

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telaah Penelitian Terdahulu

Telaah penelitian terdahulu ini dilakukan untuk memastikan ruang lingkup serta pembahasan dalam penelitian tidak terdapat kesamaan dengan penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini juga dapat dijadikan rujukan untuk mencermati permasalahan yang diangkat baik dikaji secara empiris maupun teoritis sehingga diperoleh pendekatan yang sesuai. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan mendukung penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

Tabel 1. Persamaan dan Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
1.	<i>Estimating Cost Efficiency among Maize Producers in Kenya and Uganda</i> (Kirimi & Swinton, 2004).	a. Menganalisis tingkat efisiensi sistem produksi jagung yang dilakukan rumah tangga petani di Kenya dan Uganda. b. Membandingkan tingkat biaya yang efisien antara produsen jagung di Kenya dan di Uganda yang dilihat	<i>Stochastic cost frontier analysis</i>	a. Rata-rata tingkat efisiensi biaya untuk produksi jagung adalah 1,95 yang artinya biaya yang dikeluarkan petani untuk produksi jagung di Kenya dan Uganda lebih besar 95% dari biaya yang efisien. b. Tingkat efisiensi petani jagung di Uganda lebih baik dari pada petani jagung di Kenya berdasarkan perbandingan negara dan zona agroekologi. Petani dengan skala usaha yang kecil lebih efisien secara biaya daripada petani dengan skala usaha medium dan besar. Faktor yang menyebabkan <i>cost inefficiency</i> (biaya	a. Persamaan 1) Metode analisis yang digunakan yaitu <i>Cost Frontier Analysis</i> . 2) Menggunakan variabel output, upah tenaga kerja, harga pestisida, harga benih dan harga pupuk dalam fungsi biaya. b. Perbedaan 1) Tujuan penelitian kedua yaitu menganalisis pola inefisiensi biaya usahatani padi berdasarkan faktor sosial ekonomi (umur petani, tingkat pendidikan, pengalaman usahatani, jumlah anggota

Tabel 1. Lanjutan.

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
		berdasarkan negara, zona agroekologi dan luas lahan		yang tidak efisien) yaitu benih jagung yang dipakai ulang, waktu penanaman yang terlambat dan luas lahan untuk budidaya.	keluarga dan luas lahan). 2) Penelitian untuk analisis efisiensi biaya usahatani padi di Desa Mangunrejo juga menggunakan variabel biaya irigasi dan biaya traktor, sedangkan pada penelitian tersebut menambahkan variabel rata-rata biaya pengolahan lahan.
2.	<i>Factors Affecting Cost Efficiency of Cambodian Rice Farming Households</i> (Rido, 2014).	a. Menganalisis efisiensi biaya petani padi di Kamboja b. Menganalisis faktor yang mempengaruhi tingkat efisiensi usahatani padi di Kamboja	<i>Stochastic frontier cost model & inefficiency model</i>	a. Usahatani padi musim basah di <i>Tonle Sap and Plateau/Mountain</i> belum efisien secara biaya dengan nilai efisiensi 1,2-1,3 sehingga biaya produksi yang dikeluarkan untuk melakukan usahatani padi musim basah melebihi biaya minimum sebesar 20% sampai 30%. Sedangkan usatani padi pada musim kering telah efisien secara biaya. b. Faktor yang mempengaruhi efisiensi biaya pada usahatani padi di Kamboja adalah luas lahan. Umur petani mempengaruhi inefisiensi biaya usahatani padi pada musim	a. Persamaan 1) Motode untuk analisis efisiensi biaya yaitu <i>stochastic cost frontier</i> . 2) Menggunakan variabel harga benih, harga pupuk, harga pestisida, upah tenaga kerja, biaya irigasi, biaya traktor dan output pada model fungsi biaya <i>frontier</i> . b. Perbedaan 1) Tujuan kedua yaitu analisis pola inefisiensi dan metode yang digunakan adalah statistik

Tabel 1. Lanjutan.

