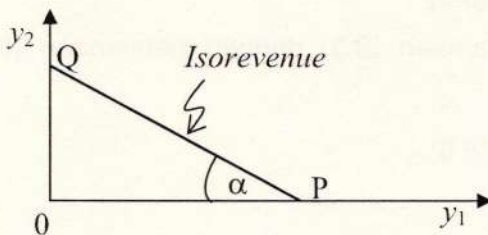
$$\Leftrightarrow -\frac{\Delta y_2}{\Delta y_1} = \frac{Py_1}{Py_2}$$

Kurve kemungkinan produksi adalah kurve yang menunjukkan hubungan antara dua output pada suatu tingkat penggunaan input tertentu. Sedangkan kurve isorevenue merupakan titik-titik dimana setiap kombinasi dua input menghasilkan penerimaan yang sama. Semakin besar total revenue semakin jauh pula garis isorevenue tersebut dari titik origin, dan bilamana harga-harga output konstan, maka slope garis isorevenue akan sama. Titik singgung antara kurve kemungkinan produk dan isorevenue merupakan titik dimana kombinasi dua output optimum.

Fungsi revenue (R) pada petani yang memproduksi dua input dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$R = y_1 \cdot Py_1 + y_2 \cdot Py_2 \longrightarrow \begin{array}{l} R = \text{Revenue} \\ y = \text{Output} \\ P = \text{Harga output} \end{array}$$

Isorevenue untuk dua output y_1 dan y_2 dapat digambarkan sebagai berikut:



Dari uraian di atas, dapat dijelaskan bahwa titik tangensi (slope iso-revenue) merupakan maksimum revenue, dan kemiringan slope ini juga merupakan tingkat transformasi produk (*the rete of product transformation* atau $RPT_{y_1 y_2}$).

Titik tangensi ini dapat didefinisikan sebagai:

$$\begin{aligned} -RPT_{y_1 y_2} &= -dy_2 / dy_1 = (1/MPP_{x_{y_1}})/(1/MPP_{x_{y_2}}) \\ &= MPP_{x_{y_2}} / MPP_{x_{y_1}} \\ &= -p_1 / p_2 \quad (\text{dikalikan } -1) \\ &= p_1 / p_2 \end{aligned}$$

$$\text{sehingga } RPT_{y_1 y_2} = \frac{p_2}{p_1} = p_1 / p_2 \quad (8.2)$$

Meningkatnya harga salah satu output relatif terhadap output yang lain akan mendorong titik tangensi ke arah sumbu yang harga outputnya meningkat. Apabila harga satu output turun relatif terhadap yang lain, maka produksi output yang lainnya akan meningkat.

Maksimisasi Revenue. Masalah maksimisasi revenue dengan kendala input dapat dipecahkan dengan metode **Lagrange**. Katakanlah fungsi tujuan (*Objective Function*) adalah:

$$\text{maksimumkan } p_1 y_1 + p_2 y_2$$

Kendala (*subject to the constraint*) adalah ketersediaan input x dengan fungsi transformasi produk:

$$x = g(y_1, y_2) \longrightarrow x \text{ adalah input yang jumlahnya terbatas.}$$

Fungsi Lagrange adalah:

$$L = p_1 y_1 + p_2 y_2 + \lambda [x - g(y_1, y_2)]$$

Turunan pertama (*FOC*) atau *necessary conditions* adalah:

$$\partial L / \partial y_1 = p_1 - \lambda \partial g / \partial y_1 = 0 \quad (8.3)$$

$$\partial L / \partial y_2 = p_2 - \lambda \partial g / \partial y_2 = 0 \quad (8.4)$$

$$\partial L / \partial \lambda = x - g(y_1, y_2) = 0 \quad (8.5)$$

Selanjutnya dengan membagi persamaan (8.3) dengan persamaan (8.4) diperoleh:

$$p_1 / p_2 = (\partial g / \partial y_1) / (\partial g / \partial y_2) \quad (8.6)$$

Selama g adalah x , maka:

$$p_1 / p_2 = (1 / MPP_{x, y_1}) / (1 / MPP_{x, y_2})$$

$$-MPP_{x, y_2} / MPP_{x, y_1} = -p_1 / p_2$$

$$RPT_{y_1, y_2} = p_1 / p_2 \quad (8.7)$$

Dari persamaan (8.7) yang diperoleh dari turunan pertama dapat diketahui bahwa titik dimana slope garis isorevenue sama dengan fungsi transformasi produk. Kedua garis tersebut merupakan slope negatif.

Dengan menyelesaikan persamaan (8.3) dan (8.4) diperoleh kemungkinan sebagai berikut:

$$p_1 (\partial g / \partial y_1) = \lambda$$

$$p_2 (\partial g / \partial y_2) = \lambda$$

$$p_1 (\partial g / \partial y_1) = p_2 (\partial g / \partial y_2) = \lambda$$

$$p \text{ MPP}_{x_{y_1}} = p_2 \text{ MPP}_{x_{y_2}} = \lambda$$

$$\text{VMP}_{x_{y_1}} = \text{VMP}_{x_{y_2}} = \lambda \quad (8.8)$$

Persamaan (8.8) menyatakan suatu prinsip penerimaan equimarginal dari sisi output. Petani harus menggunakan inputnya (unit terakhir dari input) sampai nilai produk marginal atau *value marginal product* (VMP) dari x untuk y_1 dan VMP dari x untuk y_2 sama.

Selanjutnya, berdasarkan (FOC) yaitu pada persamaan (7.3), (7.4), dan (7.5), maka turunan kedua (SOC) adalah:

$$\partial(\partial L / \partial y_1) / \partial y_1 = -\lambda \partial^2 g / \partial y_1^2 = -\lambda g_1 \quad (8.9)$$

$$\partial(\partial L / \partial y_1) / \partial y_2 = -\lambda \partial^2 g / \partial y_1 \partial y_2 = -\lambda g_1 \quad (8.10)$$

$$\partial(\partial L / \partial y_1) / \partial \lambda = -\lambda g / \partial y_1 = -g_1 \quad (8.11)$$

$$\partial(\partial L / \partial y_2) / \partial y_1 = -\lambda \partial^2 g / \partial y_2 \partial y_1 = -\lambda g_2 = -\lambda g_1 \quad (\text{Young's theorem}) \quad (8.12)$$

$$\partial(\partial L / \partial y_2) / \partial y_2 = -\lambda \partial^2 g / \partial y_2^2 = -\lambda g_2 \quad (8.13)$$

$$\partial(\partial L / \partial y_2) / \partial \lambda = \partial g / \partial y_2 = -g_2 \quad (8.14)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial y_1 = \partial g / \partial y_1 = -g_1 \quad (8.15)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial y_2 = \partial g / \partial y_2 = -g_2 \quad (8.16)$$

$$\partial(\partial L / \partial \lambda) / \partial \lambda = 0 \quad (8.17)$$

Turunan parsial g_1 dan g_2 merupakan biaya marginal untuk setiap penambahan satu unit y_1 dan y_2 (bentuk fisik). Turunan kedua diperoleh untuk masalah maksimisasi revenue dengan pembatas rupiah yang tersedia untuk membeli input x dengan harga satuan sebesar v , sehingga $v.g_1$ atau $(v.MPP_{x_{y_1}})$ dan $v.g_2$ atau $(v.MPP_{x_{y_2}})$ merupakan biaya marginal untuk setiap penambahan unit output y_1 dan y_2 . Turunan pertama dan turunan kedua merupakan syarat keharusan dan syarat kecukupan untuk maksimisasi revenue dengan constraint input x yang tersedia.

8.4. Minimisasi Input dengan Kendala Revenue

Problem maksimisasi dengan pembatas, diantaranya adalah pada masalah dualnya yaitu berkenaan dengan problem minimisasi dengan kendala revenue. Masalah dual ini dapat juga dipecahkan dengan metode

Lagrange, dimana fungsi tujuan (*objective function*) dalam kasus minimisasi dengan pembatas revenue adalah meminimumkan penggunaan input untuk mendapatkan sejumlah penerimaan tertentu (R).

Fungsi tujuan (*objective function*) adalah:

$$\text{minimumkan } g(y_1, y_2) \text{ atau } x \quad (8.18)$$

Kendala (*subject to the constraint*) adalah:

$$R^o = p_1 y_1 + p_2 y_2 \quad (8.19)$$

Fungsi Lagrange:

$$L = g(y_1, y_2) + \lambda (R^o - p_1 y_1 - p_2 y_2) \quad (8.20)$$

Turunan pertama (*FOC*):

$$\partial L / \partial y_1 = g_1 - \lambda p_1 = 0 \longrightarrow \lambda = g_1 / p_1 \quad (8.21)$$

$$\partial L / \partial y_2 = g_2 - \lambda p_2 = 0 \longrightarrow \lambda = g_2 / p_2 \quad (8.22)$$

$$\partial L / \partial \lambda = R^o - p_1 y_1 - p_2 y_2 = 0 \quad (8.23)$$

Dengan menyamakan persamaan (8.21) dan (8.22), maka dapat diselesaikan/ diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \lambda &= g_1 / p_1 \quad ; \quad \lambda = g_2 / p_2 \\ \Leftrightarrow g_1 / p_1 &= g_2 / p_2 \\ \Leftrightarrow g_1 / g_2 &= p_1 / p_2 \\ \Leftrightarrow (dg/dy_1) / (dg/dy_2) &= p_1 / p_2 \\ \Leftrightarrow dy_2 / dy_1 &= p_1 / p_2 \\ \Leftrightarrow RPT_{y_1, y_2} &= dy_2 / dy_1 = p_1 / p_2 \quad (8.24) \end{aligned}$$

Dengan menyelesaikan persamaan (8.21) dan (8.22) dari turunan pertama (*FOC*) untuk λ diperoleh:

$$\begin{aligned} g_1 / p_1 &= \lambda \\ g_2 / p_2 &= \lambda \\ g_1 / p_1 &= g_2 / p_2 = \lambda \end{aligned}$$

atau:

$$1/VMP_{x_{y_1}} = 1/VMP_{x_{y_2}} = \lambda \quad (8.25)$$

Hasil yang diperoleh pada kasus minimisasi dengan pembatas revenue, yaitu persamaan (8.25) bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada kasus maksimisasi revenue dengan kendala input (persamaan 8.8), nampak berlawanan. Kenyataannya, pengganda *Lagrange* (λ) pada persamaan (8.25) adalah $1/\lambda$ pada persamaan (8.8). Bilamana problem di set untuk memaksimumkan revenue dengan kendala ketersediaan input x , pengganda

Lagrange (λ pada persamaan 8.8) diinterpretasikan sebagai penambahan revenue yang dihubungkan dengan tambahan satu unit input (atau pengganda *Lagrange* dapat diekspresikan sebagai penurunan revenue yang dihubungkan dengan penurunan satu unit input).

Apabila problem di set untuk meminimumkan input dengan kendala revenue, pengganda *Lagrange* (λ pada persamaan 8.25) diekspresikan sebagai penambahan input dibutuhkan untuk memproduksi tambahan satu satuan rupiah revenue (atau penurunan dalam penggunaan input akan mengakibatkan penurunan penerimaan sebesar satu satuan rupiah).

Turunan kedua (SOC) untuk meminimisasi input dengan kendala revenue menghendaki bahwa:

$$2p_1p_2g_{12} - g_{22}p_1^2 - g_{11}p_2^2 < 0 \quad (8.26)$$

Persamaan (8.26) adalah determinan matrix yang dibentuk dari setiap persamaan dalam FOC untuk y_1 , y_2 , dan λ :

$$\begin{array}{ccc} g_{11} & g_{12} & -p_1 \\ g_{21} & g_{22} & -p_2 \\ -p_1 & -p_2 & 0 \end{array}$$

Dengan mengingat kembali pada *Young's theorem*, dan selanjutnya mengalikan kedua sisi determinan dengan (-1) , diperoleh:

$$g_{22}p_1^2 + g_{11}p_2^2 - 2p_1p_2g_{12} > 0 \quad (8.27)$$

Sekarang, dari FOC (persamaan 7.21 dan 7.22), mensubstitusikan:

$$p_1 = g_1/\lambda$$

$$p_2 = g_2/\lambda$$

$$(1/\lambda^2)(g_{11}^2g_{22} + g_{22}^2g_{11} - 2g_1g_2g_{12}) > 0 \quad (8.28)$$

Selama λ normal (positif), turunan kedua (SOC) akan menghendaki tanda yang sama dengan problem maksimisasi revenue dengan kendala input.

A. Tugas dan Latihan

Isilah titik-titik dalam Tabel di bawah ini:

Tabel: Tingkat Transformasi Produk (RPT) Y_1 ke Y_2 dengan 10 Unit Input X

Unit X untuk Y_1	Produksi Y_1	MPP $_x$ pada Y_1	Unit X untuk Y_2	Produksi Y_2	MPP $_x$ pada Y_2	$RPT Y_1$ untuk Y_2$ |-MPP_{x_{y_2}}/MPP_{x_{y_1}}|$
0	0		10	55		
1	45	.....	9	54	.....	.....
2	62	.....	8	52	.....	.....
3	87	.....	7	49	.....	.....
4	100	.....	6	45	.....	.....
5	111	.....	5	40	.....	.....
6	120	.....	4	34	.....	.....
7	127	.....	3	27	.....	.....
8	132	.....	2	19	.....	.....
9	135	.....	1	10	.....	.....
10	136	.....	0	0	.....	.....

Kunci Jawaban:

Tabel: Tingkat Transformasi Produk (TTP) Y_1 ke Y_2 dengan 10 Unit Input

Unit X untuk Y_1	Produksi Y_1	MPP $_x$ pada Y_1	Unit X untuk Y_2	Produksi Y_2	MPP $_x$ pada Y_2	$TTP Y_1$ untuk Y_2$ |-MPP_{x_{y_2}}/MPP_{x_{y_1}}|$
0	0		10	55		
1	45	45	9	54	1	$1/5 = 0,022$
2	62	17	8	52	2	$2/17 = 0,118$
3	87	15	7	49	3	$3/15 = 0,200$
4	100	13	6	45	4	$4/13 = 0,308$
5	111	11	5	40	5	$5/11 = 0,455$
6	120	9	4	34	6	$6/9 = 0,667$
7	127	7	3	27	7	$7/7 = 1,00$
8	132	5	2	19	8	$8/5 = 1,60$
9	135	3	1	10	9	$9/3 = 3,00$
10	136	1	0	0	10	$10/1 = 10,00$

B. Evaluasi/Test

1. Terdapat empat hubungan pokok antara output dengan output, yaitu: (a) *joint product*; (b) *complementary products*; (c) *supplementary products*; dan (d) *competitive products*. Jelaskan keempat hal tersebut disertai ilustrasi gambar kurve.
2. Bila diketahui fungsi produksi untuk input x untuk memproduksi y_1 adalah $Y_1 = X^{0,25}$ dan untuk memproduksi y_2 adalah: $Y_2 = X^{0,33}$;
Carilah tingkat transformasi produk (*the rete of product transformation*) Y_1 untuk Y_2 atau (RPT_{y_1,y_2}).
3. Jelaskan tentang *isorevenue* disertai ilustrasi gambar kurve.

C. Rangkuman

Materi pada bab ini menjelaskan tentang hubungan teknis fungsional output-output dengan satu input variabel serta maksimisasi output dan minimisasi input. Materi dalam bab ini terdiri atas 4 (empat) bagian, yaitu: (1) Kemungkinan produksi pada tingkat usahatani dan Fungsi Transformasi produk; (2) Produk Kompetitif, Suplementer, Komplementer, dan Joint-product; (3) Maksimisasi output dan Revenue; dan (4) Minimisasi input dengan kendala revenue.

Daftar Pustaka

- Browning, Edgar K., and Jacqueline M. Browning (1992) *Microeconomic Theory and Applications*. Fourth Edition, Harper Collins Publishers. 719 p.
- Dibertin, David L. (1986) *Agriculture Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York. 366 p.
- Doll, John P. and Frank Orazem (1978) *Production Economic, Teori with Application*. Grid Inc. Colombus Ohio.
- Heady, Earl O. (1952) *Economics of Agriculture Production and Resource Use*. PrenticeHall Inc.
- Semaoen, Iksan (1992) *Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi*. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (I.S.E.I), Jakarta.
- Teken, I GB. (1985) *Beberapa Azas Ekonomi Produksi*. Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Bab 9

APLIKASI FUNGSI COBB-DOUGLAS DALAM ANALISIS EFISIENSI PRODUKSI USAHATANI PADI

Materi dalam Bab IX ini memberi pemahaman kepada mahasiswa Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian dan mahasiswa program studi Agribisnis tentang bagaimana pengaruh factor produksi terhadap hasil produksi, efisiensi penggunaan factor produksi, Estimasi Faktor yang berpengaruh terhadap keuntungan, penerimaan, Biaya dan Keuntungan Usahatani, Pendugaan Tingkat Efisiensi Teknis, pendugaan Produksi Frontier dan TER (*technical efficiency rating*), Hubungan TER dengan factor sosial ekonomi.

Materi pada bab ini juga memberi pemahaman kepada mahasiswa, pembaca tentang penggunaan fungsi Cobb-Douglas guna menganalisis produksi pertanian dengan mengambil data pada usahatani padi di daerah irigasi baru yaitu daerah irigasi Mamak-Kakiang sebagai lokasi penelitian. Materi tersebut sangat penting buat mahasiswa S2 dan S3, yang berminat dalam penelitian untuk menambah khazanah pengetahuan tentang efisiensi produksi. Sekalipun buku ini menggunakan data lama, akan tetapi manfaatnya dalam aplikasi fungsi Cobb-Douglas masih sangat relevan dengan kepentingan kajian ekonomi produksi pertanian kekinian. Materi ini juga sangat bermanfaat bagi pengambil kebijakan di era otonomi daerah sekarang.

9.1 Estimasi Pengaruh Faktor Produksi Perusahatani

Hasil produksi tergantung pada faktor produksi atau input. Faktor produksi atau input dalam hal ini meliputi tanah, tenaga kerja, pupuk (urea, TSP, KCL), benih dan pestisida. Faktor produksi atau input tersebut merupakan variabel bebas (*independent variable*) sedangkan hasil produksi merupakan variabel tergantung (*dependent variable*). Untuk kepentingan pembahasannya akan dibagi dalam tiga sub bagian yaitu musim tanam tahun 1995/1996, musim tanam tahun 1996, dan gabungan keduanya.

9.1.1. Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perusahatani MT. 1995/1996

Rata-rata hitung produksi padi musim tanam 1995/1996 di daerah irigasi Mamak Kakiang (Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat) sebesar 4,96 ton perusahatani dengan rata-rata hitung di daerah irigasi Mamak sebesar 4,83 ton perusahatani dan di daerah irigasi Kakiang 5,67 ton perusahatani. Rata-rata hitung produksi di tiap golongan daerah irigasi (A, B, C, I, II, dan III) masing-masing 4,12 ton perusahatani, 6,04 ton perusahatani

4,41 ton perusahatani, 4,697 ton perusahatani, 6,27 ton perusahatani, dan 5,998 ton perusahatani.

Tabel 9.1 : Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996

No. Urut	Variabel	Estimasi Model	
		I	II
1.	Luas lahan (LNX1)	0,392369*** (3,272)	0,418488*** (4,055)
2.	Tenaga ternak (LNX2)	0,060744 (0,589)	0,074224 (0,782)
3.	Tenaga kerja manusia (LNX3)	0,054384 (0,487)	
4.	Pupuk urea (LNX4)	0,220463*** (3,479)	0,218416*** (3,635)
5.	Pupuk TSP (LNX5)	0,033721* (1,964)	0,033373** (2,153)
6.	Pupuk KCL (LNX6)	-0,0003 (-0,008)	
7.	Benih (LNX7)	0,257076*** (3,52)	0,265397** (3,843)
8.	Pestisida (LNX8)	-0,011762 (-0,384)	
9.	Dummy daerah irigasi (D)	-0,009033 (-0,136)	
10.	Dummy Lokasi (D1)	-0,011737 (-0,166)	
11.	Intercept	1,1324*** (-5,23)	1,1661*** (-7,388)
12.	Koefisien determinasi (R^2)	0,8074	0,80439
13.	R^2 Adj.	0,78303	0,79518
14.	F _{hitung}	33,11857***	87,38407***
15.	DF _{error}	79	85

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : *** = signifikan pada tingkat kesalahan 1 %
 ** = signifikan pada tingkat kesalahan 5 %
 * = signifikan pada tingkat kesalahan 10 %
 () = Nilai t hitung

Melalui analisis regresi berganda dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) maka diperoleh koefisien yang menyatakan pengaruh faktor produksi terhadap hasil produksi. Untuk mengestimasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* antara variabel tergantung dengan variabel bebas telah dilakukan dua kali estimasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil estimasi yang

memenuhi syarat seperti *the best linear unbiased estimation (BLUE)*. Estimasi pertama, semua variabel bebas, *dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi dimasukkan dalam suatu model. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa luas lahan, tenaga ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, KCL, pestisida, benih, lokasi dan daerah irigasi berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani pada taraf nyata 1% dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8074 yang berarti 80,74% variasi dari hasil produksi perusahatani dipengaruhi oleh variabel bebas tersebut. Pada hasil estimasi pertama terdapat *multikolinearitas* antara variabel luas lahan dengan variabel tenaga kerja manusia yang sangat tinggi dengan nilai $r_{1,3}=0,816$. Yotopaulus dan Nugent (1976) menyatakan bahwa korelasi antara variabel bebas dengan nilai sebesar kurang dari 0,8 belum tinggi. Untuk mendapatkan hasil estimasi yang baik dilakukan dengan cara mengeluarkan variabel tenaga kerja manusia dari model tersebut (Sumodiningrat, 1993). Estimasi kedua, dilakukan setelah dikeluarkan variabel tenaga manusia dan variabel yang secara parsial berpengaruh tidak nyata, maka diestimasi lima variabel bebas. Hal ini dimaksud untuk mendapat hasil estimasi yang dapat mencerminkan secara parsial pengaruh variabel bebas. Hasil estimasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* selengkapnya dapat dilihat pada tabel 91.

Pada model kedua diperoleh nilai $R^2 = 0,80439$ menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berarti bahwa 80,439 % variasi dari hasil produksi padi perusahatani di daerah irigasi Mamak Kakiang disebabkan oleh variabel luas lahan, tenaga kerja ternak, urea, TSP dan benih tersebut.

Dari table 9.1 dapat dilihat bahwa berdasarkan uji-t (*individual test*) empat variabel bebas dalam model kedua berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Pada musim hujan (musim tanam 1995/1996) variabel luas lahan (LNX1), pupuk urea (LNX4), berpengaruh nyata pada tingkat kesalahan 1 persen, sedangkan pupuk TSP (LNX5) dan benih (LNX7) berpengaruh nyata pada tingkat kesalahan 5 persen.

Luas lahan garapan rata-rata di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 1,114 ha dengan rata-rata daerah irigasi Mamak 1,084 ha dan rata-rata di daerah irigasi kakiang 1,275 ha. Luas lahan garapan di tiap golongan (A,B,C,I,II,III) masing-masing 0,929 ha, 1,283 ha, 1,041 ha, 1,03 ha, 1,465 ha, dan 1,33 ha. Besarnya koefisien regresi untuk luas lahan (LNX1) sebesar 0,466234 artinya peningkatan setiap satu persen luas lahan (0,1 ha) akan meningkatkan hasil produksi padi 0,466234 persen.

Rata-rata hitung penggunaan pupuk urea di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 205,02 kg perusahatani dengan rata-rata hitung di daerah irigasi Mamak 209,46 kg perusahatani dan di daerah irigasi Kakiang sebesar 211,2 kg perusahatani. Pada kondisi penggunaan pupuk urea tersebut masih dimungkinkan untuk ditambahkan penggunaannya. Koefisien regresi untuk pupuk urea (LNX4) sebesar 0,21687 artinya setiap peningkatan satu persen

jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi padi perusahatani sebesar 0,21687persen. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widodo (1989) di pedesaan Jawa, demikian juga dengan hasil penelitian Suharno (1995) di sawah beririgasi Kabupaten Bantul.

Rata-rata hitung TSP didaerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 68,89 kg/usahatani (36 petani non TSP), dengan rata-rata di daerah irigasi Mamak sebesar 69,87 kg/usahatani (21 petani non TSP), dan di daerah irigasi Kakiang sebesar 66,33 kg/usahatani (15 petani non TSP). Koefisien untuk pupuk TSP (LNx5) diperoleh sebesar 0,031403 artinya setiap peningkatan satu persen penggunaan pupuk TSP akan meningkatkan hasil padi perusahatani sebesar 0,031403 persen. Hal ini bertentangan dengan hasil penelitian Widodo (1989) di Jawa, di mana pupuk TSP tidak berpengaruh terhadap produksi padi, tetapi sejalan dengan penelitian Suharno (1995) di Bantul di mana pupuk TSP berpengaruh terhadap hasil produksi padi.

Rata-rata hitung penggunaan benih di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 72,63 kg perusahatani dan terdapat 67,77 persen dari petani responden menggunakan benih melebihi batas anjuran. Koefisien regresi untuk benih (LNx7) sebesar 0,265917 artinya setiap peningkatan satu persen penggunaan benih akan berpengaruh pada peningkatan hasil produksi perusahatani sebesar 0,265917 persen. Hal ini bertentangan dengan Suharno (1995) yang mengatakan bahwa penambahan benih tidak berpengaruh terhadap hasil produksi padi. Benih yang digunakan oleh petani kebanyakan berasal dari hasil panen sebelumnya. Dipandang dari asal benih yang digunakan oleh petani di daerah irigasi Mamak Kakiang, maka jumlah benih tersebut telah melampaui batas anjuran.

Atas dasar regresi pada table 91, maka ada empat alternatif cara yang memungkinkan untuk peningkatan hasil produksi gabah perusahatani di daerah irigasi Mamak Kakiang, namun yang dapat dilakukan hanya tiga cara yaitu dengan cara menambahkan penggunaan pupuk urea, pupuk TSP, dan benih.

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah pembagian atau pengelolaan air irigasi di daerah ini dilakukan dengan merata atau tidak. Untuk menjawab pertanyaan tersebut adalah dengan memasukkan *variable dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi ke dalam model. Hasil regresi menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang berarti antara golongan satu dengan golongan lain, maupun antara daerah irigasi. Koefisien regresi untuk *dummy* daerah irigasi diperoleh sebesar -0,009 sedangkan koefisien regresi untuk *dummy* lokasi diperoleh sebesar -0,0117 dan keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Ini terjadi mengingat pembagian air di daerah irigasi ini telah dilakukan secara baik. Dan dalam perencanaan pembagian air telah melibatkan wakil-wakil kelompok tani atau Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A Malar). Dalam pelaksanaan pembagian air dilakukan

di bawah koordinasi juru pengairan di masing-masing wilayahnya. Persoalan pencurian air masih saja terjadi terutama di bagian hulu namun masih bisa diatasi oleh juru pengairan.

9.1.2 Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perusahatani MT.1996

Rata-rata hitung hasil produksi padi pada musim tanam 1996 sebesar 4,21 ton perusahatani dengan rata-rata hitung di daerah irigasi Mamak sebesar 4,03 ton perusahatani dan didaerah irigasi Kakiang sebesar 4,58 ton perusahatani.

Dengan cara yang sama seperti pada sub bagian 9.1.1 , maka diperoleh koefisien yang menyatakan pengaruh faktor produksi terhadap hasil produksi perusahatani. Untuk mengestimasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* antara variable tergantung dengan variabel bebas telah dilakukan dua kali estimasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil estimasi yang memenuhi syarat seperti *the best linear unbiased estimation (BLUE)*. Estimasi pertama, semua variabel bebas dan *dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi perusahatani dimasukkan dalam suatu model.

Dari hasil estimasi terdapat multikolinearitas antara variabel luas lahan dengan variabel tenaga kerja ternak yang sangat tinggi dengan nilai $r_{x1x2} = 0,82$. Estimasi kedua, dilakukan setelah dikeluarkan variabel tenaga kerja manusia, pupuk KCl, pestisida, *dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi, maka diestimasi lima variabel bebas. Berdasarkan hasil analisis (tabel 92) dapat diterangkan bahwa secara bersama-sama luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, pupuk urea, TSP, KCl, pestisida, benih, *dummy* daerah irigasi dan *dummy* lokasi berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani pada taraf nyata 1% dengan nilai F_{hitung} sebesar 14,34678. Besarnya nilai $R^2 = 0,86184$ menunjukkan bahwa sebanyak 86,184 % variasi hasil produksi padi perusahatani di daerah irigasi Mamak Kakiang musim tanam 1996 disebabkan oleh luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, K.Cl, pestisida, benih, *dummy* daerah irigasi, dan *dummy* lokasi.

Dari tabel 9.2 dapat dilihat juga bahwa berdasarkan uji-t (*individual test*) 3 (tiga) variabel dalam model pertama berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Pada musim kemarau (musim tanam 1996) variabel luas lahan (LNx1), pupuk urea (LNx4), dan tenaga kerja ternak (LNx2) berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Sedangkan pupuk TSP dan benih, KCl, pestisida, *dummy* daerah irigasi dan *dummy* lokasi berpengaruh tidak nyata terhadap hasil produksi perusahatani.

Pada model kedua telah dilakukan *stepwise* terhadap variabel bebas yang secara parsial berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Dari hasil analisis diperoleh bahwa besarnya koefisien regresi untuk luas lahan (LNx1) sebesar 0,445171 artinya peningkatan setiap satu persen luas lahan

akan meningkatkan hasil produksi padi perusahatani sebesar 0,445171 persen. Luas lahan garapan rata-rata sebesar 0,927 ha dengan rata-rata luas lahan garapan di daerah irigasi Mamak 0,913 ha dan di daerah irigasi Kakiang sebesar 0,945 ha. Hal ini di dukung oleh hasil penelitian Suharno (1995) di mana luas lahan berpengaruh terhadap produksi musim tanam kedua (musim kemarau), demikian pula dengan Widodo (1989) pada musim tanam kedua (musim kemarau). Rata-rata hitung penggunaan tenaga ternak di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 14, 18 HKT perusahatani dengan rata-rata di daerah irigasi Mamak Sebesar 13, 9 HKT perusahatani dan di daerah Kakiang sebesar 14, 72 HKT. Koefisien regresi untuk tenaga ternak sebesar 0, 412434 yang berarti bahwa setiap peningkatan penggunaan satu persen tenaga ternak akan meningkatkan hasil produksi perusahatani sebesar 0,412434 persen.

Table 9.2 : Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1996

No. Urut	Variabel	Estimasi Model I	Estimasi Model II
1.	Luas lahan (LNx1)	0,448358* (1,913)	0,473167** (2,185)
2.	Tenaga ternak (LNx2)	0,36159* (1,802)	0,419962** (2,504)
3.	Tenaga kerja manusia (LNx3)	0,153122 (0,94)	
4.	Pupuk urea (LNx4)	0,272619** (2,474)	0,2888608**** (2,802)
5.	Pupuk TSP (LNx5)	0,022004 (1,013)	0,018464 (0,938)
6.	Pupuk KCL (LNx6)	0,003787 (0,122)	
7.	Benih (LNx7)	-0,108927 (-0,877)	-0,038354 (-0,340)
8.	Pestisida (LNx8)	-0,03530 (-0,847)	
9.	Dummy daerah irigasi (D)	-0,108906 (-1,055)	
10.	Dummy lokasi (D1)	-0,036390 (-0,324)	
11.	Intercept	0,116354*** (-3,559)	0,115113*** (-4,423)
12.	Koefisien determinasi (R^2)	0,86184	0,84121
13.	R^2 Adj.	0,80176	0,81286
14.	Fhitung	14,34678***	29,66683***
15.	DF error	23	28

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : *** = Signifikan pada tingkat kesalahan 1 %
** = Signifikan pada tingkat kesalahan 5 %
* = Signifikan pada tingkat kesalahan 10 %
() = Nilai t hitung

Rata-rata hitung penggunaan pupuk urea pada musim tanam 1996 di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 186,97 kg perusahatani dengan rata-rata di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 186,22 kg perusahatani dan di daerah irigasi Kakiang sebesar 185,45 kg perusahatani. Koefisien regresi untuk pupuk urea ($LN X_4$) sebesar 0,298483 artinya setiap peningkatan satu persen jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi tanaman padi perusahatani sebesar 0,298483 persen. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Suharso (1995) yang mengatakan bahwa dengan menambah penggunaan pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi. Dan secara teknis penggunaan faktor produksi tersebut rasional ditinjau dari fungsi produksi neoklasik dengan nilai elastisitas 0,298483 (antara nol dan satu) (Debertin, 1986).

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah pembagian atau pengelolaan air irigasi di daerah ini dilakukan dengan merata atau tidak. Untuk menjawab pertanyaan tersebut adalah dengan memasukan *variable dummy* daerah irigasi dan *dummy* lokasi ke dalam model. Hasil regresi menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang berarti antara dua daerah irigasi dan lokasi tersebut. Koefisien regresi *dummy* lokasi diperoleh sebesar -0,03639 dan koefisien regresi *dummy* daerah irigasi diperoleh sebesar -0,108906 dan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Ini terjadi mengingat pembagian air di daerah irigasi ini telah dilakukan dengan baik, walaupun pada musim tanam ini petani responden di daerah irigasi Mamak menyebar dengan rincian masing – masing 8 responden di golongan A, B, C dan 10 responden (golongan I) di daerah irigasi Kakiang dan dalam perencanaan pembagian air telah melibatkan wakil – wakil kelompok tani atau Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A Malar).

9.1.3. Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perusahatani MT. 1996/1996 dan 1996

Dengan cara yang sama seperti pada sub bagian 9.1.1, maka diperoleh koefisien yang menyatakan pengaruh faktor produksi terhadap hasil produksi perusahatani. Untuk mengestimasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* antara variabel tergantung dengan variabel bebas telah dilakukan dua kali estimasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil estimasi yang memenuhi syarat *the best linear unbiased estimation (BLUE)*.

Estimasi pertama, semua variabel bebas dan *dummy* musim tanam yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi perusahatani dimasukkan dalam suatu model. Pada model ini tidak terjadi kolinearitas yang tinggi antara variabel bebas. Estimasi kedua, dilakukan setelah dikeluarkan variabel bebas yang tidak signifikan.

Hasil estimasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* selengkapnya dapat dilihat pada tabel 9.3. Pada model pertama analisis fungsi produksi gabungan musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996 memiliki nilai $r=0,8956$ ($R^2 = R^2 = 0,80211$) dengan besarnya nilai R^2 Adjusted (0,78649) dan F_{hitung} 51,234242 dan signifikan pada taraf nyata 1% yang berarti secara bersama-sama ada pengaruh variable bebas luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, KCI, pestisida, benih dan *dummy* musim tanam terhadap hasil padi perusahatani.

Pada model kedua dengan besarnya nilai $R^2 = 0,78649$ menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berarti sebanyak 78,649% variasi dari hasil produksi padi perusahatani di daerah irigasi Mamak Kakiang musim tanam 1995 / 1996 dan musim tanam 1996 disebabkan oleh variable luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, Urea, TSP, benih.

Dari table 9.3 dapat dilihat bahwa berdasarkan uji $-t$ (*individual test*) terdapat empat variable dalam model kedua berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Variable luas lahan (LNx_1), pupuk urea (LNx_4), benih (LNx_7), berpengaruh nyata pada taraf nyata 1%, sedangkan pupuk TSP (LNx_5) berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani pada tingkat kesalahan 10 persen.

Besarnya koefisien regresi untuk luas lahan (LNx_1) sebesar 0,531323 artinya peningkatan setiap 1 persen luas lahan akan meningkatkan hasil produksi padi sebesar 0,531323 persen

Koefisien regresi untuk pupuk urea (LNx_4) sebesar 0,263467 artinya setiap peningkatan 1 persen jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi padi perusahatani sebesar 0,263467 persen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata – rata penggunaan pupuk urea daerah irigasi Mamak sebesar 195,5 kg perusahatani, sedangkan di daerah irigasi Kakiang sebesar 196,75 kg perusahatani.

Tabel 9.3 : Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perusahatani di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996

No Urut	Variable	Estimasi Model	
		I	II
1	Luas Lahan (LNx_1)	0,384306*** (3,372)	0,378471*** (3,805)
2	Tenaga ternak (LNx_2)	0,126261 (1,441)	0,143966 (1,976)
3	Tenaga kerja manusia (LNx_3)	0,0875 (0,963)	0,084300 (1,014)

4	Pupuk urea (LNX4)	0,234778*** (4,347)	0,230885*** (4,392)
5	Pupuk TSP (LNX5)	0,028428** (2,122)	0,028276* (2,220)
6	Pupuk KCL (LN X6)	0,003107 (0,132)	
7	Benih (LNX7)	0,195953*** (3,243)	0,196895*** (3,298)
8	Pestisida (LNX8)	-0,01007 (-0,471)	
9	Dummy musim tanam (D)	0,026322 (0,41)	
10	Intercept	0,1045*** (-7,03)	0,104686*** (-7,345)
11	Koefisien determinasi (R^2)	0,80211	0,80138
12	R^2 Adj	0,78649	0,79119
13	F_{hitung}	51,34242***	78,67558***
14	DF_{error}	114	117

Sumber: data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan: *** = signifikan pada tingkat kesalahan 1%
 ** = signifikan pada tingkat kesalahan 5%
 * = signifikan pada tingkat kesalahan 10%,
 () = nilai T hitung

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata – rata penggunaan pupuk TSP di daerah irigasi Mamak sebesar 65,95 kg perusahatani, sedangkan rata–rata penggunaan pupuk TSP di daerah irigasi Kakiang sebesar 61,43kg perusahatani. Besarnya koefisien regresi untuk pupuk TSP (LNX₅) 0,0843 dan berpengaruh nyata terhadap hasil produksi pada tingkat kesalahan 10 persen, artinya setiap penigkatan 1 persen penggunaan TSP akan meningkatkan hasil produksi sebesar 0,0843 persen. Dengan mengacu pada koefisien ini berarti pengguna TSP secara teknis rasional.

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah adanya pengaruh musim terhadap hasil produksi. Rata–rata hitung hasil padi perusahatani di daerah irigasi Mamak Kakiang pada musim tanam 1995 / 1996 sebesar 4,96 ton perusahatani GKP dan rata–rata hitung produksi pada musim tanam 1996 sebesar 4,21 ton perusahatani.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa besarnya koefisien regresi untuk *dummy* musim tanam 0,026322 (model I) dan tidak berbeda nyata. Pada musim kemarau petani selain dihadapkan pada permasalahan suplai air, juga dihadapkan pada persoalan pembagian air antara golongan daerah irigasi,

yang kadang-kadang untuk mendapatkan air irigasi perlu penjagaan pintu air yang terus menerus hingga air di areal pesawahan betul-betul terpenuhi, namun demikian persoalan tersebut masih dapat diatasi dengan baik oleh pengurus P₃A Malar dengan juru pengairan.

9.2 Estimasi Pengaruh Faktor Produksi Perhektar

9.2.1 Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perhektar MT. 1995/1996

Rata-rata hasil produksi padi di daerah irigasi Mamak Kakiang pada musim tanam 1995/1996 sebesar 4,455 ton/ha GKP dengan hasil tertinggi pada daerah irigasi Mamak. Perbedaan hasil produksi padi antara dua daerah irigasi ini demikian kecil dengan rata-rata hasil produksi di daerah irigasi Mamak sebesar 4,46 ton/ha GKP sedangkan rata-rata hasil di daerah irigasi Kakiang sebesar 4,45 ton/ha GKP. Rata-rata hasil produksi di tiap golongan irigasi (A, B, C, I, II, III) masing – masing 4,43 ton/ha; 4,71 ton/ha; 4,24 ton/ha; 4,56 ton/ha; 4,28 ton/ha; 4,51 ton/ha.

Hasil estimasi dari faktor yang mempengaruhi hasil produksi perhektar musim tanam 1995/1996 dapat dilihat pada tabel 94. Estimasi pertama, semua variabel bebas, *dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi perhektar dimasukkan dalam satu model. Hasil analisis menunjukkan bahwa luas lahan, tenaga ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, KCL, pestisida, benih, lokasi, dan daerah irigasi berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar pada taraf nyata 1% dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,38781 yang berarti 38,781 % variasi hasil produksi perhektar dipengaruhi oleh variabel bebas tersebut.

Secara parsial variabel pupuk urea dan benih berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar pada taraf nyata 1 %, sedangkan pupuk TSP berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar pada taraf nyata 5 %. Estimasi Kedua, dilakukan setelah dikeluarkan variable tenaga ternak, KCL, pestisida, *dummy* daerah dan *dummy* lokasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil estimasi yang dapat mencerminkan secara parsial pengaruh variable bebas.

Tabel 9.4 : Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perhektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996

No. Urut	Variabel	Estimasi Model	
		I	II
1.	Luas Lahan (LNX1)	-0,046782 (0,752)	-0,44533 (-0,927)
2.	Tenaga Ternak (LNX2)	0,014691 (0,168)	
3.	Tenaga kerja manusia (LNX3)	0,012323 (0,265)	0,018325 (0,425)

4.	Pupuk Urea (LNX4)	0,194764*** (3,642)	0,19172*** (3,755)
5.	Pupuk TSP (LNX5)	0,036402*** (2,527)	0,036664*** (2,852)
6.	Pupuk KCL (LNX6)	0,007725 (0,28)	
7.	Benih (LNX7)	0,168302*** (2,698)	0,172981*** (2,903)
8.	Pestisida (LNX8)	-0,0008427 (-0,034)	
9.	Dummy daerah irigasi (D)	-0,020959 (-0,366)	
10.	Dummy lokasi (D1)	-0,016449 (-0,275)	
11.	Intercept	0,7602 (-0,504)	0,7494 (-0,705)
12.	Koefisien determinasi (R^2)	0,38781	0,385
13.	R^2 Adj.	0,31032	0,34839
14.	F hitung	5,00451***	87,38407***
15.	DF_{error}	79	84

Sumber : Data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan :
 *** = signifikasi pada tingkat kesalahan 1 %
 ** = signifikasi pada tingkat kesalahan 5 %
 * = signifikasi pada tingkat kesalahan 10 %
 () = Nilai t hitung

Pada model kedua diperoleh nilai R^2 $R^2 = 0,385$ menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berarti bahwa 38,5% variasi dari hasil produksi padi perhektar di daerah irigasi mamak kakiang disebabkan oleh variable luas lahan, tenaga kerja manusia, urea, TSP dan benih tersebut.

Dari table 94 dapat dilihat bahwa berdasarkan uji-t (*individual test*) tiga variable bebas dalam model kedua berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar. Pada musim hujan (musim tanam 1995/1996) variabel luas lahan ($LNX_1(LNX_1)$) berpengaruh tidak nyata dan negatif, tenaga kerja manusia berpengaruh tidak nyata dan negative, tenaga kerja manusia berpengaruh tidak nyata dan positif, sedangkan pupuk TSP ($LNX_5(LNX_5)$) pupuk area ($LNX_4(LNX_4)$) dan benih ($LNX_7(LNX_7)$) berpengaruh nyata pada tingkat kesalahan 1 persen.

Besarnya koefisien regresi untuk luas lahan ($LNX_1(LNX_1)$) sebesar -0,044533 artinya peningkatan setiap satu persen luas lahan akan menurunkan hasil produksi padi perhektar sebesar 0,044533 persen. Ini sesuai dengan Yotopaulus dan Lau (1973) yang mengatakan bahwa usahatani lahan sempit lebih efisien dari pada usahatani lahan luas.

Koefisien regresi untuk pupuk urea ($LNX_4(LNX_4)$) sebesar 0,19172 artinya setiap peningkatan satu persen jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi padi sebesar 0,19172 persen. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Widodo (1989) di pedesaan Jawa, demikian juga dengan hasil penelitian Suharno (1995) di sawah beririgrasi Kabupaten Bantul yang mengatakan bahwa peningkatan dosis pupuk urea dapat meningkatkan hasil produksi padi.

Pupuk urea mengandung unsur Nitrogen (N), di mana unsur Nitrogen menghasilkan bahan hijau bagi tanaman seperti daun, batang atau bagian vegetatif tanaman. Apabila unsur nitrogen terlalu sedikit maka tanaman menjadi merana yang ditandai dengan warna bagian vegetatif kelihatan kekuning-kuningan. Kalau terlalu berlebihan akan menjadikan tanaman rebah dan kurang menghasilkan gabah (Baharuddin, 1996)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan pupuk urea di tiap golongan daerah irigasi Mamak Kakiang (A, B, C, I, II, III) masing-masing 198,6 kg/ha; 202,9 kg/ha; 170,2 kg/ha; 184,9 kg/ha; 163,8 kg/ha dan 148,3 kg/ha. Dosis pupuk urea di daerah Irigasi Mamak Kakiang masih rendah. Berdasarkan hasil temuan di lapangan bahwa rendahnya dosis pupuk tersebut antara lain disebabkan kurangnya modal petani, ketersediaan pupuk pada saat tertentu sedikit, dan rendahnya pemahaman petani terhadap pemupukan, ini dirasakan oleh lebih dari separuh petani responden di daerah penelitian.

Sejalan dengan hasil regresi yang menunjukkan bahwa perlu adanya peningkatan penggunaan pupuk urea, di mana dengan menambah pupuk urea bermanfaat untuk menghasilkan bahan hijau bagi tanaman seperti daun, batang atau bagian vegetatif lainnya yang ada pada gilirannya berpengaruh pada produksi gabah. Dengan penambahan pupuk urea satu persen akan berakibat pada peningkatan produksi perhektar sebesar 0,19172 persen

Koefisien untuk pupuk TSP (LNX_5) di peroleh sebesar 0,036664 artinya setiap peningkatan satu persen penggunaan pupuk TSP akan meningkatkan hasil padi perhektar sebesar 0,036664 persen. Hal ini bertentangan dengan hasil penelitian Widodo (1989) di Jawa, di mana pupuk TSP tidak berpengaruh terhadap hasil produksi padi, tetapi sejalan dengan penelitian Suharno (1995) di Kabupaten Bantul di mana pupuk TSP berpengaruh terhadap hasil produksi padi.

Pupuk TSP mengandung unsur P_2O_5 yang berfungsi untuk mendorong pertumbuhan generatif seperti pembentukan bunga, buah dan biji. Unsur P_2O_5 juga mendorong pertumbuhan akar dan mempercepat masaknya buah (Baharuddin, 1996).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rata-rata penggunaan pupuk TSP di tiap golongan daerah irigasi Mamak Kakiang (A, B, C, I, II, III) masing-masing 57,3 kg/ha; 78,5 kg/ha; 55,9 kg/ha; 53,9 kg/ha 50,9 kg/ha dan 62,9 kg/ha dengan rata-rata seluruhnya 57,4 kg/ha. Dosis pupuk TSP yang dianjurkan

secara nasional sebesar 100 kg/ha yang berarti dosis pupuk urea di daerah irigasi Mamak Kakiang masih rendah.

Hal ini sejalan dengan hasil regresi yang menunjukkan perlu adanya peningkatan penggunaan pupuk TSP yang berguna mendorong pertumbuhan generatif seperti pertumbuhan bunga, buah dan biji, maka dengan penambahan pupuk TSP Satu persen akan berakibat pada peningkatan produksi perhektar sebesar 0,036664 persen.

Melihat adanya pengaruh penggunaan pupuk TSP terhadap hasil produksi padi perhektar di daerah irigasi Mamak Kakiang tersebut, maka sangat dianjurkan penggunaan pupuk dalam keadaan berimbang. Baharuddin (1996) dalam kesimpulannya memaparkan bahwa pemupukan berimbang yang didasarkan pada status hara dapat meningkatkan hasil padi. Pemupukan 50 kg P_2O_5 , 20 kg S, 7,5 kg Cu dan 10 kg Zn perhektar dapat meningkatkan hasil hingga 30 persen di Mamak dan 43 di persen di Kakiang.

Koefisien regresi untuk benih ($LN X_7$) sebesar 0,172981 artinya setiap peningkatan satu persen penggunaan benih akan berpengaruh pada peningkatan hasil produksi padi perhektar sebesar 0,172981 persen. Hal ini bertentangan dengan Suhartno (1995) yang mengatakan bahwa penambahan benih tidak berpengaruh terhadap hasil produksi padi. Dipandang dari asal benih yang digunakan oleh petani di daerah irigasi Mamak Kakiang, maka jumlah benih tersebut telah melampaui batas anjuran karena benih yang digunakan berasal dari hasil panen sebelumnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan benih di tiap golongan daerah irigasi Mamak Kakiang (A, B, C, I, II, III) masing-masing 53,97 kg/ha; 58,3 kg/ha; 61,2 kg/ha; 77 kg/ha; 61,6 kg/ha dan 68,7 kg/ha dengan rata seluruhnya 61,6 kg/ha. Untuk menaikkan hasil produksi masih dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah benih yang digunakan, hal ini sejalan dengan hasil regresi yang menyatakan bahwa setiap peningkatan penggunaan benih satu persen akan berakibat pada peningkatan hasil produksi perhektar sebesar 0,172981 persen. Jumlah benih yang dianjurkan di daerah ini antara 30 – 40 kg/ha. Keadaan ini sangat bertolak belakang dengan hasil statistik yang menganjurkan untuk menambah jumlah benih yang digunakan. Lebih jauh bahwa benih yang digunakan petani dengan jumlah lebih dari 40 kg/ha merupakan benih dari hasil panen sebelumnya di mana kemungkinan daya tumbuhnya diragukan. Jumlah petani yang menggunakan benih dengan kisaran 30 – 40 kg/ha atau benih berlabel biru sebanyak 26,67 % dan selebihnya menggunakan benih dari hasil panen sebelumnya. Karena itu dalam menggunakan jumlah benih perlu dipertimbangkan asal benih (benih berlabel biru) dengan kemurnian dan daya tumbuhnya terjamin.

Efisien secara teknis dapat dilihat melalui besarnya elastisitas penggunaan faktor produksi dengan nilai elastisitas berkisar antara nol dan satu (Debertin, 1986) dan secara teoritis teori produksi mengadakan analisis

bagaimana pengusaha (petani) dengan teknologi yang ada mengkombinasikan berbagai input untuk menghasilkan output yang secara ekonomis efisien. Menunjuk pada besarnya nilai koefisien regresi tersebut, maka secara teknis penggunaan pupuk urea, pupuk TSP, dan benih adalah rasional (efisien) di mana produksi marginal lebih kecil dari pada produksi rata-rata.