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
				basah dan pendidikan petani mempengaruhi inefisiensi biaya di daerah <i>Tonle Sap agroclimatic</i> .	deskriptif. 2) Penelitian Rido tersebut menambahkan variabel harga pupuk kandang; harga minyak, bensin dan diesel; biaya <i>storable</i> ; biaya transportasi; biaya perbaikan dan pemeliharaan; dan biaya sewa pada fungsi biaya.
3.	<i>Competitiveness and Cost Efficiency of Rice Farming in Indonesia</i> (Antriyandarti, 2015).	<p>a. Menganalisis tingkat efisiensi biaya usahatani padi di Indonesia.</p> <p>b. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi.</p> <p>c. Menganalisis hubungan antara efisiensi biaya usahatani padi</p>	<i>Stochastic frontier cost function</i>	<p>a. Tingkat efisiensi biaya usahatani padi di Provinsi Sumatra Utara sebesar 0,4846. Efisiensi biaya di Provinsi Jawa Barat yaitu 0,588. Efisiensi biaya di Provinsi Jawa Tengah yaitu 0,6557. Efisiensi biaya di Provinsi Jawa Timur sebesar 0,6142. Efisiensi biaya di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu 0,4382.</p> <p>b. Usia kepala rumah tangga berpengaruh negatif terhadap inefisiensi di Jawa Tengah dan Jawa Timur, serta berpengaruh positif di Sulawesi Selatan. Pendidikan kepala rumah tangga berpengaruh negatif terhadap inefisiensi di Jawa Timur.</p>	<p>a. Persamaan</p> <p>1) Menggunakan metode <i>stochastic cost frontier</i> untuk menganalisis efisiensi biaya.</p> <p>2) Menggunakan variabel harga benih, upah tenaga kerja, harga pupuk, biaya traktor, biaya irigasi, dan output pada fungsi biayanya.</p> <p>b. Perbedaan</p> <p>1) Tujuan menganalisis pola inefisiensi biaya dengan analisis statistik deskriptif.</p> <p>2) Penelitian ini menggunakan harga pestisida, sedangkan</p>

Tabel 1. Lanjutan.

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
		dengan tingkat persaingan global.		Jumlah anggota keluarga berpengaruh positif terhadap inefisiensi di Sumatra Utara dan Jawa Barat. Kepemilikan lahan berpengaruh positif terhadap inefisiensi di semua provinsi kecuali Jawa Timur. Luas lahan berpengaruh negatif terhadap inefisiensi biaya di Jawa Barat, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan. Jumlah petak sawah berpengaruh positif terhadap inefisiensi di Jawa Tengah.	penelitian yang dilakukan Antriyandarti (2015) menambahkan biaya sewa bajak.
4.	<i>Assessing Cost Efficiency</i>	Menganalisis efisiensi biaya petani padi skala	<i>Cost function model (Stochastic</i>	Varietas benih padi yang ditanam petani, jumlah penyuluhan per tahun dan akses petani terhadap kredit	a. Persamaan 1) Metode analisis efisiensi biaya menggunakan <i>Stochastic cost</i>

Tabel 1. Lanjutan.