Atas dasar regresi pada tabel 9.4, maka ada tiga alternatif cara yang memungkinkan untuk peningkatan hasil produksi gabah perhektar yaitu dengan cara menambah penggunaan pupuk urea, pupuk TSP, dan benih.

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah pembagian atau pengelolaan air irigasi di daerah ini dilakukan dengan merata atau tidak. Untuk menjawab pertanyaan tersebut adalah dengan memasukan variabel *dummy* lokasi dan *dummy* daerah irigasi ke dalam model. Hasil regresi (model 1) menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang berarti antara golongan satu dengan golongan lain, maupun antara daerah irigasi. Koefisien regresi untuk *dummy* daerah irigasi diperoleh sebesar -0,020959 sedangkan koefisien regresi untuk *dummy* lokasi diperoleh sebesar -0,016449 dan keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perusahatani. Ini terjadi mengingat pembagian air di daerah irigasi ini telah dilakukan secara baik dan dalam perencanaan pembagian air telah melibatkan wakil-wakil kelompok tani atau Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A Malar). Dalam pelaksanaan pembagian air dilakukan di bawah koordinasi juru pengairan di masing-masing wilayahnya. Persoalan pencurian air masih saja terjadi terutama di bagian hulu namun masih bisa diatasi oleh juru pengairan.

9.2.2. Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perhektar MT.1996

Rata - rata hasil padi di daerah irigasi Mamak Kakiang pada musim tanam 1996 sebesar 4,54 ton/ha GKP dengan hasil tertinggi pada daerah irigasi Kakiang. Perbedaan hasil produksi padi antara dua daerah irigasi ini cukup besar yaitu 0,44 ton/ha GKP dengan rata-rata hasil produksi di daerah irigasi Mamak sebesar 4,41 ton/ha sedangkan rata-rata hasil di daerah irigasi Kakiang sebesar 4,85 ton/ha GKP.

Tabel 9.5 : Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Per Hektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1996

No. Urut	Variabel	Estimasi Model	
		I	II
1.	Luas Lahan (LNXI)	0,05906 (0,523)	0,086626 (0,838)

2.	Tenaga ternak (LNX2)	0,210938 (1,015)	0,243536 (1,358)
3.	Tenaga kerja manusia (LNX3)	0,098674 (0,623)	0,113056 (0,781)
4.	Pupuk Urea (LNX4)	0,286189** (2,575)	0,30606** (2,942)
5.	Pupuk TSP (LNX5)	0,007318 (1,013)	
6.	Pupuk KCL (LNX6)	0,027207 (0,884)	
7.	Benih (LNX7)	- 0,09915 (- 0,787)	- 0,081536 (- 0,724)
8.	Pestisida (LNX8)	- 0,0353 (0,133)	
9.	<i>Dummy</i> daerah irigasi (D)	- 0,065292 (- 0,648)	
10.	<i>Dummy</i> lokasi (D1)	- 0,184849 (- 1,55)	- 0,18247 (- 2,12)
11.	Intercept	0,4866 (- 0,604)	0,3283 (- 1,049)
12.	Koefisien determinasi (R^2)	0,44876	0,41541
13.	R^2 <i>Adj.</i>	0,20909	0,28551
14.	F_{hitung}	1,87241*	3,19776**
15.	DF_{error}	23	27

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : *** = Signifikan pada tingkat kesalahan 1%
 ** = Signifikan pada tingkat kesalahan 5%
 * = Signifikan pada tingkat kesalahan 10% dan
 () = Nilai t hitung

Hasil estimasi faktor yang mempengaruhi hasil produksi per hektar dapat dilihat pada tabel 9.5. Estimasi pertama, semua variabel bebas dan *dummy* lokasi serta *dummy* daerah irigasi yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi per hektar dimasukkan dalam suatu model. Estimasi kedua, dilakukan setelah dikeluarkan variabel pupuk TSP, pupuk K.Cl, Pestisida, dan *dummy* daerah irigasi, maka diestimasi enam variabel bebas.

Berdasarkan hasil analisis (model 1) dapat diterangkan bahwa secara bersama-sama luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, pupuk urea, TSP, K Cl, pestisida, benih, *dummy* daerah irigasi dan *dummy* lokasi berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar pada taraf nyata 10% dengan nilai F_{hitung} sebesar 1,87241. Besarnya nilai $R^2 = 0,44876$ menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berarti sebanyak 44,876% variasi dari

hasil produksi per hektar di daerah irigasi Mamak Kakiang musim tanam 1996 disebabkan oleh luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, K.Cl, pestisida, benih, *dummy* daerah irigasi, dan *dummy* lokasi.

Dari tabel 95 (model 1) dapat dilihat juga bahwa berdasarkan uji-t (*individual test*) hanya satu variabel dalam model berpengaruh nyata pada taraf nyata 5% terhadap hasil produksi per hektar yaitu pupuk urea (LNX_4). Sedangkan luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, pupuk TSP dan benih, K.Cl, pestisida, *dummy* daerah irigasi dan *dummy* lokasi berpengaruh tidak nyata terhadap hasil produksi per hektar.

Koefisien regresi untuk pupuk urea (LNX_4) sebesar 0,30606 artinya setiap peningkatan satu persen jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi padi sebesar 0,30606 persen. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Suharno (1995) yang mengatakan bahwa dengan menambah penggunaan pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi. Dan secara teknis penggunaan faktor produksi tersebut rasional ditinjau dari fungsi produksi neoklasik dengan nilai elastisitas 0,30606 (antara nol dan satu) (Debertin, 1986).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan penggunaan pupuk urea dibandingkan dengan musim tanam 1995/1996. Rata-rata penggunaan pupuk urea daerah irigasi Mamak musim tanam 1996 sebesar 203,96 kg/ha, sedangkan di daerah irigasi Kakiang sebesar 196,24 kg/ha. Dosis pupuk urea yang dianjurkan secara nasional sebesar 300 kg/ha yang berarti sama dengan musim tanam 1995/1996 di mana dosis pupuk urea di daerah irigasi Mamak Kakiang masih rendah. Naiknya penggunaan pupuk ini diduga sebagai akibat adanya modal dari hasil produksi padi musim tanam sebelumnya atau hasil penjualan palawija. Sejalan dengan hasil regresi yang menunjukkan perlu adanya peningkatan penggunaan pupuk urea, maka dengan penambahan penggunaan pupuk urea satu persen akan berakibat pada peningkatan hasil produksi perhektar sebesar 0,30606 persen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan pupuk TSP musim tanam 1996 di daerah irigasi Mamak sebesar 73,63 kg/ha sedangkan rata-rata penggunaan pupuk TSP di daerah irigasi Kakiang sebesar 78,94 kg/ha. Meskipun dosis pupuk TSP yang dianjurkan secara nasional sebesar 100 kg/ha yang berarti pupuk TSP di daerah irigasi Mamak Kakiang masih rendah, namun penambahannya tidak bermakna lagi bagi peningkatan hasil produksi, dengan kata lain dosis pupuk TSP sudah memadai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan benih di daerah irigasi Mamak sebesar 60 kg/ha sedangkan di daerah irigasi Kakiang sebesar 71,82 kg/ha dengan rata-rata seluruhnya 63,48 kg/ha. Ada 32,35 persen dari petani musim tanam 1996 yang menggunakan jumlah benih kurang dari 50 kg/ha dan ada 35,29 persen dari petani yang menggunakan benih lebih dari 74 kg/ha. Peningkatan penggunaan benih tidak banyak berarti bagi peningkatan hasil produksi perhektar. Hal ini ditunjukkan oleh nilai elastisitas penggunaan benih sebesar -0,081536 dan tidak berbeda nyata, sehingga tidak anjurkan untuk penambahan penggunaan benih. Hal yang sama dengan penggunaan benih pada musim tanam 1995/1996, maka penggunaan benih perlu dipertimbangkan kemurnian dan daya tumbuh atau benih berlabel biru

walaupun secara statistik pada musim tanam 1995/1996 diperlukan adanya penambahan jumlah benih yang digunakan.

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah pembagian atau pengelolaan air irigasi di daerah ini dilakukan dengan merata atau tidak. Untuk menjawab pertanyaan tersebut adalah dengan memasukkan variabel *dummy* daerah irigasi dan *dummy* daerah lokasi ke dalam model. Hasil regresi menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara dua daerah irigasi dan lokasi tersebut. Koefisien regresi *dummy* lokasi diperoleh sebesar -0,184849 dan koefisien regresi *dummy* daerah irigasi diperoleh sebesar -0,065292 dan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar. Ini terjadi mengingat pembagian air di daerah irigasi ini telah dilakukan dengan baik.

9.2.3. Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Hasil Produksi Perhektar MT. 1995/1996 dan 1996

Sebelum dilakukan estimasi pengaruh faktor produksi terhadap hasil produksi perhektar musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996 maka ditambahkan terlebih dahulu tentang penggunaan faktor produksi dan produksi perhektar. Secara rinci penggunaan faktor produksi dan hasil produksi perhektar dapat dilihat pada tabel 9.6.

Tabel 9.6. Penggunaan Faktor Produksi dan Produksi Gabungan Musim Tanam 1995/1996 dengan Musim Tanam 1996

No Urut	Varibel	Daerah Irigasi (Perhektar)		
		M	K	MK
1.	Tenaga Ternak (HKT)	15,2	15,2	15,2
2.	Tenaga Kerja Manusia (HKO)	81,6	73,2	78,9
3.	Urea (kg)	196,3	173,3	188,9
4.	TSP (kg)	64,4	53,14	61,4
5.	KCL (kg)	39,4	50	40,3
6.	Pestisida (kg, ltr)	1,46	0,75	1,14
7.	Benih (kg)	58,4	69,79	62
8.	Produksi (ton)	4,46	4,58	4,5

Sumber : Data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : M = Mamak, K = Kaking, MK = Mamak Kaking

Estimasi pertama, semua variabel bebas dan *dummy* musim tanam yang diduga berpengaruh terhadap hasil produksi dimasukkan dalam suatu model.

Pada model 1 untuk analisis gabungan musim tanam 1995/1996 dengan musim tanam 1996 memiliki $r = 0,5809$ ($R^2 = 0,33744$) dengan besarnya nilai R^2 *adjusted* 0,2788 dan F_{hitung} sebesar 5,755 dan signifikan pada taraf nyata 1 % yang berarti secara bersama-sama ada pengaruh variable luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, K.CI, pestisida, benih dan *dummy* musim tanam terhadap hasil produksi padi perhektar.

Tabel 9.7: Hasil Estimasi Fungsi Produksi Padi Perhektar di Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996

No. Urut	Variabel	Estimasi Model	
		I	II
1.	Luas Lahan (LNX1)	-0,013452 (-0,256)	
2.	Tenaga Ternak (LNX2)	0,067035 (0,863)	0,079828 (1,246)
3.	Tenaga kerja manusia (LNX3)	0,025487 (0,598)	0,02757 (0,682)
4.	Pupuk Urea (LNX4)	0,218193*** (4,606)	0,212524*** (4,657)
5.	Pupuk TSP (LNX5)	0,025936*** (2,201)	0,028316*** (1,895)
6.	Pupuk KCL (LNX6)	0,014251 (0,694)	
7.	Benih (LNX7)	0,125074*** (2,327)	0,12354*** (2,353)
8.	Pestisida (LNX8)	0,008183 (0,419)	
9.	Dummy daerah irigasi (D)	0,05972 (1,244)	
10.	Intercept	0,5864 (-1,126)	0,5822* (-1,737)
11.	Koefisien determinasi (R^2)	0,33744	0,31895
12.	R^2 <i>Adj.</i>	0,2788	0,2901
13.	F hitung	5,755***	11,0525***
14.	DF_{error}	113	120

Sumber : Data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : *** = signifikasi pada tingkat kesalahan 1 %
 ** = signifikasi pada tingkat kesalahan 5 %
 * = signifikasi pada tingkat kesalahan 10 %
 () = Nilai t hitung

Dari table 9.7 (model 1) dapat dilihat bahwa berdasarkan uji -t (individual test), maka variable urea, TSP, dan benih berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar, sedangkan variable luas lahan, tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, K. Cl, pestisida dan dummy musim tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap produksi perhektar.

Pada model 2 besarnya nilai $R^2 = 0,31895$ ($r=0,5648$) menunjukkan besarnya koefisien determinasi yang berarti sebanyak 31,895 % variasi dari hasil produksi padi perhektar di daerah Mamak Kakiang musim tanam 12995/1996 dan musim tanam tahun 1996 dijelaskan oleh variable tenaga kerja ternak, tenaga kerja manusia, urea, TSP, benih.

Koefisien regresi untuk pupuk urea (LNX4) sebesar 0,212524 artinya setiap peningkatan satu persen jumlah pupuk urea akan meningkatkan hasil produksi padi perhektar sebesar 0,212524 persen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan pupuk urea daerah irigasi Mamak sebesar 196,3 kg/ha sedangkan di daerah irigasi Kakiang sebesar 173 kg/ha dengan rata-rata di daerah irigasi Mamak Kakiang sebesar 188,88 kg/ha. Dosis pupuk yang dianjurkan secara nasional sebesar 300 kg/ha yang berarti dosis pupuk urea di daerah irigasi Mamak Kakiang masih rendah.

Berdasarkan hasil temuan di lapangan bahwa rendahnya dosis pupuk tersebut disebabkan oleh antara lain kurangnya modal petani, ketersediaan pupuk pada saat tertentu sedikit, dan rendahnya pemahaman petani terhadap pemupukan. Sejalan dengan hasil regresi yang menunjukkan perlu adanya peningkatan penggunaan pupuk urea, maka dengan penambahan pupuk urea satu persen akan berakibat pada peningkatan peningkatan produksi sebesar 0,212524 persen pada tingkat kesalahan 1 persen. Upaya yang mungkin dilakukan untuk menambah penggunaan urea di daerah ini melalui pemupukan modal petani itu sendiri atau dengan jalan memberikan kredit usahatani dengan cara pengaktifan KUD baik di Kecamatan Lapelopok maupun Kecamatan Moyo Hilir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan pupuk TSP di daerah irigasi Mamak sebesar 64,4 kg/ha sedangkan rata-rata penggunaan pupuk TSP di daerah irigasi Kakiang sebesar 53,14 kg/ha. Dosis pupuk TSP yang dianjurkan secara nasional sebesar 100 kg/ha yang berarti dosis pupuk TSP di daerah irigasi Mamak Kakiang masih rendah. Besarnya koefisien regresi untuk pupuk TSP (LNX5) 0,028316 dan berpengaruh nyata terhadap hasil produksi perhektar pada tingkat kesalahan 10 persen, artinya setiap peningkatan satu persen penggunaan TSP akan meningkatkan hasil produksi sebesar 0,028316 persen. Dengan mengacu pada koefisien ini berarti penggunaan TSP secara teknis rasional.

Hal lain yang menarik untuk dikaji adalah apakah ada pengaruh musim terhadap hasil produksi. Rata-rata hasil produksi padi di daerah irigasi Mamak Kakiang pada musim tanam 1995/1996 sebesar 4,455 ton/ha GKP dengan hasil tertinggi pada daerah irigasi Mamak. Perbedaan hasil produksi padi

antara dua daerah irigasi ini demikian kecil dengan rata-rata hasil produksi padi di daerah irigasi Mamak sebesar 4,46 ton/ha GKP sedangkan rata-rata hasil produksi di daerah irigasi Kakiang sebesar 4,45 ton/ha GKP.

Rata-rata hasil padi di daerah irigasi Mamak Kakiang pada musim tanam 1996 sebesar 4,54 ton/ha GKP dengan hasil tertinggi pada daerah irigasi Kakiang. Perbedaan hasil produksi padi antara dua daerah irigasi ini cukup besar yaitu 0,44 ton/ha GKP dengan rata-rata hasil produksi di daerah irigasi Mamak sebesar 4,41 ton/ha sedangkan rata-rata hasil di daerah irigasi Kakiang sebesar 4,85 ton/ha GKP. Ini terjadi sebagai akibat dari meningkatnya penggunaan Pupuk (Urea, TSP), air secara umum tidak menjadi masalah, dan adanya peningkatan penggunaan tenaga kerja.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa besarnya koefisien regresi untuk *dummy* musim 0,05972 dan tidak berbeda nyata. Pada musim kemarau petani selain dihadapkan pada permasalahan suplai air, juga dihadapkan pada persoalan pembagian air antara golongan daerah irigasi, yang kadang-kadang untuk mendapatkan air irigasi perlu penjagaan pintu air yang terus-menerus hingga air di areal persawahan betul-betul terpenuhi.

9.3. Efisiensi Penggunaan factor Produksi Perusahatani

Asumsi yang mendasari pengujian secara tradisional efisiensi alokasi yaitu (a) usahatani tersebut menggunakan teknologi yang sama (b) petani produsen dihadapkan pada tingkat harga yang sama pula (Widodo, 1989). Pengujiannya dilakukan dengan membandingkan nilai produksi marginal (*Marginal Value Product*) dengan biaya oportunitas rata-rata usahatani. Langkah-Langkah pengujiannya sebagai berikut : (a) mendapatkan fungsi produksi dengan cara *Ordinary Least Square (OLS)* (b) melakukan estimasi produksi fisik marginal (*marginal physical productivity*) bagi faktor produksi pada tiap *geometric mean* dari *variable* (c) mengubah *marginal physical product* ke dalam nilai dari *marginal physical product* setiap input dengan cara mengalikannya dengan harga output (gabah kering panen) (Widodo, 1989).

Pada musim tanam 1995/1996 penggunaan tenaga kerja ternak dengan rata-rata 12,237 HKT (Hari Kerja Ternak) perusahatani, sewa tenaga kerja ternak Rp. 7055,56/hari, harga gabah (GKP) sebesar 341,89/kg telah optimal. Penggunaan pupuk urea dengan rata-rata sebanyak 201,78 kg perusahatani belum mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 6,276$ ($k > 1$). Ini mengandung pengertian bahwa pada keadaan harga urea Rp. 292,58/kg dengan harga gabah Rp. 341,89/kg penggunaan pupuk urea masih bisa dinaikkan lagi sehingga diperoleh nilai $k=1$ (optimal) dengan syarat terdapat modal usahatani yang cukup. Penggunaan pupuk TSP dengan rata-rata 41,33 kg perusahatani dan harga Rp. 478,87/Kg belum berada pada penggunaan yang optimal dengan besar $k= 5,576$ ($k > 1$). Ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk TSP masih mungkin untuk dinaikkan sedemikian rupa sehingga tercapai titik optimal ($k = 1$). Pada musim tanam 1995/1996 ada

sebanyak 36 orang petani yang tidak menerapkan pupuk TSP dan juga masih ada petani yang menerapkan pupuk TSP kurang dari rata-rata.

Untuk meningkatkan penggunaan pupuk tersebut diperlukan adanya upaya penyuluhan yang intensif. Demikian pula untuk penggunaan benih dengan rata-rata 66,64 kg perusahatani belum mencapai penggunaan yang optimal dengan nilai $k = 9,910$.

Tabel 9.8 : Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	t hitung
Urea	0,218416	158,86	0,856	5.173	1,478	6,276***	3,056
TSP	0,033373	11,112	1,401	7.81	3,628	5,576*	1,767
Benih	0,265397	54,217	1,999	19,816	5,157	9,910***	3,455

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : GM = Geometric Mean

Pxi/Pq = Price Ratio (harga input/harga gabah kering panen)

MP = Marginal Productivity = $b_i (Q/X_i)$

S(MPxi) = Standard Deviation of MP = $S_{b_i} (Q/X_i)$

ki = $M_{pxi} (P_q/P_{xi})$

tk = $(k-1) (P_{xi}/P_q) / S(MP_{xi})$

***) = Signifikan pada tingkat kesalahan 1%

*) = Signifikan pada tingkat kesalahan 10%

$t_{tabel} (1\%) = 2,632$

$t_{tabel} (5\%) = 1,987$

$t_{tabel} (10\%) = 1,662$

NS) = Tidak signifikan

Pembelian pupuk oleh petani di daerah irigasi Mamak Kakiang masih dilakukan secara perorangan, sehingga berakibat biaya transportasi perunit pupuk secara relatif tinggi. Selain itu pengadaan pupuk secara berkelompok belum dilakukan oleh petani. Dengan cara mengaktifkan kelompok tani dalam pengadaan sarana produksi dapat memperkecil biaya transportasi.

Pada musim tanam 1996 penggunaan tenaga ternak sebesar 14,18 HKT perusahatani dengan sewa Rp. 7.161,765/HKT masih dapat dinaikkan, mengingat tenaga ternak relatif lebih mudah didapatkan oleh petani, umumnya petani mempunyai ternak (kerbau, sapi) yang sewaktu-waktu terutama saat pengolahan tanah dapat dipekerjakan atau disewakan. Penambahan penggunaan tenaga kerja ternak harus disesuaikan dengan prinsip pengolahan tanah sebanyak dua kali garu dan dua kali olah. Berbeda dengan

penggunaan pupuk urea dengan rata-rata sebanyak 178,824 kg perusahatani, pada keadaan harga sebesar Rp. 352,647/kg telah mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 7,023$ ($k > 1$).

Tabel 9.9 : Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	t hitung
T. ternak	0,419962	13,263	19,511	0,420	49,408	6,340**	2,109
Urea	0,28886	163,531	0,961	6,747	3,918	7,023 ^{NS}	1,477

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : GM = Geometric Mean

Pxi/Pq = Price Ratio (harga input/harga gabah kering panen)

MP = Marginal Productivity = $b_i (Q/X_i)$

S(MPxi) = Standard Deviation of MP = $S_{b_i} (Q/X_i)$

ki = $M_{pxi} (P_q/P_{xi})$

tk = $(k - 1) (P_{xi}/P_q)/S(MP_{xi})$

**) = Signifikan pada tingkat kesalahan 10%

$t_{table} (1\%) = 2,73$

$t_{table} (5\%) = 2,035$

$t_{table} (10\%) = 1,691$

NS = Tidak signifikan

Pada analisis gabungan musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996, dengan rata-rata penggunaan urea sebanyak 195,484 kg perusahatani, pada keadaan harga sebesar Rp.309/kg belum mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 6,332$ ($k > 1$). Penggunaan pupuk TSP pada analisis gabungan dengan rata-rata 31,007 kg perusahatani harga rata-rata sebesar Rp.493,8/kg berada pada penggunaan yang optimal dengan besar $k = 3,060$ dan secara statistik bahwa k tersebut tidak berbeda nyata dengan satu. Ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk TSP tersebut dipandang dari efisiensi alokatif adalah efisien. Penggunaan benih dengan rata-rata 64,565 kg perusahatani dan harga sebesar Rp.706/kg belum mencapai penggunaan yang optimal.

Tabel 9.10 : Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perusahatani Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996 dan Musim Tanam 1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	t hitung
Urea	0,230885	160,132	0,885	5,607	1,277	6,332***	3,698
TSP	0,028276	12,731	1,415	4,329	1,950	3,060 ^{NS}	1,495
Benih	0,196895	53,517	2,025	14,476	4,389	7,149***	2,837

Sumber : data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : GM = Geometric Mean
Pxi/Pq = Price ratio (harga input/harga gabah kering panen)
MP = Marginal Productivity = $bi (Q/Xi)$
S(MPxi) = Standard Deviation of MP = $Sbi (Q/Xi)$
ki = $Mpxi (Pq/Pxi)$
tk = $(k - 1) (Pxi/Pq) / S(MPxi)$
***) = Signifikan pada tingkat kesalahan 1%
 $T_{table} (1\%) = 2,576$
 $T_{table} (5\%) = 1,96$
 $T_{table} (10\%) = 1,645$
NS) = Tidak signifikan

Pada analisis gabungan dengan rata-rata penggunaan tenaga ternak sebanyak 31,044 HKT perusahatani, pada keadaan sewa sebesar Rp.7.200/ HKT telah mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 1,067$ ($k = 1$) dan secara statistik tidak berbeda nyata dengan satu. Akan tetapi dalam penggunaan tenaga ternak tersebut perlu diperhatikan kualitas kerja, baik kedalaman olahan, lama pembiaran sehabis pengolahan pertama dan penggaruan-nya merata.

Seperti yang telah dikemukakan pada estimasi fungsi produksi dalam rangka mengupayakan penggunaan pupuk urea dan juga pupuk TSP sehingga menjadi efisien yaitu dengan cara menambah dosis pupuk, sebagai konsekuensi logisnya petani harus membeli lebih banyak pupuk, yang berarti petani harus menambah modal usahatani baik melalui pemupukan modal sendiri selama sebelum musim tanam padi tiba atau meminjam modal dari luar (KUT). Hal lain yang dapat dilakukan oleh Petani untuk mengembalikan kesuburan tanah adalah memanfaatkan kotoran ternak atau bahan organik lainnya seperti menanam turi pada pematang lahan sawah.

9.4. Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar

Pada musim tanam 1995/1996 penggunaan pupuk urea dengan rata-rata sebanyak 184,036 kg/ha belum mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 5,495$ ($k > 1$). Ini mengandung pengertian

bahwa penggunaan pupuk urea masih bisa dinaikkan lagi sehingga diperoleh nilai $k = 1$ (optimal) dengan syarat terdapat modal usahatani yang cukup. Penggunaan pupuk TSP dengan rata-rata 34,44 kg/ha dengan jumlah petani yang tidak menerapkan sebanyak 36 orang belum berada pada penggunaan yang optimal dengan sebesat $k = 3.430$ ($k > 1$). Ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk TSP masih mungkin untuk dinaikkan sedemikian rupa sehingga tercapai titik optimal ($k = 1$). Demikian pula untuk penggunaan benih dengan rata-rata 61,55 kg/ha belum mencapai penggunaan yang optimal dengan nilai $k = 6,338$.