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
	<i>among Small Scale Rice Producers in the West Region of Cameroon: A Stochastic Frontier Model Approach</i> (Choumbou, et. al., 2016).	kecil di wilayah barat Kamerun.	<i>Frontier Model), & inefficiency model.</i>	berpengaruh negatif terhadap inefisiensi biaya. Efisiensi biaya petani padi skala kecil di wilayah barat Kamerun yaitu sebesar 90% yang berarti bahwa efisiensi biaya dapat ditingkatkan 10% untuk mengoptimalkan biaya produksi yang dapat dilakukan dengan meningkatkan kualitas varietas benih padi, akses petani terhadap kredit dan penambahan jumlah penyuluhan pertahun.	<p><i>frontier.</i></p> <p>2) Menggunakan variabel output produksi, upah tenaga kerja, harga pupuk, harga pestisida, dan harga benih untuk analisis efisiensi biaya.</p> <p>b. Perbedaan</p> <p>1) Tujuan menganalisis pola inefisiensi biaya dengan analisis statistik deskriptif.</p> <p>2) Penelitian ini menggunakan biaya traktor dan irigasi untuk analisis efisiensi biaya, sedangkan penelitian Choumbou, et. al. (2016) menggunakan harga herbisida.</p>
5.	<i>Measurement of Cost Efficiency in the Case of Rice Production in West Bengal and Andhra Pradesh</i>	Menganalisis efisiensi biaya produksi padi di Bengal Barat dan Andhra Pradesh, India.	<i>Stochastic cost frontiers</i>	Efisiensi biaya produksi padi di Bengal Barat selama tahun 1970-1980 lebih tinggi, namun setelah 1990 Andhra Prades lebih efisien secara biaya daripada Bengal Barat.	<p>a. Persamaan</p> <p>1) Menggunakan analisis <i>stochastic cost frontier</i> untuk mengetahui efisiensi.</p> <p>2) Menggunakan biaya irigasi untuk analisis efisiensi.</p> <p>b. Perbedaan</p> <p>1) Penelitian ini menganalisis pola inefisiensi biaya usahatani padi.</p>

Tabel 1. Lanjutan.

No	Judul dan penulis	Tujuan penelitian	Metode analisis	Hasil	Persamaan dan perbedaan
	(Ghosh <i>et al.</i> , 2010).				2) Penelitian ini juga menggunakan output, harga pestisida, upah tenaga kerja, harga benih, biaya traktor dan harga pupuk untuk analisis efisiensi biaya. Namun penelitian Ghosh <i>et al.</i> (2010) menggunakan variabel tenaga kerja bulog, jumlah pupuk, benih/hektar.

2.2 Tinjauan tentang Usahatani Padi

2.2.1 Tinjauan tentang Padi

Padi (*Oryza sativa. L*) tergolong tanaman pangan penghasil beras berupa rumput berumpun yang cocok dibudidayakan di daerah tropis. Berbagai pendapat ahli mengemukakan asal usul tanaman padi diantaranya beberapa ahli menyebutkan bahwa tanaman padi berasal dari Asia Tengah, sedangkan terdapat ahli yang menyebutkan tanaman padi berasal dari Himalaya, Afrika Barat, Thailand, Myanmar dan Tiongkok (Utama, 2015). Tanaman padi dapat beradaptasi pada daerah yang berdataran rendah sampai tinggi (2000 m dpl), daerah tropis sampai sub tropis kecuali kutub, daerah basah sampai kering, serta dapat tumbuh di lahan yang subur sampai marjinal. Padi dapat dibudidayakan di lahan sawah, ladang (padi gogo) dan di lahan rawa. Berdasarkan taksonominya, tanaman padi (*Oryza sativa L*) dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut (USDA, 2017).

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Superdivisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Class : *Liliopsida*
Subclass : *Commelinidae*
Ordo : *Cyperales*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Oryza L.*
Species : *Oryza sativa L.*

Padi merupakan tanaman berumur pendek karena memiliki umur panen optimum antara 110-130 hari dan memiliki tiga fase pertumbuhan yaitu fase vegetatif, reproduktif dan pematangan (Makarim & Suhartatik, 2009). Fase vegetatif ditandai dengan bertumbuhnya organ-organ vegetatif seperti perubahan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah bobot dan luas daun. Fase reproduktif ditandai dengan memanjangnya ruas teratas batang tanaman, berkurangnya jumlah anakan yang tidak produktif, munculnya daun bendera, pembungaan,

pembentukan dan pengisian malai. Sedangkan fase pematangan ditandai dengan gabah matang susu atau mulai berisi, malai berwarna hijau dan mulai merunduk, dasar anakan mulai layu, daun bendera dan dua daun dibawahnya tetap hijau, dan fase ini berlanjut sampai malai mulai terisi penuh dan menguning.