Demikian pula dengan penggunaan pupuk urea pada musim tanam 1996. Penggunaan pupuk urea dengan rata-rata sebanyak 201,69 kg/ha, pada keadaan harga sebesar Rp.353,6/kg belum mencapai penggunaan yang optimal, hal ini ditandai dengan besarnya nilai $k = 7,166$ ($k > 1$). Ini mengandung pengertian bahwa penggunaan pupuk urea masih bisa dinaikkan lagi sehingga diperoleh nilai $k = 1$ (optimal) dengan syarat terdapat modal usahatani yang cukup.

Tabel 9.11: Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	T hitung
Urea	0,91972	164,51	0,856	4,702	1,252	5,495***	3,072
TSP	0,036664	10,827	1,406	4,804	1,685	3,430**	2,021
Benih	0,172981	56,205	2,000	12,673	4,366	6,338**	2,446

Sumber : Data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : GM : Geometric Mean

Pxi/Pq : Price Ratio (harga input/harga gabah kering panen)

MP : Marginal Productivity = $b_i (Q/X_i)$

S(MPxi) : Standard Deviation of MP = $S_{b_i} (Q/X_i)$

ki : $MpS_{x_i} (Pq/P_{x_i})$

Tk : $(k-1) (P_{x_i}/Pq)/S(Mp_{x_i})$

***) : signifikan pada tingkat kesalahan 1%

**) : signifikan pada tingkat kesalahan 5%

$T_{tabel} (1\%) : 2,632$

$T_{tabel} (5\%) : 1,987$

$T_{tabel} (10\%) : 1,662$

NS) : tidak signifikan

Hal yang sama dengan penggunaan pupuk urea pada musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996, pada analisis gabungan dengan rata-rata penggunaan sebanyak 188,88 kg/ha, pada keadaan harga sebesar Rp.309/kg belum mencapai penggunaan yg optimal, hal ini ditandai dengan besarnya

nilai $k = 5,718$ ($k > 1$). Ini mengandung pengertian bahwa penggunaan pupuk urea masih bisa dinaikkan lagi sehingga diperoleh nilai $k = 1$ (optimal) dengan syarat terdapat modal usahatani yang cukup.

Penggunaan pupuk TPS pada analisis gabungan dengan rata-rata 35,32 kg/ha harga rata-rata sebesar Rp.493,8/kg berapa pada penggunaan yang optimal dengan besar $k = 2,55$ (secara statistik bahwa k tersebut tidak berbeda nyata dengan satu). Ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk TSP tersebut dipandang dari efisiensi alokatif adalah efisien. Sedangkan penggunaan benih dengan rata-rata 62,116 kg/ha dan harga Rp. 706,7/kg belm mencapai efisiensi secara alokasi sehingga masih dimungkinkan penggunaan benih tersebut unutup ditambah, akann tetapi jika benih tersebut berlabel biru maka jumlah tersebut melampaui batas rekomendasi.

Tabel 9.12 : Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Perhektar Pada Usahatani Padi Derah Irigasi Mamak Kakian Musim Tanam 1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	t hitung
Urea	0,30606	190,566	0,961	6,885	2,340	7,166**	2,532

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan :

- GM = Geometric Mean
- Pxi/Pq = Price Ratio (harga input/harga gabah kering)
- MP = Marginal Productivity = $bi(Q/Xi)$
- S(MPxi) = standard Deviation of MP = $Sbi(Q/Xi)$
- ki = $Mpxi(Pq/Pxi)$
- Tk = $(K-1)(Pxi/Pq)/S(MPxi)$
- ** = Sigifikan pada tingkat Kesalahan 5 %
- $t_{tabel}(1\%) = 2,730$
- $t_{tabel}(5\%) = 2,035$
- $t_{tabel}(10\%) = 1,691$
- NS = Tidak signifikan

Tabel 9.13 : Efisiensi penggunaan faktor produksi perhektar pada usahatani padi daerah irigasi Mamak Kating, musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996

Variabel	bi	GM	Pxi/Pq	Mpxi	S(MPxi)	ki	t hitung
Urea	0,30606	190,566	0,961	6,885	2,340	7,166**	2,532
TSP	0,028316	12,858	1,415	3,608	1,404	2,55**	1,562
Benih	0,123540	57,340	2,025	8,95	3,804	4,42*	1,8121

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan :

GM = Geometric Mean

Pxi/Pq = Price Ratio (harga input/harga gabah kering panen)

MP = Marginal Productivity = $bi (Q/Xi)$

S(MPxi) = Standard Deviation of MP = $Sbi (Q/Xi)$

ki = $Mpxi (Pq/Pxi)$

Tk = $(K-1) (Pxi/Pq)/S(MPxi)$

** = Sigifikan pada tingkat Kesalahan 5%

$t_{\alpha, b, f; t} (1\%) = 2,730$

$t_{\alpha, b, f; t} (5\%) = 2,035$

$t_{\alpha, b, f; t} (10\%) = 1,691$

NS = Tidak signifikan

9.5 Estimasi Faktor yang berpengaruh terhadap keuntungan

Besar-kecilnya keuntungan tergantung pada harga yang diterima oleh produsen baik harga produksi maupun harga faktor produksi yang digunakan dalam perses produksi. Upah tenaga kerja manusia, upah tenaga kerja ternak, harga urea, harga TSP, harga KCL, harga bibit, harga pestisida dan iuran air diduga berpengaruh terhadap keuntungan.

Pada musim tanam 1995/1996, rata-rata harga urea, TSP, KCL, benih, pestisida, iuran air, upah tenaga kerja manusia, upah tenaga ternak, masing-masing diperoleh sebesar Rp. 292,58/kg, Rp. 478,87/kg, Rp. 428/kg, Rp. 683,67/kg, Rp. 15.627/ltr, Rp. 11.661,11/usahatani, Rp. 3088,89/HKO, Rp. 7055,56/hari. Sedangkan rata-rata harga gabah kering panen sebesar Rp. 341,89/kg.

Pada musim tanam 1996 rata-rata harga input cenderung meningkat, khususnya harga urea, TSP, benih, upah tenaga ternak, dengan rata-rata harga masing-masing sebesar Rp. 352,65/kg, Rp 517,06/kg, Rp 767,65/kg, dan Rp 7161,77/hari. Rata-rata pupuk KCl, pestisida, upah tenaga kerja

manusia masing-masing sebesar Rp 408/kg, Rp 12.766,67/ltr, dan Rp 3019/HKO, sedangkan rata-rata harga gabah sebesar Rp 367,059/kg.

Dengan mengalikan harga input tersebut dengan jumlah setiap penggunaan input ditambah biaya lain-lain (penyusutan peralatan, upacara), maka diperoleh jumlah biaya yang dikeluarkan oleh petani selama proses produksi. Sedangkan hasil kali antara hasil produksi dengan harga gabah tersebut, maka didapatkan nilai produksi (*revenue*). Selisih antara penerimaan (*revenue*) dengan biaya yang dikeluarkan disebut keuntungan.

Dalam model, harga faktor produksi variabel (*variabel cost*) yang telah dinormalkan dinyatakan sebagai variabel bebas sedangkan keuntungan yang telah dinormalkan merupakan variabel tergantung.

Secara rinci penerimaann, biaya produksi dan keuntungan usahatani padi daerah irigasi Mamak Kakiang musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996 selengkapnya dapat dilihat pada table 9.14.

Tabel 9.14: Rata-rata penerimaan, Biaya dan Keuntungan Usahatani Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa Musim Tanam 1995/1996 dan 1996

Golongan Irigasi	Penerimaan	Biaya	Keuntungan	Keuntungan
	(Rp. 000) /Farm	(Rp. 000) /Farm	(Rp. 000)/ Farm	(Rp. 000)/ha
A	1399,65	421,401	978,2495	1046,4513
B	2099,718	612,2 996	1473,418	1155,6998
C	1467,018	515,007	980,9029	965,3561
I	1453,575	505,2002	948,3748	912,4074
II	1896,2	556,744	1339,456	896,6059
III	2058,25	524,5075	1533,743	1250,4575
Mamak	1655,462	511,2716	1144,19	1055,8357
	1469,538 ^a	679,21 ^a	790,328 ^a	215 6,886 ^a
Kakiang	1802,675	528,817	1273,858931	1019,8236
	1582,4	650,784 ^a	931,616 ^a	2503,48 ^a
Mamak- Kakiang	1704,533	517,12	1187,41	1043,8317
	1502,73 ^a	676 ^a	826,73 ^a	2258,811 ^a

Sumber: Data Primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : a = Musim tanam 1996

Analisis regresi berganda fungsi keuntungan Cobb-Douglas yang dinormalkan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square (OLS)*. dari analisis regresi tersebut, maka diperoleh koefisien yang menyatakan pengaruh faktor upah tenaga kerja manusia, upah tenaga kerja ternak, harga urea, harga TSP, harga KCl, harga pestisida, dan harga benih terhadap keuntungan usahatani padi baik secara keseluruhan maupun secara parsial. Selanjutnya, lebih spesifik bahwa petani bukan memaksimumkan keuntungan aktual, melainkan keuntungan maksimum yang diantisipasi sebagai akibat adanya perubahan penggunaan input atau keadaan cuaca (Yotopaulus dan Nugent, 1976)

Dari hasil estimasi fungsi keuntungan Cobb-Douglas musim tanam 1995/1996 dan musim tanam 1996 ini tidak ada kaitannya dengan harga input maupun harga output.

Dari model regresi dua musim tanam tersebut baik pada uji keseluruhan maupun uji secara individual menunjukkan perbedaan keuntungan pada tingkat kesalahan yang besar. Keadaan ini ditimbulkan sebagai adanya bias atau kesalahan diluar model (bandingkan dengan efisiensi penggunaan faktor produksi). Menurut Yotopaulus dan Nugent (1976) bahwa fungsi keuntungan yang dinormalkan (*UOP Profit Function*) sangat baik diterapkan pada keragaman perusahaan dengan Produk sama seperti perusahaan besar dan kecil dengan kualitas barang yang berbeda. Selain faktor di luar model juga disebabkan adanya bias persamaan simultan. Yotopaulus dan Nugent (1976) dalam demonstrasi model mengatakan bahwa dalam penggunaan fungsi keuntungan ini telah terjadi pelanggaran asumsi OLS bahwa variabel independent adalah bebas terhadap *error term* dengan sendirinya terjadi bias persamaan simultan.

9.6. Hubungan Tingkat Efisiensi Teknis Dengan Kendala Sosial Ekonomi

Untuk menghubungkan bagaimana hubungan antara tingkat efisiensi teknis usahatani padi dengan kendala social ekonomi di daerah penelitian terlebih dahulu ditentukan besarnya nilai tingkat efisiensi teknis, sehingga dalam bagian ini pe,bahasanya dibagi dalam dua sub bagian.

9.6.1. Pendugaan Tingkat Efisiensi Teknis

Fungsi produksi frontier atau produksi yang paling baik didefinisikan sebagai output yang paling tinggi yang diperoleh dari jumlah input yang digunakan petani dalam proses produksi (Widodo, 1989).

Pendugaan tingkat efisiensi teknis dilakukan dengan menggunakan metode estimasi fungsi produksi *frontier stokastik (stochastic frontier production function)*. Prosedur penggunaan fungsi produksi *frontier* secara lengkap dapat dilihat Kembali pada bab III point 3.6. dalam analisis ini telah dilakukan iterasi

berulang-ulang untuk mendapatkan fungsi produksi frontier yang terletak paling luar. Kendali yang digunakan adalah koefisien determinasi regresi (R^2). jika telah diperoleh koefisien determinasi yang stabil, maka proses iterasi dihentikan.

Proses iterasi untuk estimasi fungsi produksi frontier dalam penelitian ini dihentikan pada iterasi yang kelima. Pada tahap ini peningkatan koefisien determinasi dari iterasi sebelumnya lebih kecil dari satu persen dan dianggap tidak signifikan lagi. Hasil iterasi fungsi produksi frontier dapat dilihat pada tabel 9.15.

Sampai dengan iterasi kelima pupuk urea dan tenaga kerja ternak sudah tidak efisien lagi karena semakin ditambah akan mengurangi produksi, sedangkan variable lainnya berpengaruh nyata pada tingkat kesalahan 1% dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 99,985% dan pada saat ini diperoleh fungsi produksi frontier.

Tabel 9.15 : Hasil Estimasi Koefisien Regresi Fungsi Produksi Frontier Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1995/1996

No.	Variabel	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3	Iterasi 4	Iterasi 5
1	Intercept(LN A)	0,3317	0,5255	0,6403	0,7040	0,7238
2	Luas lahan (LNX1)	0,6277	0,7228	0,7562	0,7597	0,7492
3	T. Ternak (LNX2)	-0,0827	-0,1818	-0,2060	-0,2270	-0,2310
4	Urea (LNX4)	0,0818	0,0316	0,0094	0,0019	-0,0057
5	TSP (LNX5)	0,0598	0,0654	0,0674	0,0682	0,0690
6	Benih (LNX7)	0,2432	0,2361	0,2270	0,2356	0,2524
7	Koef. daterminasi (R^2)	0,9340	0,97667	0,98839	0,99385	0,99587

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Produksi frontier pada musim tanam 1995/1996 berkisar antara 2,0951-46,9555 ton/farm GKP dengan rata-rata 7,2615 to/farm GKP. Produksi frontier pada bagian tengah lebih tinggi dari pada bagian hulu dan hilir, pada musim hujan bagian hulu relatif berkelebihan air sedangkan dibagian hilir sedikit mengalami kekurangan. Produksi frontier dan nilai *Technical Efficiency Rating (TER)* dapat dilihat pada tabel 9.16.

Besarnya nilai TER pada usahatani padi di daerah irigasi Mamak Kakiang musim tanam 1995/1996 berkisar antara 0,214 – 1,2408 dengan nilai rata-rata sebesar 69,94%. Produksi rata-rata secara aktual di tingkat petani sebesar 4,5389 Ton/ha (table 17). Jika dibandingkan dengan produksi sebesar 6,5511 ton/ha GKP maka produksi yang dicapai petani hanya sebesar 69,94 % GKP dari produksi potensial.

Tabel 9.16 : Rata-rata Produksi *Frontier* dan *TER* Pada Berbagai Golongan Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa Musim Tanam 1995/1996

No.	Golongan	Produksi <i>Frontier</i> ton/farm)	Produksi <i>Frontier</i> (ton/ha)	<i>TER</i> (%)
1.	A	6,0789	6,5654	68,81
2.	B	8,8675	6,5888	68,81
3.	C	6,3549	6,8362	68,45
4.	I	6,5232	6,8625	67,36
5.	II	8,9543	6,9334	66,70
6.	III	7,5153	6,7769	65,84
	Rata-rata	7,2615	6,5511	69,84

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Produksi *frontier* (ton/ha) pada musim hujan relatif lebih tinggi dari pada produksi *frontier* musim kemarau. Ada 0,5788 ton/ha perbedaan produksi *frontier* musim hujan dengan produksi *frontier* musim kemarau. Peranan manajemen petani dalam menerapkan sumber daya seperti tenaga kerja, pupuk urea, TSP dan benih dapat memperpendek perbedaan produksi *frontier* dengan produksi petani.

Tabel 9.17: Hasil Estimasi Koefisien Regresi Fungsi Produksi *Frontier* Pada Usahatani Padi Daerah Irigasi Mamak Kakiang Musim Tanam 1996

No.	Variabel	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3	Iterasi 4	Iterasi 5
1.	Intercept (LN A)	0,1687	0,1878	0,1939	0,2014	0,2032
2.	Luas Lahan (LN X1)	0,4581	0,4226	0,3958	0,3929	0,3779
3.	T. ternak (LN X2)	0,3354	0,2772	0,2689	0,2616	0,27720
4.	Urea (LN X4)	0,2866	0,3107	0,3196	0,3214	0,3208
5.	TSP (LN X5)	0,0413	0,0477	0,0532	0,0561	0,0580
6.	Benih (LN X7)	-0,0511	-0,0351	-0,0277	-0,0295	-0,0272
7.	Koef. Determinasi (R ²)	0,93151	0,97894	0,99329	0,99743	0,99915

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Produksi *frontier* pada musim tanam 1996 berkisar antara 2,3357 – 9,5277 ton/farm GKP dengan rata-rata 5,4017 ton/farm GKP. Produksi *Frontier* dan nilai *Technical Efficiency Rating (TER)* dapat dilihat Pada table 9.18.

Besarnya nilai TER pada usahatani padi di daerah irigasi mamak Kakiang musim tanam 1996 berkisar antara 0,3810 – 1,0669 dengan nilai rata-rata sebesar 76,58 %. Produksi rata-rata secara actual ditingkat petani sebesar 4,5368 ton/ha GKP (table 9.18). Jika dibandingkan dengan produksi potensial sebesar 5,9723 ton/ha GKP maka produksi yang dicapai petani hanya sebesar 76,58 % GKP dari produksi protensial.

Tabel 9.18 : Rata-rata Produksi *Frontier* dan *TER* pada Berbagai Golongan Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa Musim Tanam 1996

No. Urut	Daerah Irigasi	Produksi <i>Frontier</i> (ton/farm)	Produksi <i>Frontier</i> (ton/ha)	<i>TER</i> (%)
1.	Mamak	5,4344	6,0695	73,02
2.	Kakiang	5,3231	5,7391	85,12
Rata-Rata		5,4017	5,9723	76,58

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Produksi *frontier* musim kemarau (musim tanam 1996) di daerah irigasi mamak relative lebih tinggi dibandingkan dengan produksi *frontier* di daerah irigasi Kakiang, walaupun secara actual produksi petani di daerah irigasi Kakiang lebih baik daripada produksi petani di daerah irigasi Mamak.

Secara umum, baik pada musim hujan maupun musim kemarau produksi actual petani masih dapat ditingkatkan sehingga mendekati produksi potensial (*frontier*). Hal ini dapat dilakukan dengan cara menerapkan pupuk urea, pupuk TSP, benih berlabel biru karena dengan menambah dosis penggunaannya masih efisien pada tingkat harga yang berlaku (lihat bagian efisiensi alokasi) dapat meningkatkan produksi dan pendapatan (keuntungan).

9.6.2. Hubungan TER dengan Kendala Sosial Ekonomi

Tinggi rendahnya hasil produksi padi tidak hanya dipengaruhi oleh faktor produksi, melainkan ada hubungan dengan faktor sosial ekonomi yang merupakan cerminan dari faktor manajemen. Tanggungan keluarga, pendidikan, umur, status petani dalam kelompok, kredit, kehadiran petani dalam kegiatan penyuluhan, dan pendapatan petani dari luar usahatani merupakan variabel sosial ekonomi yang berhubungan dengan tingkat efisiensi teknis hasil produksi padi.

Variabel pendidikan, kehadiran petani dalam mengikuti penyuluhan, pendapatan luar usahatani dan kredit belum banyak artinya bagi peningkatan produksi padi di daerah irigasi Mamak Kakiang. Ini bisa dilihat dari hubungan variabel tersebut dengan tingkat efisiensi teknis (TER). Hanya ada tiga variabel (tanggungun keluarga, umur, dan status petani dalam kelompok) yang telah banyak berperan terhadap tingkat efisiensi teknis padi di daerah irigasi Mamak Kakiang.

Tabel. 9.19 : Koefisiensi Korelasi antara TER dengan Kendala Sosial Ekonomi Daerah Irigasi Mamak Kakiang, Sumbawa (1995/1996)

No. Urut	Kendala Sosial Ekonomi	(TER)
1.	Tanggungun Keluarga	0,2444**) (2,149)
2.	Pendidikan	-0,0728 (0,993)
3.	Umur	0,2283*) (1,307)
4.	Status dalam kelompok	0,1452°) (0,342)
5.	Kredit	-0,0803 (-0,747)
6.	Kehadiran dalam penyuluhan	0,0729 (1,899)
7.	Pendapatan luar usahatani	-0,2479**) (0,063)

Sumber : Data primer diolah (Abubakar, 1997)

Keterangan : **) = signifikasi pada tingkat kesalahan 5%
 *) = signifikasi pada tingkat kesalahan 10%
 °) = signifikasi pada tingkat kesalahan 15%
 () = nilai t hitung

Variabel pendidikan, kehadiran petani dalam mengikuti penyuluhan, pendapatan luar usahatani dan kredit belum banyak artinya bagi peningkatan produksi padi di daerah irigasi Mamak Kakiang. Ini bisa dilihat dari hubungan variabel tersebut dengan tingkat efisiensi teknis (TER). Hanya ada tiga variabel (tanggungun keluarga, umur, dan status petani dalam kelompok) yang telah banyak berperan terhadap tingkat efisiensi teknis padi di daerah irigasi Mamak Kakiang.

Pendidikan

Pendidikan seseorang (petani) sangat penting peranannya dalam proses pengambilan keputusan, terutama bagi petani dalam hubungan dengan

penggunaan input, bagaimana menggunakan input, di input diperoleh, kapan seharusnya diberikan input tersebut, berapa output yang harus dihasilkan dan kemana output tersebut dijual, bagaimana petani menerima materi penyuluhan dan informasi pembangunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebanyakan petani responden (56,67%) berpendidikan sekolah dasar, ada 13,33 % petani dengan pendidikan sekolah lanjutan pertama, 25,56 % petani berpendidikan sekolah lanjutan tingkat atas dan 2,22 % berpendidikan perguruan tinggi selebihnya tidak pernah sekolah. Keragaman pendidikan ini tidak banyak pengaruhnya terhadap tingkat efisiensi teknis. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi Spearman yang rendah dan negatif (-0,0728). Bertentangan dengan pendapat Mosher (1984) yang mengatakan bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan petani akan semakin responsif dan dinamis terhadap teknologi baru, selain itu secara tidak langsung mempengaruhi petani dalam menjalankan manajemen usahatani. Ini juga bertentangan dengan hasil penelitian Widodo (1989) terhadap petani padi di Jawa Indonesia dengan mengambil contoh di perdesaan Jawa Barat dan Yogyakarta, di mana pendidikan berpengaruh terhadap tingkat efisiensi teknis.

Petani yang berpendidikan tinggi di daerah ini (SLTA, PT) mempunyai pekerjaan pokok di luar usahatani. Tidak jarang petani dalam menjalankan usahatani menyerahkan kegiatan usahatani kepada orang lain. Dan kemungkinan dalam pengetahuan teknologi usahatani tidak berbeda jauh dengan petani pada umumnya, sehingga dalam mencapai produksi yang lebih tinggi nampaknya tidak berbeda dengan petani lain, hal ini diperkuat oleh kenyataan bahwa sampai dengan musim tanam 1995/1996 rekomendasi pemupukan berimbang secara lokal di daerah penelitian belum ditetapkan.

Umur

Petani yang lebih tua boleh jadi merupakan petani terbaik karena mereka memiliki banyak pengalaman dalam usahatani dengan keterampilan yang lebih baik dari para petani lainnya. Akan tetapi boleh jadi mereka juga lebih konservatif atau tetap mempertahankan nilai-nilai lama dan sangat lamban menerima perubahan dan ditinjau dari segi fisik petani yang lebih tua sangat lemah untuk bekerja (Widodo, 1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur petani responden berkisar antara 21-70 tahun dengan rata-rata 38 tahun, di mana 98,89% dari mereka tergolong usia produktif. Dari nilai koefisien korelasi Spearman antara umur dengan TER sebesar 0,2283 (positif) dan berbeda nyata dengan nol artinya hubungannya kuat, atau umur ada hubungannya dengan TER. Ini sejalan dengan hasil penelitian Widodo (1989) yang menyatakan bahwa ada pengaruh umur terhadap TER. Hal ini Terjadi disebabkan oleh pengalaman berusahatani pada sawah beririgasi teknis yang berlangsung sejak tahun 1990/1991, walaupun petani di daerah irigasi ini sebelumnya merupakan petani sawah tadah hujan.

Status Petani dalam berkelompok

Peranan kelompok tani (P3A Malar) dan dinamika serta partisipasi petani merupakan faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam mengadopsi teknologi. Kelompok dapat berperan sebagai ; (a) kelompok belajar (b) unit produksi usahatani dan (c) wahana kerjasama antara anggota kelompok atau antar kelompok dengan pihak lain. Lebih jauh bahwa maju mundurnya kelompok sungguh tergantung kepada pengurus (ketua, sekretaris, dan bendahara) dalam kiprahnya memotivasi, mendinamisasi para anggota dalam rangka menumbuhkembangkan partisipasi anggota dalam kelompok (Abubakar, 1996).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 21,11 persen petani responden tergolong dalam pengurus kelompok dan kebanyakan dari mereka berpendidikan sekolah dasar (63,16%). Dilihat dari usianya, mereka tergolong usia muda dan enerjik untuk suatu kegiatan usahatani dengan rata-rata luas garapan 1,255 ha.

Hubungan antara TER dengan status petani dalam berkelompok adalah positif (0,1452), artinya semakin tinggi status petani dalam kelompok maka semakin tinggi pula nilai TER nya. Hal ini terjadi sebagai akibat adanya partisipasi petani dalam mengurus kelompok, bersamaan dengan itu petani ini lebih leluasa mendapat informasi dari penyuluh, walaupun dalam pengadaan sarana produksi masih dilaksanakan secara individu, dan belum dilaksanakan secara kelompok, demikian juga dalam kegiatan alih teknologi yang masih jarang diikuti petani lain. Oleh karena itu dimasa mendatang dalam rangka meningkatkan efisiensi usahatani didaerah irigasi Mamak Kakiang diperlukan peranan yang maksimal bagi kelompok tani atau P₃A Malar, dalam menyebarluaskan materi penyuluhan (Urea, Tsp, dan benih) kepada petani anggotanya. Selain itu pembinaan petani dari aspek-aspek kelembagaan, dan aspek agribisnis harus dilaksanakan bersamaan dengan pembinaan aspek teknologi.

Kredit Usahatani

Adanya kredit usahatani (KUT) berperan pada permodalan usahatani baik untuk sarana produksi maupun untuk upah tenaga kerja. Petani pada umumnya merasa kekurangan modal usahatani pada saat musim hujan tiba terutama untuk membayar tenaga kerja, dan membeli sarana produksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya ada 16,67 persen petani responden yang memperoleh kredit usahatani. Ada petani yang memanfaatkan kredit selain dari KUD dengan bunga yang relatif tinggi, yaitu meminjam pupuk 50kg dibayar dengan 50kg gabah kering panen setelah panen. Rendahnya jumlah petani yang mendapatkan kredit dari KUD disebabkan petani masih menunggak sebanyak lebih 60% pinjaman musim tanam tahun sebelumnya (1994/1995).

Hubungan antara TER dengan kredit sangat lemah dan negatif (-0,0803), artinya semakin tinggi kredit yang diberikan justru akan menurunkan TER. Ini terjadi sebagai akibat kurang lancarnya penyaluran kredit, pada hal pemberian pupuk tidak tepat waktu dan jumlah tidak banyak manfaatnya bagi pertumbuhan padi. Keterlambatan penyaluran kredit selanjutnya berakibat tidak tepatnya waktu pemberian pupuk atau sarana produksi lainnya pada usahatani. Ini dirasakan oleh sebagian besar petani, baik di daerah irigasi Mamak maupun di daerah irigasi Kakiang.

Tanggungannya Keluarga

Hasil penelitian menunjukkan jumlah tanggungan keluarga di daerah ini rata-rata 4,44 orang dengan kisaran 1-8 orang. Ini dapat difahami mengingat anggota keluarga merupakan sumber tenaga kerja potensial bagi petani yang sewaktu-waktu dapat dimanfaatkan dalam penyelenggaraan usahatani manakala terdapat kekurangan tenaga kerja upahan (*hired labor*). Tanggungan keluarga petani di daerah irigasi Mamak dengan rata-rata 4,45 orang sedangkan tanggungan petani di daerah irigasi Kakiang rata-rata 4,43 orang. Ada hubungan positif antara jumlah tanggungan keluarga dengan TER, artinya semakin banyak jumlah anggota keluarga petani, maka semakin tinggi pula nilai TER. Umur rata-rata tanggungan keluarga adalah tergolong usia produktif (66,67%) sedangkan selebihnya tergolong usia tidak produktif, namun demikian tanggungan keluarga ini masih dapat dimanfaatkan untuk kegiatan seperti penyiangan dan memanen.

Kehadiran Petani dalam Penyuluhan

Ada hubungan yang positif antara TER dengan kehadiran petani dalam mengikuti penyuluhan artinya semakin sering petani mengikuti acara penyuluhan, maka semakin baik TERnya. Jumlah kehadiran petani dalam penyuluhan berkisar antara 1-6 kali dalam satu musim tanam. Kebanyakan di antara mereka (37,78%) mengikuti penyuluhan dua kali. Menurut hasil penelitian bahwa hampir semua penyuluh mengalami kesulitan untuk menghadirkan petani dalam penyuluhan. Ketertarikan petani dalam mengikuti penyuluhan, jika penyuluhan tersebut disertai dengan pemberian bantuan.

Pendapatan Luar Usahatani

Pendapatan luar usahatani mengacu pada bagaimana petani dan keluarganya membagi waktu untuk bekerja baik pada kegiatan bukan usahatani atau pada usahatani orang lain. Dari 90 responden hanya terdapat 34 orang (37,78%) yang mempunyai pendapatan luar usahatani dengan sumber pendapatan dari berdagang, PNS, buruh bangunan, pemburu madu, supir bus, pertukangan atau bekerja pada usahatani orang lain. Kegiatan berdagang dilakukan secara kecil-kecilan pada kios oleh istri dengan pendapatan rata-rata lebih dari Rp. 100.000,00,- setiap bulannya. Bagi pegawai negeri seperti guru dengan gaji >Rp. 200.000,00,- sebulan, bagi mereka yang bekerja dipertukangan dengan

mendapat upah Rp.7.500,-/hari dan upah buruh bangunan Rp.6.000,-/hari mempunyai pendapatan sekitar Rp. 125.000,-sebulan, sedangkan bagi petani pencari madu dan buruh usahatani bersifat musiman sehingga pendapatan demikian kecil.

Adanya pendapatan petani luar usaha tani justru berhubungan negatif dengan tingkat efisiensi teknis (TER) dengan nilai -0,2479 dan berbeda nyata dengan tingkat kesalahan 5% yang berarti bahwa semakin tinggi pendapatan petani diluar usaha taninya akan berakibat pada manurunya nilai TER. Hal ini berbeda dengan hasil pertemuan Widodo (1989), di mana pendapatan luar usahatani pedesaan jawa Indonesia (Rancaudik) berpengaruh positif terhadap tingkat efisiensi teknis. Berbeda dengan petani di daerah ini di mana mereka berstatus sebagai pegawai negeri di mana sebagian besar waktunya digunakan untuk mengajar, demikian juga dengan petani yang sambilan berdagang, pertukangan dan supir bus dengan mendapatkan penghasilan yang lebih besar cenderung mengurangi waktu untuk bekerja di usahatannya. Adanya tambahan pendapatan luar usahatani belum banyak digunakan untuk keperluan usahatani, melainkan untuk menambah modal usaha, untuk keperluan Pendidikan putranya atau keperluan lainnya.

Daftar Pustaka

- Abubakar, 1996. Pengembangan Agribisnis Pada Lahan Kering Kawasan Timur Indonesia Melalui Pembinaan Kelompok Tani. Makalah Seminar Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- 1997. Efisiensi dan Kendala Sosial Ekonomi Dalam Usahatani Padi Di Daerah Irigasi Mamak Kakiang Sumbawa. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Baharuddin, 1996. Penerapan Pemupukan Berimbang Di Daerah Irigasi Mamak-Kakiang Sumbawa NTB. Laporan Penelitian Hibah Bersaing ¼ Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 1995/1996. Fakultas Pertanian Unram.
- Beattie, B.R. dan Taylor, C.R.; 1994. *Ekonomi Produksi* . Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bilas, R.A. ; 1982 *Teori Ekonomi Makro*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Bintoro G., 1986. Identifikasi dan Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Peningkatan Produksi Padi Sawah. Tesis S2. Fakultas Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Debertin, David L; 1986. *Agricultural Production Economics*. University Of Kentucky. Macmillan Publishing Company, New York.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan NTB, 1993. Laporan Kegiatan TIPP Daerah Irigasi Mamak Sumbawa. Dinas Pertanian Tanaman Pangan NTB. Mataram.
- Sumbawa, 1995. Laporan Tahunan Kegiatan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sumbawa. Diperta Sumbawa. Sumbawa.

- Sumbawa, 1996. Laporan Tahunan Kegiatan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sumbawa. Diperta Sumbawa. Sumbawa.
- Drapper N. R. dan Smith H.; 1981. *Applied Regression Analysis*. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Elrenberg R.G and Smith R.S., 1988. *Modern Labor Economics Theory and Public Policy*. Scott, Foresman and Company. Glenview, Illinois Boston London.
- Fajarningsih, Rhina Uchyati; 1992. Pengaruh Program Intensifikasi Terhadap Efisiensi Usahatani Padi di Kabupaten Sragen. Tesis S-2 . Fakultas Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Fakultas Pertanian Unram, 1990. Laporan Kegiatan Pelatihan Petugas TIPP Wilayah Pengairan Mamak Sumbawa. Faperta Unram. Mataram.
- , 1993. Laporan Kegiatan Pelatihan Petani TIPP Wilayah Pengairan Mamak Sumbawa. Faperta Unram. Mataram.
- Gomes, et al, 1983. *Tecniques For Field Experimente With Rice Lay Out/ Sampling soures of Error*. Los Banos. IRRI.
- Greene, W.H., 1990. *Econometric Analysis*. Mac.Millan Publishing Company. New York.
- Gujarati, Darador; 1988. *Ekonomitrika Dasar*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Haryati Y., 1990. Efisiensi Relatif dan Pengaruh Informasi Pada Usahatani Tebu di Lahan Kering (Suatu Kasus di Dua Desa Wilayah P. G. Krebet Baru Malang). Tesis S2 KPK Unibraw Malang.
- Hayammi dan Ruttan, 1971. *Agricultural Development An International Perspective*. The John Hopkins Press. London.
- Iskandar, 1988. Pengaruh Program Supra Insus terhadap Efisiensi Usahatani Padi di Sleman . Skripsi. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Johanes dan Handoko, 1982. *Pengantar Matematika Untuk Ekonomi*. LP3ES. Jakarta.
- Lau, L.J. and Yotopaulus P.A, 1972. Prodit, Supply, and Factor Demand Function. *American Journal of Agricultural Economice* Vol.54, No.1, Februari 1972.
- Mubyarto, 1977. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. LP3ES. Jakarta.
- Nazir, M., ; 1983. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Rachmad M., 1994. Analisis Efisiensi Usahatani Jagung Pada Lahan Tegal (Kasus Kecamatan Sukodono, Lumajang Jawa Timur. Tesis S2. Fakultas Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Sapuan, 1995. Beberapa Tantangan dan Strategi Pembangunan Pangan Menghadapi Era Globalisasi Ekonomi. Bahan Seminar Terbatas. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Seitz, W.D., 1970. The Measurement of Efficiency Relative to a Frontier Production Function. *American Journal of Agricultural Economics*. 54(2) p. 505-511.
- Siegel S., 1992. *Statistik Nonparametrik. Untuk Ilmu-Ilmu Sosial*. Gramedia. Jakarta.

- Soekartiwi, 1987., *Teori dan Aplikasinya Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian*. Penerbit Rajawali. Jakarta.
- , 1990. *Teori Ekonomi Produksi. Dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Cobb-Douglas*. Rajawali Press. Jakarta.
- Sudradjat, M. SW.; 1983. *Mengenal Ekonometrika Pemula*. Penerbit Armico. Bandung.
- Suharno, 1995. *Analisis Efisiensi dan Pendapatan Usahatani Tebu dan Padi pada Lahan Sawah Beririgasi di Kabupaten Bantul*. Tesis S2. Fakultas Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Sularso K.E., 1992 *Analisis Efisiensi Produksi pada Usahatani Nilam di Kabupaten Banyumas*. Tesis S2. Fakultas Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Sumodiningrat, Gunawan; 1995. *Pengantar Ekonometrika*. BPFE UGM. Yogyakarta.
- Tan, B.T.; Lavidhaya, K.A.; Singh, LJ; Film, J.C; Ong, S.E.; 1980 *Farm Management Teaching in Asia*. *The Agricultural Development Council*. Ino. Bangkok.
- Widodo S., 1986. *An Econometric Study of Rice Production Efficiency Among Rice Farmer In Irrigated Low Landa Villages in Java, Indonesia*. Tokyo University of Agricultural. Tokyo.
- , 1986. *Total Factor Productivity and Frontier Production Function*. Agroekonomi. Jurusan Sosek. Pertanian Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta Indonesia.
- , 1989. *Production Efficiency of Rice Farmer in Java Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Yotopaulus P.A and Lau L. J., 1973. *A Test of Relatif Economic Efficiency : Some Further Results*. *American Economic Review I*. Vol.63 No.1. p. 214-223.
- and Nugent J.B., 1976. *Economics of Development*. Harper and Row Pub. New York.

Bab 10

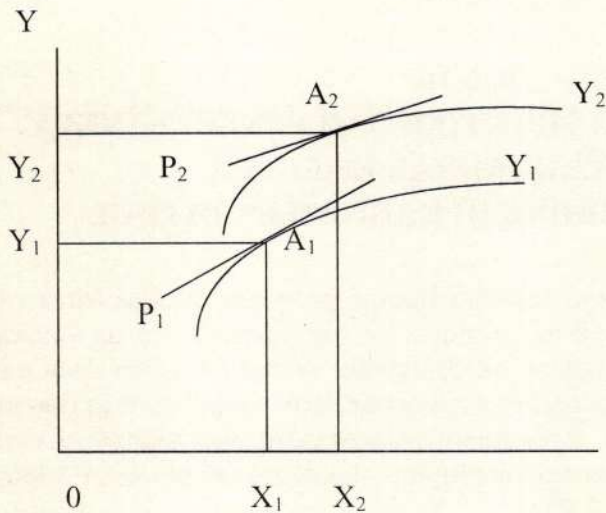
FUNGSI PRODUKSI FRONTIER DAN PENERAPANNYA PADA PENGUKURAN EFISIENSI USAHATANI JAGUNG DI KABUPATEN BLITAR

Pada Bab ini menjelaskan tentang Fungsi produksi, produktivitas, dan efisiensi produksi baik efisiensi produksi teknis, efisiensi harga (alokasi) maupun efisiensi ekonomi. Uraian ini dilengkapi dengan analisis data pada usahatani jagung dengan menggunakan biochar berikut input lainnya dan juga tanpa menggunakan biochar. Data dalam analisis yang digunakan seluruhnya dari hasil penelitian selama mengikuti program doktor pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM).

10.1. Fungsi Produksi, Produktivitas Dan Efisiensi Produksi

Hubungan teknis antara input yang digunakan dengan output yang dihasilkan atau disebut sebagai hubungan antar faktor disebut sebagai fungsi produksi, di mana menurut Bishop dan Toussaint (1986) secara matematis menggambarkan jumlah produk tertentu yang dihasilkan bergantung pada jumlah input atau faktor produksi tertentu yang digunakan. Selain faktor produksi, teknologi menurut Nicholson (1998) juga merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan proses produksi. Perubahan teknologi akan mempengaruhi perubahan proses produksi dan output yang dihasilkan. Dalam bidang pertanian perubahan teknologi pada umumnya memiliki dua dampak yang spesifik, yaitu akan membentuk fungsi produksi baru yang lebih tinggi dengan tingkat penggunaan input dalam jumlah tetap, dan jumlah output yang diperoleh sama namun dengan penggunaan input lebih sedikit sehingga biaya produksi menurun (Gathak dan Ingersent, 1984). Secara grafik perubahan teknologi dapat digambarkan sebagai pergeseran fungsi produksi ke atas dan positif.

Pada gambar 10.1, X menunjukkan jumlah input yang digunakan dan Y adalah output yang dihasilkan. Kurva Y_1 menunjukkan fungsi produksi sebelum adanya perbaikan teknologi, sedangkan Y_2 adalah fungsi produksi setelah adanya perbaikan teknologi. P_1 dan P_2 adalah rasio antara harga input (P_x) dengan harga output (P_y) atau secara matematik dapat dirumuskan sebagai P_x/P_{y_1} sebelum adanya perbaikan teknologi dan P_x/P_{y_2} setelah adanya perbaikan teknologi. Pergeseran kurva fungsi produksi ke atas atau secara vertikal sebagai dampak peningkatan teknologi memiliki implikasi terhadap beberapa hal, antara lain : rata-rata produksi per unit input atau Y/X_1 menjadi naik, dan produk marjinal per unit input atau $\Delta Y/\Delta X_1$ juga naik (Sudarsono, 1986).



Gambar 10.1. Dampak perubahan teknologi terhadap fungsi produksi
(Sumber : Gathak dan Ingersent, 1984)

Produksi secara diagramatis dapat digambarkan sebagai seperangkat input dalam jumlah tertentu yang diaplikasikan melalui proses produksi untuk menghasilkan sejumlah output dalam jumlah tertentu pula. Hal ini sejalan dengan pengertian produksi menurut Adegeye dan Dittoh (1985), Beattie dan Taylor (1985), merupakan proses perubahan atau transformasi input menjadi output atau hasil kombinasi dan koordinasi beberapa material berupa input, faktor, sumber daya atau jasa produksi untuk menciptakan suatu barang atau jasa yang dalam istilah ekonomi disebut output atau produk. Jika produksi menjelaskan proses transformasi input menjadi output maka, produktivitas lebih mengarah pada efisiensi penggunaan input produksi yang ditransformasikan menjadi output dalam proses produksi tersebut. Produktivitas secara matematis merupakan rasio atau perbandingan antara hasil riil yang dicapai di tingkat usahatani dengan penggunaan seluruh sumber daya. Secara teknis pengertian produktivitas adalah upaya untuk mencapai efisiensi produksi dengan dukungan ilmu dan teknologi, sedangkan efisiensi merupakan rasio atau perbandingan antara output dan input secara fisik, di mana semakin tinggi rasio tersebut maka semakin tinggi pula tingkat efisiensi yang dicapai. Hal ini sejalan dengan Yotopoulos dan Nugent (1976), efisiensi produksi merupakan capaian output maksimum atas penggunaan sumberdaya dalam jumlah tertentu, di mana jika output yang dihasilkan lebih besar dari sumberdaya yang digunakan maka tingkat efisiensi yang dicapai semakin tinggi. Secara teoritis produktivitas dan efisiensi dapat ditingkatkan dengan jalan meminimalkan penggunaan input atau memaksimalkan capaian output. Terkait dengan hal tersebut maka hubungan fisik antara input yang digunakan dengan output yang dihasilkan dalam sistem produksi merupakan fungsi dari karakteristik teknologi (Pindyck and Rubinfeld, 2007).

Metode sederhana untuk mengukur capaian efisiensi di tingkat petani berdasarkan data observasi langsung, dalam kasus output tunggal tetapi dengan melibatkan banyak input, mula-mula digunakan dan diperkenalkan oleh Farrell (1957), yang selanjutnya mengembangkan literatur sebagai landasan teori untuk melakukan estimasi empiris terkait efisiensi teknis atau *technical efficiency* (TE), efisiensi alokatif atau *allocative efficiency* (AE), dan efisiensi ekonomi atau *economic efficiency* (EE).

Efisiensi teknis sebagai upaya pencapaian hasil tertinggi merupakan kemampuan seorang produsen untuk mendapatkan output maksimum dari kombinasi penggunaan sejumlah input. Efisiensi teknis mengukur jumlah produksi yang dapat dicapai dari seperangkat input dalam jumlah tertentu (Widodo, 2008). Efisiensi teknis menggambarkan keadaan pengetahuan teknis dan modal tetap yang dikuasai produsen, dan keadaan tersebut sering disebut sebagai efisiensi jangka panjang. Efisiensi teknis berkaitan dengan kemampuan yang dimiliki petani dalam memproduksi pada usahatani yang digambarkan oleh kurva isokuan tertinggi atau dalam bahasa ekonomi disebut sebagai *frontier isoquant*. Dalam bahasa lain disebutkan sebagai kemampuan produsen untuk memproduksi pada tingkat output tertentu dengan menggunakan input minimum pada tingkat teknologi tertentu. Dengan menggunakan faktor produksi yang sama seorang produsen dikatakan lebih efisien secara teknis dibanding produsen lain, apabila mampu menghasilkan produk lebih tinggi secara konsisten (Lau dan Yotopoulos, 1971). Pencapaian efisiensi teknis yang diikuti dengan tercapainya efisiensi alokatif akan menghasilkan efisiensi ekonomi dan bila hal tersebut terjadi maka usahatani disebut efisien secara umum (Soekartawi, 1993).

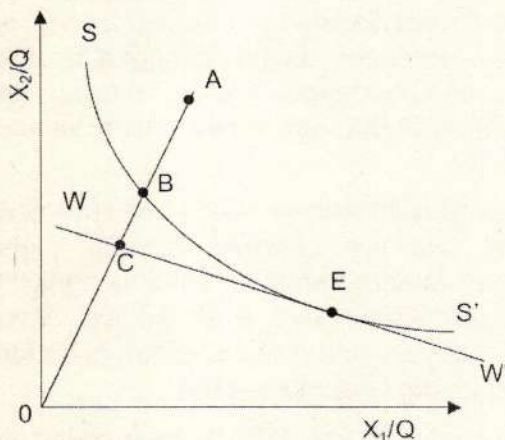
Efisiensi sebagai kemampuan seorang produsen (petani) untuk menghasilkan sejumlah output (produk) pada kondisi minimisasi rasio biaya input (Soekartawi, 1993), selanjutnya efisiensi alokatif dikatakan tercapai apabila nilai produk marjinal (NPM) sama dengan harga faktor produksi yang bersangkutan (P_x). Farrell (1957), mendefinisikan efisiensi alokatif atau efisiensi harga sebagai kemampuan produsen dalam menentukan tingkat penggunaan input minimum pada usahatani dengan tingkat teknologi tetap. Efisiensi harga berhubungan dengan keberhasilan petani dalam mencapai keuntungan maksimum (Widodo, 2008).

Efisiensi ekonomi akan tercapai apabila secara teknis maupun secara alokatif usahatani efisien, dengan kata lain efisiensi ekonomi sebagai kemampuan yang dimiliki oleh produsen dalam memproduksi untuk menghasilkan sejumlah output yang telah ditentukan sebelumnya. Pada kondisi tersebut kombinasi antara faktor produksi (input) dan output akan berada pada fungsi produksi *frontier* dan jalur perluasan usaha (*expansion path*).

Aigner *et al*, (1977), Meeusen and Broeck (1977), memperkenalkan model analisis efisiensi dan inefisiensi dalam usahatani yang dapat diketahui

melalui fungsi produksi stokhastik *frontier* (*Stochastic Production Frontier*). Pendekatan tersebut diperkenalkan secara lebih luas dengan hubungan antara faktor produksi dan produksi pada kondisi *frontier* ditunjukkan oleh titik-titik pada garis isokuan. Garis isokuan merupakan tempat kedudukan titik-titik yang menunjukkan kombinasi penggunaan input untuk menghasilkan produksi yang optimal, secara lengkap disajikan pada gambar 10.2.

Pada Gambar 10.2, diasumsikan perusahaan menggunakan dua input (X_1 dan X_2) untuk menghasilkan satu output (Q) dengan asumsi skala hasil konstan. SS' merupakan kurva isokuan perusahaan yang paling efisien, dan dapat digunakan untuk mengukur efisiensi teknis. Jika sebuah perusahaan menggunakan jumlah input pada titik A untuk menghasilkan satu unit output, maka perusahaan berada pada posisi inefisiensi teknis yang besarnya sama dengan jarak AB, karena dengan output yang sama jumlah input yang digunakan lebih banyak. Pada tingkat tersebut jumlah input yang digunakan dapat dikurangi secara proporsional tanpa penurunan output. Hal tersebut dinyatakan dalam rasio BA / OA , yang merupakan persentase dimana semua input harus dikurangi untuk mencapai produksi yang secara teknis efisien. Efisiensi teknis (TE) perusahaan berkisar antara 0 dan 1, dan untuk mengukurnya sering digunakan rasio: $TE = OB / OA$. Bila $TE = 1$ maka produsen disebut efisien secara teknis (dan tidak efisien bila nilai TE kurang dari 1). Contohnya di titik B perusahaan dapat mencapai efisiensi teknis karena titik B berada pada kurva isoquant yang efisien. Rasio harga input, ditunjukkan oleh kemiringan garis isocost WW' , yang juga dikenal sebagai efisiensi alokatif (AE) di titik A yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus $AE = OC/OB$. Penurunan biaya produksi dengan jarak dari B ke C terjadi apabila produksi tercapai dengan efisien baik secara alokatif maupun efisien secara teknis yaitu pada titik E sedangkan pada titik B efisien secara teknis tapi tidak efisien secara alokatif.



Gambar 10.2. Kurva Efisiensi Produksi (Sumber : Farell, 1957; Soekartawi, 1994; Coelli *et al.* 1998; Abubakar, 1997)

Efisiensi ekonomi (EE) dirumuskan sebagai $EE = OC / OA$. Jarak dari A ke C juga merupakan pengurangan biaya produksi jika perusahaan memproduksi pada titik C dengan efisiensi teknis dan alokatif, sedangkan pada titik A menunjukkan in efisiensi baik secara teknis maupun secara alokatif. Efisiensi ekonomi akan tercapai apabila efisiensi teknis dan alokatif telah tercapai.

Ada empat implikasi kebijakan yang dapat dihasilkan dari pembahasan tentang efisiensi teknis, alokatif, dan efisiensi ekonomi menurut Ellis (1988) dan Saptana (2012), antara lain : (a) jika petani dibatasi oleh teknologi yang tersedia, maka hanya perubahan teknologi maju dan mampu diakses petani yang dapat meningkatkan kesejahteraan petani, (b) jika diasumsikan petani secara alokatif responsif terhadap perubahan harga, maka mengatur harga input dan output melalui kebijakan skema kredit dan subsidi pupuk dimungkinkan mempunyai pengaruh yang sama pada biaya yang lebih rendah, (c) jika inefisiensi terjadi akibat ketidaksempurnaan pasar, maka perbaikan dalam sistem pasar dan pemasaran merupakan langkah yang tepat, dan (d) apabila petani secara teknis diketahui tidak efisien, maka pendidikan, pelatihan dan penyuluhan pertanian bagi petani serta pengalaman dalam praktek usahatani perlu ditingkatkan. Upaya menurunkan inefisiensi teknis menurut Saptana (2012) dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain : meningkatkan luas lahan garapan, meningkatkan sumber pendapatan *on farm* maupun *off farm*, meningkatkan pendidikan formal petani, meningkatkan pengalaman usahatani, meningkatkan pengetahuan teknis produksi, meningkatkan akses petani pada pasar input dan output, meningkatkan partisipasi petani dalam kelompok tani dan melakukan kegiatan pasca panen secara benar.