Tanaman padi dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan generatif (Makarim & Suhartatik, 2009). Bagian vegetatif terdiri dari akar batang dan daun, sedangkan bagian generatif terdiri dari malai yang meliputi bulir, daun dan bunga. Akar tanaman padi terdiri dari akar serabut yang berumpun dan terdapat akar yang keluar dari samping akar serabut disebut akar rambut. Batang tanaman padi tersusun atas ruas-ruas berongga berbentuk bulat yang antar ruasnya dipisahkan oleh suatu buku. Daun berbentuk memanjang seperti pita dan berseling dengan pelepah yang terbuka. Malai terdiri atas sekumpulan bunga padi (*spikelet*) yang muncul di permukaan buku paling atas. Bunga padi memiliki perhiasan bunga dan berkelamin dua jenis dengan bakal buah diatasnya, memiliki enam buah benang sari, tangkai sari pendek dan tipis, serbuk sari dan kepala sari yang besar, dua tangkai putik dan dua kepala putik yang berbentuk malai. Malai padi terdiri dari dua sekam mahkota bunga, yang bawah disebut *lemma* dan atas disebut *palea* (dua *lodicule* didasar bunga atau daun mahkota yang sudah berubah bentuk) dan bagian dalam yang disebut *karyopsis* (terdiri atas lembaga dan *endosperm*). Buah padi (gabah) tertutup oleh *lemma* dan *palea*, kemudian membentuk sekam. Dinding bakal buah yang terdiri dari *epicarpium* (bagian luar), *mesocarpium* (bagian tengah) dan *endocarpium* (bagian dalam).

Terdapat beragam jenis padi yang dibudidayakan petani Indonesia. Jenis-jenis tersebut merupakan padi yang adaptif terhadap berbagai jenis lingkungan. Banyak pula lembaga pemerintah maupun swasta yang melakukan percobaan untuk menghasilkan varietas unggul yang sesuai dengan berbagai kondisi. Varietas Unggul Baru (VUB) dihasilkan dari hasil persilangan buatan melalui persilangan tunggal (*single cross*), persilangan puncak (*top cross*), persilangan ganda (*double cross*), persilangan balik (*back cross*), dan *multi cross* (MC) (Utama, 2015). Beberapa padi unggul dan hibrida telah dilepas untuk

dibudidayakan. Varietas padi yang sudah banyak dibudidayakan oleh para petani diantaranya adalah IR 64 dan Ciherang.

1. IR 64

Padi varietas IR 64 telah menjadi varietas unggul nasional (*released variety*) yang berasal dari persilangan antara IR 5657-33-2-1 dengan IR 2061-465-1-5-5. Hasil panen varietas IR 64 kurang lebih 5 ton/Ha. Padi jenis ini berumur kurang lebih 115 hari, dengan ciri-ciri tanaman berbentuk tegak dengan tinggi kurang lebih 85 cm dan memiliki banyak anakan produktif. Padi IR 64 berwarna kaki dan batang hijau, daun telinga dan daunnya tidak berwarna, muka daun kasar, posisi daun dan daun benderanya tegak, bentuk gabah ramping dan panjang, warna gabah kuning bersih, tahan rontok dan rebah. Bobot 1000 butir padi IR 64 adalah 27 gram, dan padi jenis ini memiliki 24,1% kadar amylosa. Padi IR 64 merupakan varietas padi dengan spesifikasi tanaman yang tahan terhadap hama wereng coklat biotipe 1,2,3 dan wereng hijau. Selain itu, padi varietas IR 64 agak tahan bakteri busuk daun dan tahan virus kerdil rumput (Utama, 2015).