10.2. Pengukuran efisiensi

Fungsi produksi *stochastic frontier analysis* (SFA), merupakan alat analisis yang dapat diaplikasikan untuk pengukuran efisiensi produksi. Metode tersebut menggunakan estimasi fungsi *frontier*, yaitu setiap input yang digunakan dalam proses produksi memiliki kemampuan maksimum dan optimal. Pengukuran efisiensi dengan pendekatan *stochastic frontier* menggunakan metode ekonometrika. Dalam hal ini Farrell (1957) menggunakan pengukuran yang terdiri dari komponen efisiensi teknis, efisiensi alokatif, dan efisiensi ekonomi. Dalam pengukuran efisiensi tersebut diasumsikan bahwa dalam fungsi produksi produsen beroperasi efisien secara penuh, kemudian Farrell (1957) menyarankan fungsi diestimasi berdasarkan data sampel dengan menggunakan *nonparametric piecewise linear technology* atau fungsi parametrik, misalnya model Cobb-Douglas.

Bauer (1990) menjelaskan manfaat penerapan model *frontier* yang banyak digunakan dalam mengukur efisiensi usahatani, antara lain, pertama; istilah *frontier* konsisten dengan teori ekonomi perilaku optimisasi, kedua; *frontier* yang diaplikasikan dengan tujuan untuk pengukuran efisiensi teknis dan perilaku unit ekonomi, memiliki interpretasi alami sebagai pengukur efisiensi, dan ketiga; informasi yang membahas efisiensi relatif unit ekonomi memiliki

banyak implikasi kebijakan yang dapat diimplementasikan. Di sisi lain Aigner et al, (1977), dan Meeusen and Broeck (1977) yang pertama memperkenalkan fungsi produksi *Stochastic Frontier*, di mana bentuk awalnya merupakan fungsi produksi yang spesifikasinya diperuntukkan bagi data *cross-section* dan *error term* yang dihasilkan memiliki dua komponen, yaitu *error term* pertama disebabkan oleh *random effects* yang tidak dapat dikendalikan petani dan yang lain disebabkan oleh inefisiensi teknis atau faktor manajemen yang dapat dikendalikan oleh petani sebagai produsen. Model yang dimaksud dirumuskan dalam bentuk persamaan matematika sebagai berikut.

$$Y_i = X_i\beta + (V_i - U_i), \quad i=1, \dots, n \dots \dots \dots (10.1)$$

Keterangan :

- Y_i = output dari proses produksi (logaritma Y_i) usahatani ke-i;
- X_i = vektor kx 1 dari transformasi jumlah output usahatani ke-i;
- β = vektor dari parameter yang tidak diketahui;
- V_i = variabel random yang diasumsikan IID (*identically independently distributed*). $N(0, \sigma^2)$;
- U_i = variabel *non-negative random* yang diasumsikan disebabkan oleh inefisiensi teknis dalam produksi dan juga sering diasumsikan sebagai IID, $N(0, \sigma_u^2)$.

Spesifikasi awal tersebut sampai saat ini telah banyak digunakan sebagai aplikasi empiris. Dalam perkembangannya spesifikasi tersebut juga telah mengalami perubahan dan perluasan dalam berbagai metode. Perluasan yang dimaksud mencakup asumsi distribusi umum untuk U_i , misalnya *truncated normal distributions* maupun *two parameter gamma distributions*, pertimbangan terhadap data panel dan waktu dari variasi efisiensi teknis, perluasan dalam metodologi untuk fungsi biaya dan persamaan sistem estimasi. Pembahasan yang komprehensif tentang spesifikasi dan model *Stochastic Frontier* dapat ditemukan pada beberapa literatur, antara lain Forsund et al. (1980), Schmidt (1986), Bauer 1990) dan Greene (1993). Sedangkan Battese and Coelli (1988) menggunakan fungsi produksi *stochastic frontier* untuk panel data yang tidak seimbang dan memiliki pengaruh terhadap perusahaan yang diasumsikan terdistribusi sebagai *truncated normal random* yang juga dimungkinkan bervariasi menurut waktu. Model yang dimaksud dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (V_{it} - U_{it}), \quad i=1, \dots, N, t=1, \dots, T, \dots \dots \dots (10.2)$$

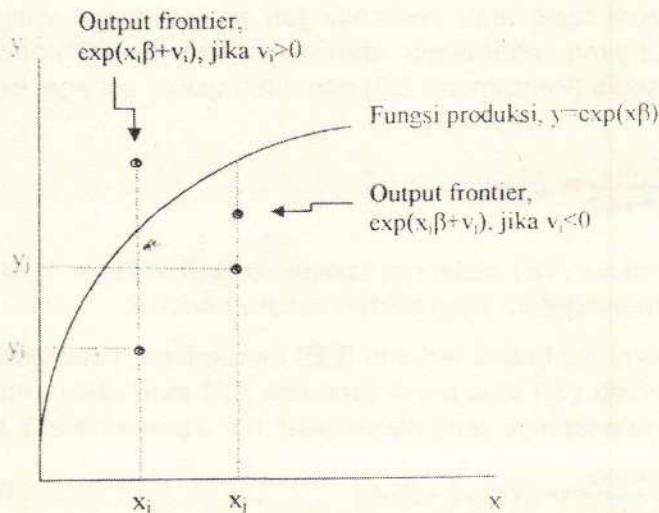
Keterangan :

- Y_{it} = merupakan logaritma dari produksi produsen ke-i dan periode waktu ke-t;
- X_{it} = merupakan vektor k x 1, merupakan transformasi dari kuantitas input perusahaan ke-i dalam periode waktu ke-t;
- β = merupakan vektor parameter yang tidak diketahui;
- V_{it} = merupakan variabel random yang diasumsikan IID $N(0, \sigma^2)$, dan independen dari $U_{it} = (U_i \exp(\eta(t-T)))$
- U_{it} = merupakan variabel random yang diasumsikan disebabkan oleh inefisiensi teknis dalam produksi dan diasumsikan sebagai IID dan *truncations at zero* dari distribusi $N(\mu, \sigma_u^2)$, adalah parameter untuk diestimasi dan panel data tidak perlu komplit (misal, panel data tidak seimbang).

Parameter yang dikembangkan oleh Battese dan Corra (1977) menggantikan σ_v^2 dan σ_u^2 dengan $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ dan $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$. Analisis tersebut dilakukan dengan perhitungan *maximum likelihood estimates* (MLE), dengan parameter γ harus berada antara 0 dan 1. Hal ini dimaksudkan agar tersedia nilai awal yang baik bagi penggunaan proses *iterative* maksimisasi seperti yang diusulkan Davidon-Fletcher-Powell (DFP) *algorithm*. Dalam setiap model statistik *stochastic frontier*, simpangan yang mewakili *statistical noise* diasumsikan independen dan identik atau IID dan terdistribusi normal. Asumsi distribusi yang sering digunakan adalah setengah normal.

Fungsi *likelihood* dalam hal ini *maximum likelihood estimators* dapat dihitung, jika dua simpangan yaitu v_i dan u_i diasumsikan bersifat independen satu sama lain dan independen terhadap input produksi (x_i), serta digunakan asumsi distribusi spesifik secara berturut-turut normal dan setengah normal.

Metode estimasi lain yang dapat digunakan dalam analisis efisiensi adalah metode *Ordinary Least Square* (OLS) dengan mengevaluasi konstanta dan menambahkan penduga konsisten $E(u_i)$ berdasarkan momen yang lebih tinggi. Pada kasus setengah normal, digunakan momen ke dua dan ke tiga dari residual kuadrat terkecil atau disebut CLOS (*Corrected Ordinary Least Square*). Nilai $(v_i - u_i)$ dapat diperoleh setelah model diestimasi. Dalam hal ini penduga untuk u_i juga diperlukan. Kemungkinan yang paling relevan menurut Jondrow *et al* (1982) adalah $E(u_i | v_i - u_i)$ yang dievaluasi berdasarkan nilai-nilai $(v_i - u_i)$ dan parameter-parameternya, selanjutnya dijelaskan bahwa formula $E(u | v - u)$ untuk kasus normal dan setengah normal. Model dasar statistik *stochastic frontier* digambarkan pada kurva seperti disajikan dalam gambar 10.3.



Gambar 10.3. Fungsi Produksi *Stochastic Frontier* (Sumber : Coelli *et al.* 1998)

Keunggulan penggunaan analisis *stochastic frontier* adalah dimasukkannya gangguan acak (*disturbance term*), kesalahan pengukuran dan kejutan eksogen yang berada di luar kontrol petani, sedangkan kelemahan analisis *stochastic*

frontier antara lain: teknologi yang dianalisis harus diformulasikan oleh struktur yang cukup rumit, distribusi simpangan satu sisi harus dispesifikasi sebelum mengestimasi model, struktur tambahan harus dikenakan terhadap distribusi inefisiensi teknis, dan analisis ini sulit diterapkan untuk usahatani dengan output lebih dari satu. Komponen nyata model *stochastic frontier* adalah $f(x_i; \beta)$ yang digambarkan dengan asumsi memiliki karakteristik *decreasing return to scale*. Penerapan model tersebut dapat diasumsikan dengan kegiatan produksi dari dua orang petani yang digambarkan dengan simbol i dan j . Petani i dalam kegiatan usahatannya menggunakan input sebanyak x_i dan memperoleh output sebesar y_i . *Output frontier* petani i adalah y_i^* , di mana output tersebut melampaui nilai output dari fungsi produksi deterministik yaitu $f(x_i; \beta)$. Hal ini dapat terjadi karena dalam proses produksinya petani i dipengaruhi oleh kondisi yang serba menguntungkan, misalnya irigasi yang baik, sinar matahari yang cukup, tidak ada serangan hama/penyakit maupun gulma, sehingga variabel v_i memiliki nilai positif. Petani j menggunakan input sebanyak x_j dan memperoleh output sebesar y_j , namun demikian *output frontier* petani j sebesar y_j^* berada di bawah bagian yang pasti dari fungsi produksi. Hal ini disebabkan karena dalam kegiatan produksi petani j dipengaruhi oleh kondisi yang kurang menguntungkan, misalnya kekeringan, serangan hama/penyakit, terlalu banyak air, sehingga v_j bernilai negatif. *Output frontier* yang tidak dapat diobservasi berada di bawah fungsi produksi deterministik yaitu $f(x_j; \beta)$. Pada kasus kedua, hasil yang dicapai petani j berada di bawah fungsi produksi *frontier* $f(x_j; \beta)$.

Efisiensi teknis (TE) usahatani tertentu menurut Jondrow *et al* (1982) digambarkan sebagai rasio atau perbandingan antara output yang diamati (Y_i) dengan output yang seharusnya atau output tertinggi (Y_i^*) pada tingkat teknologi yang tersedia (Persamaan 2.3) dan dirumuskan sebagai berikut :

$$TE = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{E(Y_i | v_i, x_i)}{E(Y_i | v_i, x_i, \epsilon_i)} = E[\exp(-U_i | \epsilon)] \dots \dots \dots (10.3)$$

Nilai efisiensi teknis (TE) mulai nol sampai satu ($0 < TE_i < 1$), di mana 1 menunjukkan suatu usahatani yang efisien secara penuh.

Efisiensi ekonomi usahatani tertentu (EE) merupakan rasio antara biaya minimum yang diamati dari total biaya produksi (C^*) atau rasio antara biaya aktual dengan biaya potensial yang dirumuskan pada persamaan 2.4 :

$$EE = \frac{C_i}{C_i^*} = \frac{E(C_i | v_i, x_i, \epsilon_i)}{E(C_i | v_i, x_i)} = E[\exp(-U_i | \epsilon)] \dots \dots \dots (10.4)$$

Efisiensi ekonomi usahatani didekati dengan model estimasi fungsi biaya *stochastic frontier* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$C_i = g(Y_i, P_i; \alpha) + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \dots \dots \dots (10.5)$$

Keterangan:

- C_i = total biaya produksi,
- Y_i = output yang dihasilkan,
- P_i = harga input,
- α = parameter fungsi biaya
- ε_i = *error term*

Inefisiensi diasumsikan selalu meningkatkan biaya, oleh karena itu komponen kesalahan memiliki tanda positif (Coelli et al., 1998).

Efisiensi ekonomi memiliki nilai antara 0 dan 1. Dikatakan efisien apabila nilai $EE=1$ dan tidak efisien apabila $EE > 1$, oleh karena itu ukuran efisiensi alokatif (AE) usahatani diperoleh dari efisiensi teknis dan ekonomi dan dirumuskan sebagai berikut:

$$AE = \frac{TE}{TE} \dots \dots \dots (10.6)$$

Efisiensi alokatif (AE) juga memiliki nilai antara 0 dan 1 ($0 < AE < 1$). Dikatakan efisien secara alokatif bila $AE=1$ dan tidak efisien bila $AE > 1$.

10.3. Fungsi Produksi Stochastic Frontier Pada Usahatani Jagung di Lahan Kering Blitar Selatan

Hasil analisis fungsi produksi *stochastic frontier* dengan menggunakan metode pendugaan model MLE (*maximum likelihood estimation*) pada penelitian ini menghasilkan nilai-nilai yang diperoleh melalui aplikasi program *frontier 4.1*, di mana pada tahap awal analisis menghasilkan nilai berdasarkan metode OLS (*ordinary least square*). Metode ini menghasilkan dugaan nilai parameter yang menjelaskan tingkat kinerja rata-rata (*best fit*) produksi yang dicapai petani dengan penerapan teknologi tertentu. Setelah tahap awal terlampaui maka tahap berikutnya menggunakan metode *maximum likelihood estimation* yang menggambarkan kinerja terbaik (*best practice*) perilaku petani dalam proses produksi. Metode MLE digunakan untuk menduga *intersept*, seluruh parameter input, dan varian dari dua komponen kesalahan, yaitu v_i dan u_i .

Pada penelitian ini faktor produksi (input) sebagai variabel bebas yang awalnya diduga akan berpengaruh terhadap produksi jagung lahan kering di lokasi penelitian antara lain luas lahan usahatani, penggunaan benih, penggunaan pupuk nitrogen, phosphor, kalium, penggunaan tenaga kerja dalam keluarga dan luar keluarga, penggunaan pestisida serta penggunaan pupuk kandang dan juga penggunaan biochar pada usahatani jagung. Penelitian ini menghasilkan estimasi berdasarkan analisis fungsi produksi yang dilakukan dengan pendekatan model *stochastic frontier* pada usahatani jagung

lahan kering sebelum penggunaan biochar dan setelah penggunaan biochar di wilayah Blitar bagian Selatan, tepatnya di Desa Kalitengah Kecamatan Panggung Rejo Kabupaten Blitar dan memberikan gambaran pokok yang meliputi tanda, besaran maupun tingkat signifikansi parameter yang diestimasi yang selengkapnya disajikan pada tabel 6.1 untuk usahatani jagung.

Uji analisis fungsi produksi *stochastic frontier* pada penelitian ini menghasilkan nilai parameter γ sebesar 0,178 pada usahatani jagung lahan kering sebelum penggunaan biochar dan γ sebesar 0,924 pada usahatani jagung lahan kering setelah penggunaan biochar.

Tabel 10.1. Fungsi Produksi Jagung Lahan Kering dengan Pendekatan *Stochastic Frontier* dan Model *Maximum Likelihood Estimation*.

Variabel	Parameter	Tanda Harapan	Koefisien		T- rasio	
			Sebelum Biochar	Sesudah Biochar	Sebelum Biochar	Sesudah Biochar
Konstanta Lahan	β_0	+/-	137.813***	4.695***	115,502	2,761
Benih	β_1	+	1.079***	0,685**	4,121	1,897
Nitrogen	β_2	+	59,419***	0,568**	55,501	2,197
Pospor	β_3	+	-1,485***	0,089	-4,393	0,340
Kalium	β_4	+	8,878***	0,056***	6,682	2,839
Tk. Dlm klg	β_5	+	-2,337**	-0,033**	-1,379	1,640
Tk. Luar klg	β_6	+	-25,507***	-0,213*	-9,884	1,212
Pestisida	β_7	+	40,133***	-0,154***	10,198	2,571
Ppk. Kdg	β_8	+	75,863***	0,070***	61,833	2,718
Biochar	β_9	+	-0,608	-0,006	-1,031	0,363
	β_{10}	+		0,378***		3,179
<i>Sigma squared</i>	σ^2		171328,280***	0,772	171327,750	1,004
<i>Gamma</i>	γ		0,178***	0,924***	2,305	11,734
<i>LR test of the one-sided error</i>			3,803***	396,110***		

Sumber: Data Primer Diolah (2016).

Keterangan:

***) Signifikan pada tingkat $\alpha = 1\%$

t-tabel $\alpha = 1\% = 2,576$

**) Signifikan pada tingkat $\alpha = 5\%$

t-tabel $\alpha = 5\% = 1,645$

*) Signifikan pada tingkat $\alpha = 10\%$

t-tabel $\alpha = 10\% = 1,282$ (Walpole,1990).

Secara matematika parameter *gamma* dirumuskan sebagai rasio atau perbandingan antara deviasi inefisiensi secara teknis dengan deviasi yang mungkin disebabkan karena faktor random. Dalam ekonometrika deviasi inefisiensi teknis dirumuskan sebagai ui, sedangkan deviasi yang disebabkan

faktor random dirumuskan sebagai γ . Hasil analisis yang ditunjukkan oleh nilai γ sebesar 0,178 dan 0,924 masing-masing pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar dan setelah penggunaan biochar, memberikan makna bahwa 17,8 persen perbedaan antara produksi aktual dengan produksi frontier yang ada dalam fungsi produksi jagung sebelum penggunaan biochar dan 92,4 persen yang ada pada fungsi produksi jagung setelah penggunaan biochar, disebabkan oleh faktor inefisiensi. Dengan kata lain bahwa variasi dalam output frontier sebagai akibat dari tingkat pencapaian efisiensi teknis yang bukan merupakan persoalan yang berkaitan dengan variabel kesalahan random atau efek *stochastic*, misalnya pengaruh cuaca, serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) maupun sebagai akibat kesalahan pemodelan. Selain itu *error* yang ada pada fungsi produksi menggambarkan adanya efek inefisiensi teknis yang diakibatkan oleh permasalahan manajerial usahatani.

Pada dua model tersebut terdapat persamaan di mana γ sama-sama signifikan, namun demikian model ke dua dari fungsi produksi jagung setelah penggunaan biochar lebih baik karena nilai γ lebih besar. Hal ini dapat diduga karena adanya efek manajerial yaitu perbedaan perlakuan dalam budidaya jagung setelah menggunakan biochar. Efek atau dampak tersebut tampak pada penggunaan variabel biochar yang signifikan terhadap produksi dan adanya peningkatan produksi setelah penggunaan biochar pada usahatani jagung. Dampak penggunaan biochar tersebut hanya teruji secara statistik karena dalam penelitian ini tidak dilakukan pengujian laboratorium baik terhadap tanah maupun tanaman yang dapat memastikan seberapa besar kontribusi peningkatan produksi dari penggunaan biochar seperti umumnya penelitian agronomi. Dengan demikian faktor lain di luar penggunaan biochar juga masih memiliki kontribusi pada peningkatan produksi jagung di lokasi penelitian. Jika dikaitkan dengan penelitian-penelitian agronomi terdahulu penggunaan biochar memiliki pengaruh terhadap serapan unsur hara oleh tanaman karena fungsi biochar sebagai bahan pembenah (amandemen) tanah. Hal tersebut yang menjadi salah satu penyebab nilai γ pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar lebih baik.

Hasil analisis dengan penerapan model fungsi produksi menunjukkan 8 dari 9 faktor produksi berpengaruh nyata pada produksi jagung lahan kering sebelum penggunaan biochar, antara lain variabel lahan (X_1), benih (X_2), pupuk nitrogen (X_3), pupuk phosphor (X_4), pupuk kalium (X_5), penggunaan tenaga kerja dalam keluarga (X_6), tenaga kerja luar keluarga (X_7), dan variabel pestisida (X_8). Namun demikian ada beberapa variabel yang memiliki perbedaan dengan tanda yang diharapkan meskipun berpengaruh signifikan. Variabel tersebut antara lain pupuk nitrogen diharapkan memiliki tanda positif namun hasil analisis bertanda negatif. Demikian pula dengan variabel pupuk kalium dan penggunaan tenaga kerja dalam keluarga. Dengan demikian hanya satu variabel bebas yang tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel tergantung, yaitu variabel penggunaan pupuk kandang (X_9).

Pada model kedua, 8 dari 10 faktor produksi berpengaruh nyata pada produksi jagung lahan kering setelah penggunaan biochar, antara lain variabel lahan (X1), benih (X2), pupuk phosphor (X4), pupuk kalium (X5), tenaga kerja dalam keluarga (X6), tenaga kerja luar keluarga (X7), pestisida (X8), dan biochar (X10). Dua variabel yang tidak berpengaruh nyata adalah pupuk nitrogen (X3) dan pupuk kandang (X9). Variabel bebas yang memiliki tanda harapan negatif (tidak sesuai dengan tanda yang diharapkan) ada 4 di mana 3 di antaranya berpengaruh nyata yaitu pupuk kalium, tenaga kerja dalam keluarga, tenaga kerja luar keluarga, serta pupuk kandang namun tidak berpengaruh nyata.

Pada fungsi produksi dengan penerapan model *ordinary least square* (OLS), secara teoritis besarnya koefisien dan tanda harapan pada masing-masing variabel menunjukkan besarnya produk marjinal (*marginal product*), yaitu tambahan satu satuan input yang mengakibatkan penambahan atau pengurangan satu satuan output (Hanafie, 2010 dan Sukirno, 2009). Sifat dan macam produk marjinal ada 3, antara lain produk marjinal menurun (*decreasing marginal product*), produk marjinal yang tetap (*constant marginal product*) dan produk marjinal yang naik (*increasing marginal product*). Koefisien variabel tersebut dalam istilah lain ilmu ekonomi juga menunjukkan besaran skala pengembalian (*return to scale*) yang juga memiliki 3 kecenderungan, yaitu *increasing return to scale*, *constant return to scale* dan *decreasing return to scale*.

Pada penelitian ini menggunakan fungsi produksi *stochastic frontier*, di mana koefisien variabel yang dihasilkan dari analisis statistik menunjukkan kinerja maksimal input yang digunakan dalam proses produksi yang menunjukkan produksi maksimal yang dapat dicapai dari penggunaan masing-masing input. Dengan demikian koefisien variabel yang dihasilkan dalam analisis bukan merupakan respon produksi atas penggunaan input yang dimaknai sebagai peningkatan penggunaan input per satu satuan yang dapat meningkatkan atau menurunkan output sebesar koefisien yang dihasilkan input tersebut.

Pada fungsi produksi Neo Klasik besaran koefisien dan tanda harapan pada masing-masing variabel terbagi ke dalam tiga daerah (tiga tahap), di mana masing-masing daerah (*stage*) disebut sebagai *irrational stage* pada daerah satu, *rational stage* pada daerah dua dan pada daerah tiga disebut *irrational stage* (Soekartawi, 1993 dan 1994). Semua kemungkinan yang ada pada teori tersebut terwujud dalam hasil analisis penelitian ini yang secara berurutan dijelaskan pada pembahasan sebagai berikut:

Pada usahatani lahan kering dengan komoditas jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar, faktor produksi lahan berpengaruh signifikan terhadap produksi dengan tingkat signifikansi masing-masing 99 persen untuk usahatani jagung sebelum penggunaan biochar, dan 95 persen untuk

usahatani jagung setelah penggunaan biochar. Koefisien variabel masing-masing sebesar 1,079 dan 0,685 untuk usahatani jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat produksi berbanding linier terhadap luas lahan.

Nilai koefisien variabel lahan pada model menunjukkan produksi jagung maksimum yang dapat dihasilkan atas penggunaan variabel lahan masing-masing sebesar 1,079 pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar dan 0,685 setelah penggunaan biochar. Secara riil di lapangan petani dengan luas lahan lebih besar memperoleh hasil panen lebih tinggi, dan hal tersebut harus diimbangi dengan pengelolaan yang lebih baik. Hal tersebut sesuai dengan Yotopoulous (1976) dalam Semaoen (1992) di mana Yotopoulous merangkum beberapa hasil penelitian di India tentang hubungan input-input dan input-output dengan salah satu kesimpulan yang menyebutkan bahwa output per hektar berkaitan langsung dengan luas usahatani. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan *et al* (2008) pada komoditas jagung di lahan kering, Rinaldi dan Suharyanto (2014), Junaedi (2013), pada komoditas kakao dan kapas, serta Kusnadi *et al* (2011) pada komoditas padi, bahwa luas lahan berpengaruh signifikan terhadap produksi.

Faktor produksi benih berpengaruh signifikan terhadap produksi dengan tingkat signifikansi 99 persen pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar dan 95 persen pada usahatani jagung setelah penggunaan biochar. Koefisien variabel pada usahatani jagung masing-masing sebesar 59,419 (sebelum penggunaan biochar) dan 0,568 (setelah penggunaan biochar), menunjukkan bahwa tingkat penggunaan benih berbanding linier terhadap produksi jagung lahan kering (semakin banyak benih digunakan maka produksi juga semakin meningkat).

Di tingkat petani penggunaan benih jagung rata-rata sebesar 23,05 kg per hektar dengan jarak tanam bervariasi antara 25 cm x 70 cm sampai 25 cm x 85 cm, sedangkan jarak tanam yang direkomendasikan adalah 30 cm x 70 cm dengan jumlah pemakaian benih 25 kg per hektar. Perbedaan penggunaan benih dan jarak tanam yang diterapkan petani di lapangan dengan yang direkomendasikan membawa pengaruh pada capaian output (produksi) akibat penggunaan input yang masih memungkinkan untuk ditambah. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Kurniawan *et al* (2008), di mana benih merupakan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung di lahan kering dengan α 15 persen, demikian juga dengan variabel pupuk nitrogen.

Faktor produksi pupuk nitrogen berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung sebelum penggunaan biochar dengan tingkat signifikansi masing-masing sebesar 99 persen, sedangkan pada usahatani jagung setelah penggunaan biochar tidak berpengaruh signifikan. Nilai koefisien variabel sebesar -1,485 pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar, menunjukkan bahwa tingkat penggunaan pupuk nitrogen berbanding terbalik dengan produksi jagung yang dicapai.

Secara riil petani di lokasi penelitian menggunakan pupuk nitrogen pada usahatani jagung rata-rata sebesar 367,44 kg per hektar. Dosis penggunaan pupuk dalam jumlah tersebut telah melebihi rekomendasi penggunaan pupuk nitrogen pada usahatani jagung di lahan kering, yaitu 300 kg per hektar. Namun demikian petani tetap menggunakan pupuk nitrogen sebagai input utama dalam usahatani. Sedangkan dosis penggunaan nitrogen pada usahatani kacang tanah telah mendekati dosis rekomendasi yaitu 75 kg per hektar. Jika dikaitkan dengan fungsi produksi Neo Klasik maka kondisi yang terjadi pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar berada pada daerah tiga atau *irrational stage*, di mana pada daerah ini penambahan penggunaan input justru akan mengurangi produksi sehingga harus dihentikan.

Faktor produksi penggunaan pupuk phosphor berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung dengan tingkat signifikansi masing-masing sebesar 99 persen pada usahatani jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar. Besaran nilai koefisien variabel masing-masing 8,878 dan 0,056 pada usahatani jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar. Koefisien regresi pada usahatani jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar menunjukkan bahwa tingkat penggunaan pupuk phosphor berbanding linier terhadap produksi jagung lahan kering.

Pada usahatani jagung petani menggunakan pupuk phosphor dengan jumlah penggunaan di bawah dosis rekomendasi. Mengingat pentingnya peran dan fungsi phosphor untuk menunjang fase generatif tanaman jagung, maka penambahan penggunaan pupuk phosphor akan dapat meningkatkan produksi, sehingga penambahan dalam pemakaian masih sangat dibutuhkan. Penelitian Junaedi (2013) dan Kusnadi *et al* (2011) serta Kurniawan *et al* (2008) sesuai dengan hasil penelitian ini, di mana penggunaan pupuk phosphor berpengaruh signifikan terhadap produksi. Untuk lahan kering di lokasi penelitian dengan kandungan bahan galian golongan C tinggi, yang kemungkinan juga mengandung batuan fosfat sebagai salah satu sumber fosfat dalam bentuk P_2O_5 dalam tanah, telah menunjukkan pengaruh negatif terhadap produksi. Dosis rata-rata tersebut meskipun masih dalam kisaran dosis rekomendasi yaitu 75-100 kg per hektar, namun kenyataannya menunjukkan pengaruh menurunkan produksi.

Sifat pupuk phosphor menurut Handayanto *et al* (2017) mempunyai mobilitas dan ketersediaan rendah di dalam tanah, sulit dikelola karena bereaksi kuat dengan fase cair dan padatan tanah, meskipun phosphor ada dalam tanah dan tanaman, namun jumlah phosphor yang diambil oleh jenis tanaman biji-bijian dan *legume* kurang dari 10 kg per hektar. Dijelaskan pula bahwa tidak semua phosphor yang ditambahkan sebagai pupuk akan tetap tersedia untuk tanaman pertama, residu phosphor akan tetap berada di dalam tanah dan diserap tanaman berikutnya. Oleh karena itu penggunaan pupuk phosphor dalam penelitian ini memiliki pengaruh signifikan yang berbeda pada jagung yang di tanam pada lahan yang sama namun musim yang berbeda.

Faktor produksi pupuk kalium berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung. Tingkat signifikansi masing-masing sebesar 90 persen (sebelum penggunaan biochar) dan 95 persen (setelah penggunaan biochar). Besaran nilai koefisien variabel masing-masing -2,337 dan -0,033 menunjukkan bahwa tingkat penggunaan pupuk kalium berbanding terbalik dengan produksi yang dicapai petani. Kondisi di lapangan tidak semua petani menggunakan pupuk kalium atau penggunaan pupuk kalium sangat sedikit dalam usahatani jagung di lahan kering. Keputusan tersebut berdasarkan kebiasaan petani secara turun temurun, di mana petani pada umumnya hanya mengandalkan pupuk nitrogen dan dalam penelitian ini penggunaan pupuk nitrogen lebih besar dari dosis yang seharusnya.

Handayanto *et al* (2017) menulis bahwa kalium dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang hampir sama dengan jumlah kebutuhan nitrogen, sehingga kekurangan unsur hara kalium memiliki ciri yang hampir sama dengan kekurangan unsur hara nitrogen. Kekurangan unsur hara kalium pada tanah dan tanaman yang tidak cukup nitrogen atau dengan nitrogen rendah akan menyebabkan tanaman kerdil, daun menjadi kecil, berwarna kelabu dan mati secara dini mulai dari ujung daun serta buah dan biji menjadi kecil. Dengan demikian keputusan petani yang hanya mengandalkan pupuk nitrogen sesuai dengan teori di atas. Oleh karena itu penggunaan kalium tidak menjadi prioritas bagi petani dalam setiap usahatani, sehingga hasil penelitian ini menemukan bahwa penambahan dosis kalium justru akan menurunkan produksi. Hasil penelitian ini memperkuat temuan dalam penelitian agronomi sebelumnya yang dilakukan oleh Widowati *et al* (2010) bahwa biochar berpengaruh terhadap ketersediaan pupuk NPK dalam tanah dan menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang baik pada tanaman jagung. Biochar dapat mengurangi dan menggantikan pupuk KCL, pengurangan dosis pupuk KCL 75 persen dan aplikasi biochar dapat meningkatkan produksi jagung 29 persen (Wdowati, 2013).

Faktor produksi tenaga kerja dalam keluarga berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung lahan kering. Tingkat signifikansi masing-masing sebesar 99 persen pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar dan 90 persen pada usahatani jagung setelah penggunaan biochar. Nilai koefisien variabel masing-masing sebesar -25,507 dan -0,213 menunjukkan bahwa tingkat penggunaan tenaga kerja dalam keluarga berbanding terbalik dengan tingkat output yang dihasilkan. Hal ini bisa terjadi karena penggunaan tenaga kerja telah melebihi kebutuhan. Kemungkinan lainnya adalah adanya substitusi penggunaan tenaga kerja dengan penggunaan modal lain (pupuk dan biochar) sehingga dapat terjadi penggunaan tenaga kerja berpengaruh negatif sementara penggunaan modal lain berpengaruh positif. Secara riil di lapangan tenaga kerja keluarga bekerja secara *all out*, artinya mereka bekerja dengan sepenuh waktu karena usahatani merupakan mata pencaharian pokok yang menjadi sumber ketergantungan ekonomi keluarga. Selain itu

lahan kering yang dikelola petani membutuhkan perhatian lebih agar dapat menghasilkan seperti yang diharapkan. Jika pada usahatani lahan subur petani dapat memiliki usaha sampingan sehingga dapat memanfaatkan waktu luang di sela-sela usahatani, maka tidak demikian halnya dengan petani di lokasi penelitian. Oleh karena itu hasil penelitian ini menemukan bahwa penggunaan tenaga kerja keluarga justru menurunkan produksi jagung.

Faktor produksi tenaga kerja luar keluarga berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung masing-masing dengan tingkat signifikansi 99 persen baik pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar maupun setelah penggunaan biochar. Nilai koefisien variabel sebesar 40,133 pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar, menunjukkan bahwa tingkat penggunaan tenaga kerja luar keluarga berbanding linier dengan tingkat output yang dihasilkan. Namun tidak demikian halnya dengan usahatani jagung setelah penggunaan biochar, di mana koefisien variabel bernilai -0,154 yang berarti penggunaan tenaga kerja luar keluarga justru berbanding terbalik dengan produksi. Semaon (1992) dalam bukunya menyebutkan bahwa produksi (output) yang dihasilkan dan penggunaan variabel tenaga kerja bertambah dengan makin besarnya intensitas modal (penggunaan benih dan pupuk). Di sisi lain pada usahatani jagung setelah penggunaan biochar produksi dan penggunaan variabel tenaga kerja luar keluarga yang ditunjukkan oleh koefisien variabel sebesar -0,154 menjelaskan bahwa penggunaan tenaga kerja luar justru menurunkan produksi. Hal ini nampak terjadi kontradiksi penggunaan tenaga kerja pada usahatani sebelum penggunaan biochar dan setelah penggunaan biochar, di mana pada satu sisi tenaga kerja luar keluarga meningkatkan produksi namun di sisi lain menurunkan produksi.

Kondisi yang terjadi pada usahatani jagung setelah penggunaan biochar dapat dipengaruhi oleh penggunaan biochar yang dapat meningkatkan serapan unsur hara pada penggunaan pupuk (seperti hasil penelitian agronomi sebelumnya), sehingga dapat terjadi substitusi penggunaan modal dan tenaga kerja di mana sebelum penggunaan biochar tenaga kerja berpengaruh meningkatkan produksi, namun setelah penggunaan biochar pengaruh penggunaan tenaga kerja menjadi berkurang terhadap produksi dan digantikan oleh pengaruh penggunaan modal (pupuk dan biochar) yang meningkat. Penggunaan tenaga kerja di lapangan rata-rata sebesar 23,50 HKO dengan rincian 11,69 HKO tenaga kerja dalam keluarga dan 11,81 HKO tenaga kerja luar keluarga. Jumlah yang hampir sama. Namun demikian penggunaan tenaga kerja luar keluarga hanya digunakan oleh sebagian petani yang memiliki lahan sedang dan luas, sedangkan petani dengan lahan sempit hanya mengandalkan penggunaan tenaga kerja dalam keluarga. Kondisi lahan yang kering dan memiliki kemiringan bervariasi sebenarnya membutuhkan lebih banyak kegiatan pengelolaan, sehingga semakin luas lahan maka produksi meningkat diimbangi dengan penggunaan tenaga kerja luar keluarga. Penggunaan biochar yang diikuti dengan manajemen tenaga

kerja dan manajemen input lain yang baik dalam usahatani sangat dibutuhkan, karena penggunaan input lain tidak terlepas dari penggunaan tenaga kerja. Soekartawi (1994) menyebutkan tenaga kerja sektor pertanian memiliki karakteristik khusus, di mana kebutuhan tenaga kerja tidak berkesinambungan dan merata sepanjang tahun, serta pemakaian tenaga kerja per hektar terbatas. Oleh karena itu untuk meningkatkan daya tampung tenaga kerja per hektar perlu dilakukan intensifikasi kerja dan manajemen input yang baik. Penelitian Kurniawan *et al* (2008), Junaedi (2013), Rinaldi dan Suharyanto (2014) serta Kusnadi *et al* (2011) menyimpulkan bahwa penggunaan tenaga kerja berpengaruh signifikan terhadap produksi jagung di lahan kering, dan hal ini berarti bahwa ada kesamaan dengan hasil penelitian ini.

Faktor produksi penggunaan pestisida berpengaruh signifikan pada produksi jagung lahan kering dengan tingkat signifikansi masing-masing sebesar 99 persen baik pada usahatani jagung sebelum penggunaan biochar maupun setelah penggunaan biochar. Nilai koefisien variabel masing-masing sebesar 75,863 (sebelum penggunaan biochar) dan 0,070 (setelah penggunaan biochar) menunjukkan bahwa tingkat penggunaan pestisida berbanding linier dengan tingkat output yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Rinaldi dan Suharyanto (2014), Junaedi (2013) dan Kurniawan *et al* (2008), bahwa pestisida berpengaruh signifikan meningkatkan produksi. Selama penelitian berlangsung petani sangat sedikit menggunakan pestisida. Alasannya selain harganya mahal juga harga output akhir yang bervariasi dan sering rendah, sehingga keputusan petani menggunakan pestisida hanya sedikit, meskipun tanaman jagung menunjukkan adanya serangan belalang dan ulat. Namun demikian petani enggan mengendalikan organisme pengganggu tanaman tersebut dengan menggunakan pestisida sesuai anjuran yang tertera pada label. Oleh karena itu hasil penelitian ini menunjukkan jika penggunaan pestisida ditambah maka produksi jagung lahan kering juga akan bertambah.

Penggunaan pestisida secara bijaksana yang dilakukan petani telah sesuai dengan kajian tim dari Lembaga Pusat Penelitian Pertanian yang dilakukan oleh Wardoyo *et al* (1977) di mana hasil kajiannya masih relevan dengan kondisi penggunaan pestisida dan dampaknya secara biologi, ekologi maupun ekonomi sampai saat ini. Dalam kesimpulannya disebutkan bahwa penggunaan pestisida yang kurang tepat dalam pertanian modern, menyebabkan OPT menjadi lebih kompleks, penggunaan pestisida hanya merupakan salah satu komponen dalam pengelolaan OPT, serta dalam pengelolaan OPT peran pestisida penting namun dalam penggunaannya harus didasarkan pada informasi ambang kerusakan ekonomi dan pengetahuan biologi dan ekologi jasad sasaran.

Penggunaan biochar di lahan kering berpengaruh signifikan pada taraf signifikansi 99 persen dengan koefisien 0,378. Koefisien tersebut sekaligus

menunjukkan produksi maksimum yang dicapai atas penggunaan input biochar pada usahatani jagung di lahan kering. Manfaat biochar pada tanah dan tanaman telah banyak pada penelitian terdahulu yang juga telah dibahas dalam penelitian ini pada pembahasan di atas dan pada bab sebelumnya. Penelitian- penelitian tersebut yang dapat memperkuat hasil penelitian ini antara lain Widowati *et al* (2010) bahwa biochar berpengaruh terhadap ketersediaan pupuk NPK dalam tanah dan menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang baik pada tanaman jagung. Widowati (2011) ada interaksi antara biochar dengan pupuk nitrogen serta serapan nitrogen pada pertumbuhan jagung, selanjutnya Widowati dan Asnah (2014) kombinasi biochar dengan pupuk KCL menghasilkan produksi jagung tertinggi yaitu 7,02 ton/hektar. Penelitian lain di luar negeri antara lain Chan *et al* (2007), pemberian biochar lebih dari 50 ton perhektar dapat memperbaiki kualitas tanah meliputi pH, KTK, memperbaiki sifat fisik tanah dan kapasitas lapang. Sementara peningkatan hasil karena penggunaan biochar dilaporkan oleh Yamato *et al* (2006) dan Chan *et al* (2008) yang juga menemukan manfaat biochar pada perbaikan sifat fisik tanah, sedangkan perbaikan sifat biologi tanah dilaporkan oleh Rondon *et al* (2007).

Hasil-hasil penelitian yang sesuai dengan penelitian ini secara umum antara lain penelitian Kurniawan *et al* (2008) bahwa faktor produksi luas lahan, benih, pupuk organik, pupuk fosfor, pestisida dan tenaga kerja serta pengelolaan lahan, berpengaruh signifikan pada produksi jagung di lahan kering. Penelitian Junaedi (2013) menghasilkan temuan yaitu faktor produksi yang berpengaruh signifikan dan bertanda positif pada produksi meliputi lahan, pupuk fosfor dari SP 36, Insektisida, herbisida dan tenaga kerja. Variabel yang berpengaruh signifikan namun berbeda adalah pupuk nitrogen dari urea berpengaruh signifikan dengan tanda positif, sedangkan hasil analisis dalam penelitian ini bertanda negatif. Tenaga kerja dalam analisis penelitian ini dibedakan antara tenaga kerja dalam dan luar keluarga, dimana tenaga kerja dalam keluarga berpengaruh signifikan namun bertanda negatif, pupuk kalium dari NPK tidak signifikan namun hasil analisis dalam penelitian ini pupuk kalium signifikan dan bertanda negatif. Penelitian Kusnadi *et al* (2011), menyimpulkan bahwa faktor produksi lahan, bibit, pupuk N dan pupuk P serta penggunaan tenagakerja berpengaruh signifikan terhadap produksi *frontier*. Sedangkan faktor produksi tenaga kerja, pestisida, pupuk N dan luas lahan berpengaruh signifikan terhadap produksi pada hasil penelitian yang dilakukan Rinaldi dan Suharyanto (2014).

10.4. Efisiensi Teknis dan Tingkat In Efisiensi Teknis Usahatani Jagung

10.4.1. Efisiensi Teknis

Efisiensi teknis dapat dicapai dengan berbagai upaya yang dilakukan petani dalam mengelola usahatannya. Meskipun ketersediaan input dan penerapannya ke dalam usahatani masuk kategori tinggi akan tetapi jika tidak diimbangi dengan pengelolaan yang baik, maka produktivitas yang dicapai

petani belum tentu tinggi pula. Oleh karena itu bagaimana perilaku usaha petani dalam alokasi input untuk mencapai tingkat efisiensi yang tinggi lebih utama dibanding sekedar aplikasi input dalam jumlah yang banyak. Efisiensi teknis dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan model fungsi produksi *stochastic frontier*. Distribusi efisiensi teknis usahatani jagung sebelum dan sesudah penggunaan biochar yang dicapai petani disajikan pada tabel 6.3.

Indek efisiensi yang digunakan sebagai pedoman untuk menjustifikasi apakah usahatani jagung lahan kering efisien atau tidak adalah sebagai berikut: usahatani dikatakan belum efisien bila indeks efisiensi berada pada angka di bawah 0,7, cukup efisien bila indeks efisiensi menunjukkan angka di atas 0,7 sampai kurang dari 0,9 dan tergolong sangat efisien bila indeks efisiensi lebih dari 0,9 sampai 1,0. Hasil analisis *stochastic frontier* dalam penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata petani jagung lahan kering, baik sebelum menggunakan biochar maupun setelah menggunakan biochar di lokasi penelitian cukup efisien secara teknis dalam mengalokasikan input pada usahatannya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata efisiensi teknis yang dicapai petani sebesar 0,892, dengan nilai minimal 0,397 dan maksimal 0,974, pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar. Sedangkan pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar rata-rata efisiensi teknis 0,809 dengan TE minimal 0,331 dan maksimal 0,938.

Tabel 10.2. Distribusi Efisiensi Teknis Usahatani Jagung Lahan Kering

Indek Efisiensi Teknis	Diskripsi	Jumlah Petani (Orang)		Persen	
		Sebelum Biochar	Sesudah Biochar	Sebelum Biochar	Sesudah Biochar
0,30 – 0,69	Belum Efisien	9	22	6,00	14,66
0,70 – 0,89	Cukup Efisien	47	100	31,33	66,67
≥ 0,90	Sangat Efisien	94	28	62,67	18,67
Jumlah		150	150	100,00	100,00

Sumber: Data Primer Diolah (2016).

Hal yang berbeda adalah pada sebaran nilai efisiensi teknis yang dicapai oleh masing-masing petani, di mana pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar distribusi petani yang berada pada kategori sangat efisien lebih besar dari petani yang cukup efisien. Di sisi lain pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar sebaliknya, distribusi petani yang masuk pada kategori cukup efisien lebih besar dari petani yang berada pada kategori sangat efisien. Demikian juga dengan petani yang berada pada kategori tidak efisien secara teknis, di mana pada usahatani setelah menggunakan biochar lebih besar dari petani sebelum menggunakan biochar, meskipun nilai TE

petani yang tergolong tidak efisien masing-masing tergolong rendah (di bawah 15 persen) dari total petani responden. Keadaan tersebut dimungkinkan karena perbedaan dalam dosis penggunaan biochar. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa petani menggunakan biochar jauh di bawah dosis yang direkomendasikan dari hasil penelitian agronomi sebelumnya, yaitu 30 ton per hektar (Widowati dan Asnah, 2014) dan bahkan lebih dari 50 ton per hektar (Chan *et al*, 2007), sedangkan dosis petani hanya 1.127,13 kg per hektar atau hanya 1,12713 ton per hektar. Berbagai faktor menjadi pertimbangan petani dalam penggunaan biochar terutama karena biochar merupakan hal baru bagi petani sehingga penggunaannya masih membutuhkan faktor pendorong di antaranya adalah dampaknya terhadap produksi pada penggunaan (aplikasi) pertama pada usahatani jagung. Dampak dari penggunaan biochar pada usahatani jagung yang pertama bagi petani akan mempengaruhi motivasinya untuk penggunaan selanjutnya, sehingga hasil penelitian ini akan terkait dengan risiko dan perilaku petani dalam menghadapi risiko usahatani.

Penurunan jumlah petani yang tergolong sangat efisien dan peningkatan jumlah petani yang tergolong tidak efisien secara teknis pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar menunjukkan bahwa dampak penggunaan biochar tidak memperbaiki capaian efisiensi teknis. Berdasarkan beberapa hasil penelitian agronomi terdahulu penggunaan biochar sebagai bahan amandemen tanah dapat memperbaiki fungsi tanah sehingga dapat meningkatkan serapan unsur hara pada tanaman. Dengan demikian penggunaan biochar lebih berpengaruh terhadap produksi dan bukan pada peningkatan efisiensi. Kondisi tersebut terjadi pada musim tanam saat penelitian dilakukan. Faktor eksternal dalam hal ini juga turut memberikan kontribusi bagi tercapainya efisiensi tersebut, antara lain kemudahan dalam akses input, kebutuhan tanah dan tanaman akan input yang bersesuaian dengan input yang diterapkan petani, serta dukungan faktor alam yang sesuai pada musim tanam berjalan. Selain itu faktor internal petani yang tergabung dalam kelompok tani dan gabungan kelompok tani, dengan aktivitas yang tergolong aktif dan responsif terhadap informasi teknologi yang disampaikan agen pembaharu baik *outsider* para petugas penyuluh lapangan pertanian dan mantri tani, maupun *insider* para ketua kelompok tani dan ketua Gapoktan juga mendorong tercapainya efisiensi teknis tersebut.

Tingkat efisiensi teknis yang dicapai petani pada usahatani jagung lahan kering di lokasi penelitian hampir sama dengan capaian efisiensi teknis komoditas yang sama hasil penelitian Fadwiwati, Andi Yulyani, Sri Hartoyo, Sri Utami Kuncoro dan I Wayan Rusastra (2014) di Provinsi Gorontalo. Penelitian tersebut menemukan bahwa penggunaan faktor produksi benih unggul baru memiliki kelebihan dalam capaian efisiensi yang lebih tinggi dibanding varitas lama, di samping itu peningkatan produksi yang optimal dalam rangka mencapai efisiensi teknis masih dimungkinkan dengan penerapan teknologi yang ada.

Distribusi capaian tingkat efisiensi teknis memiliki kontribusi yang sangat berarti bagi peningkatan kemampuan manajemen petani produsen melalui instrumen materi penyuluhan yang disusun dalam rangka implementasi strategi penyuluhan (Sumaryanto, 2001). *Oil flect method* atau metode tetesan minyak sebagai salah satu metode dalam penyuluhan pertanian adalah salah satu metode yang mungkin bisa diimplementasikan dalam penelitian ini, di mana petani dengan capaian efisiensi teknis rendah dapat mengikuti pola dan keberhasilan dalam budidaya di lahan kering seperti halnya yang dilakukan oleh petani dengan capaian efisiensi teknis yang lebih tinggi.

Efisiensi teknis rata-rata yang dicapai petani merupakan hasil dari bekerjanya seluruh faktor produksi yang digunakan pada usahatani. Penggunaan faktor produksi dapat berpengaruh secara individual maupun secara bersama-sama secara langsung maupun secara tidak langsung (pengaruhnya memiliki keterkaitan dengan faktor produksi lain) terhadap produksi. Pada usahatani jagung baik sebelum maupun sesudah menggunakan biochar rata-rata petani cukup efisien secara teknis, namun apabila dilihat secara individual penggunaan faktor produksi berdasarkan capaian efisiensi teknis antara petani dengan efisiensi tinggi, moderat dan rendah, memiliki variasi.