2. Ciherang

Padi varietas Ciherang dirilis tahun 2000 yang berasal dari tetua IR 18349-53-3-1-3/IRI 19661-131-3-1///IR 64///IR 64. Padi Ciherang di muliakan oleh Tarjat T., Z. A. Simanulang, E. Sumandi, Aan A. Daradjat. Padi jenis ini termasuk golongan cere dengan umur tanaman 116-125 hari. Padi Ciherang memiliki bentuk tanaman yang tegak, dengan tinggi 107-115 cm dan jumlah anakan produktifnya 14-17 batang. Warna kaki dan batang padi Ciherang adalah hijau, warna lidah daun dan daun telinganya putih serta warna daun hijau. Padi Ciherang memiliki muka daun yang kasar pada bagian bawahnya dengan posisi daun dan batang bendera yang tegak. Bentuk gabah ramping dan warna gabah kuning bersih. Tingkat kerontokan dan rebah pada padi Ciherang sedang. Padi Ciherang memiliki tekstur nasi yang pulen dengan bobot 1000 butir gabahnya 27-28 gram. Kadar amilosa yang terkandung pada padi Ciherang adalah 23%. Padi Ciherang tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan 3, tahan terhadap penyakit bakteri hawr daun (HDB) strain III dan IV. Padi Ciherang cocok ditanam ketika musim

kemarau maupun penghujan pada daerah yang memiliki ketinggian <500 mdpl (Utama, 2015).

Teknik dalam budidaya padi penting untuk diperhatikan agar hasil produksi yang diperoleh optimum. Teknik dalam budidaya padi adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan varietas, benih dan persemaian

Langkah awal dalam budidaya padi adalah pemilihan benih dan pembuatan persemaian. Apabila teknik budidaya menggunakan sistem Tanam Benih Langsung (Tabela) maka tahap yang harus dilakukan hanya pemilihan varietas dan benih, kemudian setelah benih mendapat perlakuan berupa pemilihan benih yang bernas kemudian benih disebar (Zarwazi *et al.*, 2015). Sedangkan pada sistem tanam menggunakan metode Jajar Legowo, SRI dan lainnya melewati ketiga tahap tersebut. Pemilihan varietas dalam budidaya padi dilakukan dengan memilih varietas unggul yang memiliki karakteristik sesuai kondisi lahan saat dilakukan tanam. Benih yang digunakan merupakan benih yang baik dan bersertifikat sehingga memiliki vigor yang tinggi, mampu tumbuh dengan seragam, bebas dari patogen dan biji gulma, dan tidak tercampur dari varietas lain (Zarwazi *et al.*, 2015). Selain itu, benih yang akan disemaikan diberikan perlakuan berupa perendaman pada larutan garam 3% selama 1×24 jam dan dipilih benih yang tenggelem. Kemudian benih tersebut dilakukan penirisan dan pemeraman selama 1×24 jam. Kebutuhan benih untuk satu hektar lahan berkisar antara 25 sampai 40 kg apabila menggunakan sistem tanam konvensional (AAK, 1992). Sedangkan penggunaan sistem tanam Tabela hambur memerlukan 60-80 kg/Ha dan Tabela dalam barisan atau Atabela memerlukan benih 30-45 kg/Ha (Zarwazi *et al.*, 2015). Namun, apabila sistem tanam yang digunakan adalah SRI maka kebutuhan benihnya adalah 10 kg/Ha (Wardana *et al.*, 2015).

Lahan untuk persemaian harus subur dengan struktur tanah yang gembur, terkena sinar matahari, ketersediaan air yang cukup, dilakukan pengawasan setiap saat untuk memantau pertumbuhan tanaman. Lahan untuk persemaian harus sudah disiapkan 50 hari sebelum kegiatan persemaian dilakukan. Beberapa jenis persemaian yang banyak digunakan adalah persemaian kering, persemaian basah dan persemaian dapog (AAK, 1992). Persemaian kering dilakukan pada lahan

sawah tadah hujan yaitu pembersihan lahan persemaian dari sisa rumput dan jerami, kemudian tanah dibajak atau dicangkul yang lebih dalam kemudian tanah digaru dan proses pengolahan tanahnya tidak boleh sampai halus agar tidak terjadi pemadatan tanah. Ukuran persemaian yaitu panjang bedengan 500-600 cm, lebarnya 100-150 cm dengan tinggi bedengan 20-30 cm serta dibuat selokan antar bedengan yang berukuran lebar 30-40 cm. Persemaian basah dilakukan dengan penggenangan air terlebih dahulu, kemudian tanah diolah dengan bajak atau dicangku dan digaru sebanyak 2 kali kemudian diratakan yang sebelumnya dilakukan perbaikan pematang. Persemaian dapog proses persiapannya sama dengan persemaian lainnya, kemudian dilakukan penutupan benih pada petak semai dan benih ditabur diatas daun pisang. daun pisang ditekan sedikit demi sedikit per harinya dan diberikan air sampai hari ke empat. Daun pisang digulung pada umur 10 hari dan dipindahkan.

2. Persiapan dan pengolahan lahan sawah

Pengolahan lahan bertujuan untuk mendapatkan struktur tanah yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman. Kegiatan awal yang dilakukan untuk proses persiapan adalah pembersihan saluran air, pembersihan sisa tanaman dan rumput liar, kemudian lahan dicangkul beserta proses perbaikan pematang (AAK, 1992). Kemudian dilanjutkan kegiatan pengolahan lahan dengan bajak singkal (olah basah), bajak piringan (olah kering), penggaruan dan perataan lahan (Zarwazi *et al.*, 2015). Pembajakan berfungsi untuk memcah bongkahan tanah dan dilakukan dua kali selama musim tanam atau tergantung kondisi tanah. Kedalaman tanah dalam proses pembajakan antara 18-20 cm. Menggaru bertujuan untuk meratakan dan menghancurkan gumpalan tanah ketika kondisi tanah dalam keadaan basah serta saluran pemasukan dan pengeluaran air ditutup agar lumpur tidak hanyut terbawa air.

3. Penanaman

Bibit yang akan ditanam kelahan dipindah dari persemaian pada umur 25-40 hari tergantung jenis padi genjah atau tidak, semakin genjah semakin pendek waktu di persemaian (AAK, 1992). Penggunaan metode SRI, bibit dicabut setelah 5-7 hari setelah semai (Wardana *et al.*, 2015). Selain itu bibit sudah memiliki 5-7

helai daun, batang bagian bawah besar dan kuat, bibit tumbuh seragam dan tidak terserang hama penyakit tanaman. Bibit yang akan dicabut dari persemaian harus digenangi air selama 2-3 hari, kemudian benih dicabut bersama-sama 5-10 batang dan pencabutan dimulai dari pinggir ke tengah.

Jarak tanam di lahan sesuai dengan sistem tanam yang digunakan. Umumnya jarak tanam yang digunakan adalah 20×20 cm pada musim kemarau dan 25×25 cm pada musim penghujan (AAK, 1992). Sedangkan penggunaan metode SRI biasanya menggunakan jarak tanam 25×25 cm dengan 16 rumpun/m², 30×30 cm dengan 11 rumpun/m² dan jajar legowo $(25 \times 12,5) \times 50$ cm 21 rumpun/m² (Wardana *et al.*, 2015). Bibit ditanam dengan kedalaman 3-4 cm dengan posisi menanam seperti memegang pensil dan penanaman dilakukan sampai perpotongan tanah. Sedangkan penanaman dengan menggunakan sistem TABELA yaitu dengan menyebar benih secara merata untuk Tabela hambur atau ditabur dengan 25 cm antar bari untuk Tabela larikan (Zarwazi *et al.*, 2015).

4. Pemeliharaan

Proses pemeliharaan tanama dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Proses pemeliharaan pada tanaman padi terdiri dari penyulaman atau penyiangan, pengairan dan pemupukan (AAK, 1992). Kegiatan penyulaman dikukan maksimal 10 hari setelah penanaman. Penyulaman dilakukan untuk mengganti tanaman yang mati atau pertumbuhannya terhambat. Penyulaman harus dilakukan menggunakan jenis bibit yang sama yaitu bibit sisa atau bibit cadangan.