10.4.2. In Efisiensi Teknis

Analisis efek inefisiensi teknis dilakukan bersama dengan analisis efisiensi teknis dengan menerapkan fungsi produksi *stochastic frontier analysis* model *maximum likelihood estimation* (MLE). Pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar seluruh variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi, namun sebaliknya pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar seluruh variabel bebas tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi. Seperti halnya pembahasan di atas kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan biochar tidak berpengaruh memperbaiki efisiensi pada usahatani jagung secara langsung, karena penggunaan biochar memiliki manfaat jangka menengah sampai jangka panjang.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Kurniawan *et al* (2008) tentang usahatani jagung di lahan kering memperkuat hasil analisis pada penelitian ini khususnya pada analisis inefisiensi teknis usahatani jagung setelah menggunakan biochar. Dalam penelitiannya Kurniawan *et al* (2008) menyimpulkan bahwa variabel sosial umur petani, pendidikan, pengalaman dan keanggotaan dalam kelompok tani tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi. Hasil analisis inefisiensi teknis usahatani jagung selengkapnya disajikan pada tabel 10.3.

Tabel 10.3. Efek Inefisiensi Teknis Usahatani Jagung Lahan Kering.

Variabel	Parameter	Tanda Harapan	Koefisien		T-Rasio	
			Sebelum Biochar	Sesudah Biochar	Sebelum Biochar	Sesudah Biochar
Konstanta	δ_0	+/-	0,5942	9,5879*	0,5714	1,2259
Umur	δ_1	+	-22,8374**	-3,9597	-1,8545	-0,8569
Pendidikan	δ_2	-	-43,8720**	-1,7380	-1,9917	-1,1962
Pengalaman	δ_3	-	26,7675**	4,3459	2,0547	0,8437
Jml. Agt Klg	δ_4	-	2,8289*	0,9914	1,6609	0,8089
Lma Agt KT	δ_5	-	21,0326**	-2,7450	2,0560	-1,0375
<i>LR test of the one- sided error</i>			3.803***	396.110***		

Sumber: Data Primer Diolah (2016)

Keterangan:

- ***) Signifikan pada tingkat $\alpha = 1\%$ t-tabel $\alpha = 1\% = 2,576$
 **) Signifikan pada tingkat $\alpha = 5\%$ t-tabel $\alpha = 5\% = 1,645$
 *) Signifikan pada tingkat $\alpha = 10\%$ t-tabel $\alpha = 10\% = 1,282$ (Walpole, 1990).

Koefisien variabel umur petani berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung sebelum menggunakan biochar, dengan tingkat signifikansi 95 persen dan bertanda negatif. Hal ini berlawanan dengan tanda yang diharapkan yaitu positif. Berdasarkan hasil analisis tersebut berarti umur petani memiliki pengaruh positif terhadap efisiensi teknis usahatani jagung lahan kering di lokasi penelitian, atau dengan kata lain tingkat efisiensi teknis yang dicapai petani meningkat dengan semakin bertambahnya umur petani. Pertambahan umur petani yang mendorong peningkatan efisiensi teknis dalam penelitian ini berkisar pada umur produktif. Makna dari koefisien umur petani sebesar -22,8374 adalah bahwa penurunan inefisiensi teknis maksimum yang dapat dicapai petani pada usahatani jagung sebagai akibat umur petani saat penelitian ini dilakukan adalah sebesar 22,8374 persen. Pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar koefisien umur juga bertanda negatif dan berlawanan dengan tanda harapan, dan memiliki makna yang sama, namun secara statistik tidak berpengaruh signifikan.

Variabel pendidikan petani berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung sebelum menggunakan biochar di lahan kering dengan tingkat signifikansi 95 persen. Koefisien variabel sebesar -43,872 memiliki arti bahwa penurunan inefisiensi maksimum yang dapat dicapai petani pada kondisi pendidikan petani saat penelitian dilakukan adalah sebesar 43,872 persen. Tanda pada koefisien pendidikan sesuai dengan tanda yang diharapkan, yang berarti pula peningkatan pendidikan mendorong tercapainya efisiensi teknis. Pendidikan memiliki dampak positif terhadap perkembangan

wawasan dan daya serap informasi petani yang disampaikan melalui agen pembaharu maupun informasi teknologi yang diterima petani dengan jalan membaca, mendengar dan berlatih. Di sisi lain variabel pendidikan tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung setelah menggunakan biochar, meskipun memiliki tanda yang sama dengan tanda harapan dan memiliki makna yang sama dengan koefisien pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar. Penelitian Kusnadi *et al* (2011) pada usahatani padi di beberapa sentra produksi Jawa dan Luar Jawa memperkuat hasil penelitian ini, bahwa variabel umur dan pendidikan petani berpengaruh nyata pada inefisiensi.

Variabel pengalaman petani berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung sebelum menggunakan biochar pada tingkat signifikansi 95 persen, namun tidak berpengaruh signifikan pada usahatani jagung setelah menggunakan biochar. Tanda pada koefisien positif dan tidak sesuai dengan tanda yang diharapkan. Koefisien sebesar 26,767 memiliki arti peningkatan inefisiensi maksimal yang dicapai petani pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar pada tingkat pengalaman petani saat penelitian dilakukan adalah 26,763 persen. Kondisi tersebut bisa terjadi mengingat pengalaman petani tidak memiliki karakteristik khusus dalam usahatani jagung. Hal ini dapat pula berarti bahwa usahatani jagung merupakan matapencaharian pokok secara turun temurun. Petani mengelola usahatani secara naluriah sehingga bertambahnya pengalaman tidak berpengaruh signifikan pada peningkatan efisiensi teknis, justru yang terjadi adalah pengalaman petani menambah inefisiensi teknis secara signifikan. Pada beberapa penelitian tidak memasukkan variabel umur bersama dengan variabel pengalaman dalam satu model, dengan alasan umur dan pengalaman merupakan dua variabel yang dapat saling menggambarkan, artinya bertambahnya umur menggambarkan bertambahnya pengalaman petani. Hal ini diperkuat oleh Widodo (1989) bahwa petani dengan umur lebih tua memiliki kelebihan dalam hal pengalaman dan ketrampilan yang lebih baik dibanding petani yang berumur lebih muda. Kematangan dalam berfikir dan mengambil keputusan terhadap sebuah rencana didasarkan atas pengalaman yang pernah dilalui oleh petani dengan umur lebih tua sehingga memungkinkannya untuk menghasilkan keputusan yang lebih pasti.

Variabel jumlah anggota keluarga berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung sebelum menggunakan biochar pada tingkat signifikansi 90 persen, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap inefisiensi teknis usahatani jagung setelah menggunakan biochar. Koefisien sebesar 2,8289 pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar, memiliki makna bahwa peningkatan inefisiensi teknis maksimum yang dicapai petani pada kondisi jumlah anggota keluarga petani saat penelitian dilakukan adalah 2,8289 persen. Tanda koefisien pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar tidak sesuai dengan tanda yang diharapkan, artinya

penambahan jumlah anggota keluarga diharapkan menurunkan inefisiensi teknis dan menambah efisiensi teknis, namun hal ini justru terjadi sebaliknya bahwa bertambahnya jumlah anggota keluarga justru menambah inefisiensi.

Jumlah anggota keluarga petani dalam satu rumah tangga rata-rata 3 orang. Jika dalam satu keluarga terdiri dari keluarga inti ayah, ibu dan anak, sementara dalam usahatani yang lebih banyak berperan adalah kepala keluarga (ayah), sedangkan anak berada pada usia sekolah atau anggota keluarga selain kepala keluarga berada pada usia tidak produktif, maka kondisi tersebut menjadi logis, mengingat penambahan jumlah anggota keluarga tidak mendukung ketersediaan tenaga kerja dalam usahatani jagung lahan kering.

Variabel lama keanggotaan dalam kelompok tani berpengaruh signifikan pada inefisiensi teknis usahatani jagung sebelum menggunakan biochar, pada tingkat signifikansi 95 persen. Tanda koefisien pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar positif, namun demikian variabel lama keanggotaan dalam kelompok tani tidak berpengaruh signifikan pada inefisiensi teknis usahatani jagung setelah menggunakan biochar, meskipun memiliki tanda koefisien sesuai dengan tanda harapan yaitu negatif. Pada usahatani jagung sebelum menggunakan biochar tanda pada koefisien tidak sesuai dengan tanda yang diharapkan dengan besaran 21,0326. Tanda yang diharapkan negatif artinya dengan semakin lamanya petani tergabung dan menjadi anggota kelompok tani diharapkan efisiensi teknis akan bertambah dan inefisiensi akan berkurang, namun yang terjadi adalah semakin bertambah waktu keanggotaan petani dalam kelompok tani semakin menambah inefisiensi teknis. Hal ini berkaitan dengan implementasi keanggotaan petani dalam kelompok tani, di mana sebagian petani hanya terdaftar dalam kelompok tani namun kurang bahkan tidak aktif dalam kegiatan rutin yang diselenggarakan secara terjadual utamanya adalah kegiatan penyuluhan dan bimbingan teknis usahatani. Kondisi tersebut yang membuat hasil analisis tidak sesuai dengan yang diharapkan, artinya lamanya petani tergabung dalam kelompok tani tidak menjamin capaian efisiensi teknis yang lebih baik dalam usahatani jagung lahan kering.

Hasil analisis pengaruh jumlah anggota keluarga dan lama keanggotaan kelompok tani pada usahatani jagung yang telah diuraikan di atas berbeda dengan hasil penelitian Prayoga (2010) yang menemukan bahwa jumlah anggota keluarga usia produktif dan frekuensi mengikuti penyuluhan berpengaruh nyata mengurangi inefisiensi teknis usahatani.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegeye, A.J. and J.S. Dittoh. 1985. *Essentials of Agriculture Economics Impact*. Publishers Limited. Ibadan. Nigeria.
- Aigner, D.J., C.A.K. Lovell and P. Schmidt. 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*. 6(1):21-37.
- Battese, G.E. and G.S. Corra. 1977. Estimation of A Production Frontier Model: with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Journal of Agricultural Economic*. 21(3):169-179.
- Battese, G.E. and T.J. Coelli. 1988. Prediction of Firm Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data. *Journal of Econometrics*. 38(1): 387-339.
- Bauer, P.W. 1990. Recent Development in The Econometric Estimation of Frontier. *Journal of Econometrics*. 46(1): 39-56.
- Beattie, B.R. and C.R. Taylor. 1985. *The Economic of Production*. John Wiley and Sons. New York.
- Chan, K.Y., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie and S. Joseph. 2007. Agronomic Values of Green Waste Biochar as a Soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research*. 45: 629-634.
- Chan, K.Y., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie and S. Joseph. 2008. Using Poultry Litter Biochars as Soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research*. 46: 437-444.
- Coelli, T.J., D.S.P. Rao and G.E. Battese. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer-Nijhoff. Boston.
- Ellis, F. 1988. *Peasant Economics : Farm Houshold and Agricultural Development*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Farell, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of The Royal Statistical Society. Series A*. 120(3): 253-290.
- Forsund, F.R. C.A.K. Lovell and P. Schmidt. 1980. A Survey of Frontier Production Function and The Relationship to Efficiency Measurement. *Journal of Economics*. 13: 5-25.
- Gathak, S., and K. Ingersent. 1984. *Agricultural and Economic Development*. Harvester Press.
- Greene, W.H. 1993. The Econometric Approach to Efficiency Analysis *in* H.O. Fried, C.A.K. Lovell and P. Schmidt (eds). *The Measurement of Productivite Efficiency : Techniques and Applications*. Oxford University Press. New York: 68-119.
- Hanafie, Rita. 2010. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. Andi. Yogyakarta. p 229-233
- Handayanto, Eko., Nurul Muddarisna dan Amrullah Fiqri. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press. Malang. p 39-52.

- Jondrow, J., C.A.K. Lovell, I.S. Materov and P. Schmidt. 1982. On Estimation of Technical Efficiency in The Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometric*. 19: 223-238.
- Junaedi. 2013. Efisiensi Produksi, Perilaku Petani dan Daya Saing Usahatani Kapas Rakyat di Sulawesi Selatan. Disertasi Ekonomi Pertanian. UGM. Yogyakarta.
- Handayanto, B.D. Krisnayani and Suhartini. The International Research Centre for Management of Degraded and Mining Lands (IRC-MEDMIND). University of Brawijaya, Indonesia. Malang, 7-8, 2012. Page 3-13.
- Kurniawan, A.Y., S. Hartoyo dan Syaikat. 2008. Analisis Efisiensi dan Daya Saing Usahatani Jagung pada Lahan Kering di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Forum Pascasarjana*. 31(2): 93-103.
- Kusnadi, Nunung, Netti Tinaprilla, Sri Hery Susilowati dan Adreng Purwoto. 2011. Analisis Efisiensi Usahatani Padi di Beberapa Sentra Produksi Padi di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor. 29 (1) : 25-48.
- Lau, L.J and P.A. Yotopoulos. 1971. A Test for Relative Efficiency and Application to Indian Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*. 61(3): 94-109.
- Meeusen, W. and J.V.D. Broeck. 1977. Efficiency Estimation From Cobb-Douglas Production Function with Composed Error. *International Economic Review*. 18(6): 435-444.
- Nicholson, W. 1998. *Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions*. Seventh Edition. The Dryden Press. Fort Worth.
- Pindyck, R.S. and D.L. Rubinfeld. 2007. *Microeconomics*. New Jersey. Prentice Hall.
- Rinaldi, Jemmy dan Suharyanto. 2014. Analisis Risiko Produksi dan Faktor yang Mempengaruhinya Pada Usahatani Kakao di Bali. *Prosiding Seminar Nasional : Kedaulatan Pangan dan Pertanian*. 6 Desember 2014 : 637-642. *Jurusan Sosek Pertanian*. UGM. Yogyakarta.
- Rondon, M.A., Lehman, J., Ramires, J. and Hurtado, M. 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L) Increases With Biochar Additions. *Biology and Fertility of Soils*. 43: 699-708.
- Saptana. 2012. Konsep Efisiensi Usahatani Pangan dan Implikasinya Bagi Peningkatan Produktivitas. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 30 (2): 109-128
- Schmidt, P. 1986. On The Statistical Estimation of Parametric Frontier Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. 37(2): 355-374.
- Semaoen, Iksan. 1992. Ekonomi Produksi Pertanian, Teori dan Aplikasi. Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia. Jakarta. 263 p.
- Soekartawi. 1993. *Agribisnis; Teori dan Aplikasinya*. Raja Grafindo Perkasa. Jakarta.
- Soekartawi. 1993. Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian, Teori dan Aplikasi. Edisi Revisi. Rajawali Press. Jakarta.

- Soekartawi. 1994. *Teori Ekonomi Produksi dengan Pokok Bahasan Analisis Cobb-Douglas*. Raja Grafindo Perkasa. Jakarta.
- Sudarsono. 1986. Pengantar Ekonomi Mikro. LP3ES. Jakarta.
- Sukirno, Sadono. 2009. Mikro Ekonomi Teori Pengantar. Edisi Ketiga. Rajawali Press. Jakarta.
- Walpole, E.R. 1990. *Introduction of Statistics*. 3rd Edition. Mac Millan Publishing Co. London, England.
- Wardojo, S., M. Soehardjan, S. Adisoemarno, E. Soemarjo dan M. Ismunadji. 1977. Aspek Pestisida di Indonesia. Edisi Khusus. No. 3. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor.
- Widodo, Sri. 1989. Production Efficiency of Rice Farmers in Java Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widodo, Sri. 2008. *Campursari Agroekonomi*. Liberty. Yogyakarta.
- Widowati, W.H. Utomo, B. Guritno dan Loekito, A.S. 2010. Ketersediaan Hara NPK dengan Biochar pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*. Desember 2010. 22 : 58-68
- Widowati. 2011. Optimasi Biochar dan Pupuk Nitrogen Terhadap Serapan Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Prosiding Seminar dan Kongres Nasional X Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Tanah untuk Kehidupan yang Berkualitas*. Desember 2011. UNS. Surakarta
- Widowati. 2013. Aplikasi Biochar dan Dosis Pupuk Kalium Pada Pertumbuhan dan Hasil Jagung. *Berkala Ilmiah Agroteknologi Plumula*. 2(2): 127-137.
- Widowati, Asnah dan Sutoyo. 2012. Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung. *Buana Sains*. 12(1): 80-90.
- Widowati and Asnah. 2014. Biochar Can Enhance Potassium Fertilization Efficiency and Economic Feasibility of Maize Cultivation. *Journal of Agriculture Science*. Februari 2014. 6(2):24-32
- Yamato, M., Okimori, Y., Wibowo, I.F., Anshori, S. And Ogawa, M. 2006. Effects of The Application of Charred Bark of *Acacia Mangium* on The Yield of Maize, Cowpie and Peanut and Soil Chemical Properties in South Sumatera Indonesia. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 52: 489-495.
- Yotopoulos, A.P. and J. Nugent. 1976. *Economics of Development: Empirical Investigation*. Harper & Row Publisher. New York.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Ir. H. Abubakar, MP dilahirkan di Sila Bima, merupakan anak ke 4 dari 8 bersaudara dari Ayahanda (Baba) H. Ahmad bin H. Abdul Thalib dengan Ibunda Hj. Hatijah binti Ismail.. Pendidikan formal SDN 1 Sila dan SMP Muhammadiyah Sila diselesaikan masing-masing pada tahun 1972 dan 1975. Pendidikan SMA diselesaikan pada SMAN 1

Kota Bima (dulu namanya SMAN Bima) tamat 1979. Setelah itu melanjutkan pendidikan tinggi pada Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian Unram (tamat 1984), Pascasarjana (S2) diselesaikan pada Program Studi Ekonomi Pertanian Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian UGM (tamat 1997), sedangkan program Doktor (S3) diselesaikan pada program studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut IPB (tamat 2007).

Pada tahun 1985, diangkat sebagai tenaga pengajar pada Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian UNRAM. Pada tahun 1986 – 1995 menjadi Ketua Program Studi Penyuluhan Pertanian. Pada tahun 1998 – 2001 menjadi staf ahli Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat UNRAM. Pada tahun 2008 - 2015 mengajar pada Program Studi Pengelolaan Lahan Kering Program Pascasarjana Fakultas Pertanian UNRAM. Sebagai dosen Penguji mahasiswa Program Doktor (S3) di Institut Pertanian Bogor dan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Mengasuh beberapa mata kuliah seperti : Matematika ekonomi, Statistika, Metode Penelitian kuantitatif, Pengantar Ekonomi Pertanian, Ekonomi Mikro, Ekonomi Makro, Evaluasi Proyek Agribisnis, Ekonomi Produksi Pertanian, Usahatani, Pengantar Ilmu Perikanan, Pembangunan Pertanian, Politik Pertanian, Pemasaran Pertanian. Selain mengajar juga melaksanakan penelitian dan pengabdian pada masyarakat. Menulis beberapa artikel yang telah dimuat pada Journal Nasional seperti Agrimansen, Agroteksos, Journal Penelitian Unram, Bumi Lestari Unud, Agrimanex Unsika dan lainnya. Selain itu juga menulis pada journal Internasional terindex scopus yaitu IJCIET India. Buku dengan skala local yang pernah ditulis adalah Pengantar Penyuluhan Pertanian, Ekonomi Mikro, Statistika II. Selain itu menulis buku Perspektif Baru Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (2009), Agribisnis, Teori dan Aplikasi (2010).

Selain mengajar, juga pernah menjadi konsultan pada berbagai Kementerian seperti : Kehutanan, Pertanian, Perindustrian dan Perdagangan, Kelautan dan

Perikanan, Pendidikan Nasional, Sosial, Percepatan Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi.

Penghargaan yang pernah diperoleh adalah sebagai Dosen Teladan 1 pada Fakultas Pertanian Unram dan Dosen Teladan 3 Tingkat Universitas Mataram pada tahun 1991. Penghargaan Tanda Jasa Pengabdian 30 Tahun dari Presiden Republik Indonesia pada tahun 2019 di terima di Universitas Singaperbangsa Karawang.

Mulai pada tanggal 1 Juni 2018 pindah menjadi dosen tetap pada Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang (Perguruan Tinggi Negeri Baru). Pada fakultas ini menjalankan tugas tambahan sebagai wakil dekan bidang administrasi dan keuangan terhitung sejak September 2019 sampai sekarang.

Penulis juga pernah aktif pada berbagai organisasi kepemudaan seperti DPD I KNPI NTB (1988 – 1995), DPP Barisan Muda Kosgoro 1957 (DPP BMK '57) (2003 – 2008). Dewan Pembina Karang Taruna Provinsi Nusa Tenggara Barat (2013 – 2018). Selain itu juga aktif dalam kegiatan sosial kemasyarakatan melalui Lembaga Pemberdayaan Masyarakat dengan inti kegiatan Panti Asuhan dan Keagamaan sejak 1998–sekarang.



Ir. Nurtaji Wathoni, MP., lahir di Gorontalo, 06 Maret 1963. Pendidikan Dasar diselesaikan di SDN 1 Mataram; SMP Negeri Ampenan; SMA Negeri 1 Mataram; dan menyelesaikan studi S1 dengan gelar Ir pada tahun 1987 pada Bidang keilmuan Sosial Ekonomi Pertanian; menyelesaikan studi S2 di Universitas Brawijaya pada tahun 1999 pada Bidang Keilmuan Sosial Ekonomi Pertanian. Saat ini sebagai staff pengajar pada Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian (Agribisnis) dengan Jabatan Fungsional Lektor Kepala. Mata Kuliah yang diampu meliputi: Dasar Manajemen, Pengantar Ilmu Ekonomi, Pengantar Ilmu Pertanian, Sistem Ekonomi Indonesia, Ekonomi Mikro, Ekonomi Makro, Ekonomi Produksi, Ekonometrika, dan Kewirausahaan. Selain itu juga melakukan kegiatan Tri-Dharma Perguruan Tinggi yang mencakup: Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat dengan dana bersumber dari PNBPN, Hibah Stranas Dikti, dan kerjasama serta menulis jurnal dan membuat buku ajar. Selain itu juga sebagai anggota perhimpunan Asosiasi Agribisnis Indonesia (AAI) serta anggota Perhepi.



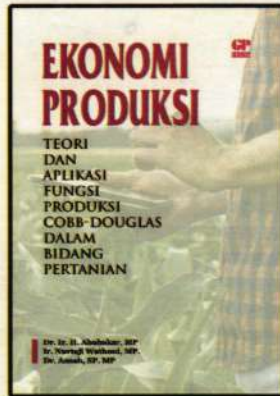
Dr. Asnah, S.P., M.P., lahir di Lamongan, 02 Agustus 1971. Pendidikan Dasar diselesaikan di SDN Pule 1 Lamongan, SMP Negeri 1 Modo Lamongan, SPP Daerah Tuban, S1 Program Studi Agribisnis Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang, Lulus Sarjana Pertanian pada tahun 1994.

Melanjutkan studi jenjang S2 ke Universitas Gadjah Mada Program Studi Ekonomi Pertanian pada tahun 1995 dan lulus Magister Pertanian pada tahun 1998. Studi Doctoral ditempuh selama 3 tahun 10 bulan pada Universitas Gadjah Mada dan lulus pada tahun 2018. Saat ini berprofesi sebagai pengajar pada Universitas Tribhuwana Tungadewi pada Program Studi Agribisnis (S1) dan Ekonomi Pertanian (S2). Jabatan fungsional yang dicapai saat ini adalah Lektor Kepala. Mengampu matakuliah Dasar Manajemen, Pengantar Ilmu Ekonomi, Ekonomi Produksi Pertanian, Perekonomian Indonesia, Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Ekonomi Agroindustri dan Analisis Kebijakan Pertanian. Aktif mengikuti kegiatan ilmiah dan menulis artikel untuk jurnal ilmiah, di samping melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sebagai implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi.
Karawang, 11 Maret 2021

An. Penulis

Dr. Ir. H. Abubakar, M.P.

[http : //andy-sila.blogspot.com](http://andy-sila.blogspot.com)
e-mail : andysila_60@yahoo.com
e-mail : abubakar@faperta.unsika.ac.id
e-mail : nurtajiwathoni@gmail.com
e-mail : asnah.unitri@gmail.com



Buku ini bermaksud memecahkan permasalahan yang dihadapi perguruan tinggi sebagaimana yang disebut di atas. Ekonomi Produksi Pertanian merupakan mata kuliah yang sangat vital bagi Program Studi Agribisnis. Untuk memahaminya secara optimal, perlu disusun secara terstruktur dan terintegrasi melalui perkuliahan yang efektif disertai dengan praktik lapang yang memadai, dan diikuti pula adanya dukungan buku yang dapat dibaca, sehingga dapat membantu mahasiswa dalam memahami materi Ekonomi Produksi secara optimal. Pada era industry 4.0 sekarang ini informasi, data, teori dan hasil penelitian dapat dengan mudah dan murah dapat diperoleh oleh mahasiswa, penentu kebijakan, guru/dosen melalui media elektronik. Namun demikian peranan buku yang tersedia secara fisik yang tersimpan dengan baik pada lemari buku di perpustakaan kampus, perpustakaan pribadi tetap penting bagi pengguna. Tidak semua orang senang membuka secara terus menerus media elektronik untuk mendapatkan ilmu pengetahuan, teknologi, data hasil penelitian dan lainnya karena dibatasi oleh kondisi fisik, lingkungan, jaringan dan kuota. Kondisi seperti inilah yang menjadi peluang peranan adanya buku sebagai alternative keterbatasan tersebut.

Gaung Persada - Jakarta
Komplek Megamall Blok B-22,25 & C-15 Ciputat
Telp. (021) 747 07 560, Hp. 0878 86 200 900
Email: gppressjkt@yahoo.com

ISBN 978-602-5707-58-2



EKONOMI PRODUKSI

Dr. Ir. H. Abubakar, MP, Dkk.

**GP
PRESS**