Kegiatan pemeliharaan selanjtnya adalah penyiangan. Penyiangan merupakan kegiatan pencabutan rumput liar disekitar tanaman padi. Umumnya penyiangan dilakukan dua kali yaitu ketika tanaman berumur 3 minggu dan ketika tanaman berumur 6 minggu (AAK, 1992). Namun, kegiatan penyiangan juga disesuaikan dengan kondisi rumput pada lahan padi, apabila rumput sudah banyak maka dapat dilakukan penyiangan saat itu juga. Penyiangan dapat dilakukan bersamaan dengan pemupukan dan penggemburan tanah. Penyiangan biasanya dilakukan menggunakan landak atau roda penyiang dan cangkul kecil. Selain itu, tidak jarang pula penyiangan dilakukan dengan mencabut rumput secara manual.

Kegiatan pemeliharaan selanjutnya adalah pengairan. Pengairan dilakukan secara terus menerus dan periodik. Sebelum dilakukan pengairan, lahan terlebih dahulu dikeringkan selama 2-3 hari, kemudian sedikit demi sedikit lahan dialiri air. Mulai awal tanam sampai tanaman berumur 8 hari, maka tanah harus tetap tergenang air setinggi 5 cm. Kemudian setelah berumur 8-45 hari tanah diairi sampai kedalaman 10-20 cm. Apabila tanaman mulai berbulir, pengairan ditingkatkan sampai pada kedalaman 20-25 cm, namun ketika malai padi mulai menguning, pengairan dikurangi sedikit demi sedikit (AAK, 1992). Ketika dilakukan pemupukan, maka sawah tidak tigenangi air agar pupuk tidak terbaa air, begitu pula saat penyiangan.

Kegiatan pemeliharaan terakhir adalah pemupukan. Pupuk untuk tanaman padi adalah pupuk organik dan pupuk anorganik (AAK, 1992). Pupuk organik terdiri dari pupuk kandang, pupuk hijau, dan jerami. Pupuk kandang digunakan setelah terjadi proses pematangan dan penguraian. Pupuk kandang disebarkan ketika 2 minggu sebelum tanam atau menjelang pengolahan tanah yaitu dengan dibenamkan ditanah. Pupuk kandang diberikan 5 ton/Ha atau lebih yang berfungsi sebagai pupuk dasar. Sisa tanaman dan pupuk hijau diberikan jau hari sebelum pupuk kandang diberikan. Sedangkan jerami dibenamkan 2-4 minggu sebelum tanam atau saat pengolahan tanah maupun dikomposkan terlebih dahulu. 1 ton jerami yang dikomposkan mengandung 22 kg unsur N dan 43 kg K_2O serta unsur-unsur lainnya. Sedangkan pupuk anorganik yang digunakan antara lain adalah UREA, ZA, TSP, KCl dan lain-lain. Pupuk UREA dan TSP sangat baik apabila diaplikasikan ketika tanaman dalam pertumbuhan vegetatif. Pupuk UREA diberikan 2-3 kali selama musim tanam yaitu ketika tanaman berumur 3-4 minggu, kemudian pemupukan kedua dan ketiga dapat dilakukan secara berturut-turut ketika tanaman berumur 6-8 minggu. Pupuk UREA idealnya diberikan sebanyak 300 kg/Ha atau sesuai rekomendasi lahan di masing-masing daerah. Pupuk fosfat (TSP) diberikan satu hari sebelum tanam sebagai pupuk dasar dengan cara disebar. Pupuk fosfat diberikan sebanyak 75-125 kg/Ha dan menyesuaikan dengan struktur dan tekstur tanah. Pupuk kalium (KCl atau K_2O) baik untuk masa generatif tanaman. Pupuk kalium diberikan sebanyak 2-3 kali

tergantung kondisi tanah dan pupuk yang diaplikasikan harus terbenam ke tanah agar tidak mudah larut dengan air. Pupuk kalium diberikan dengan dosis 50 kg/Ha yaitu 50% ketika tanam dan 50% ketika menjelang keluar malai.

5. Panen

Ketika tanaman sudah masak fisiologis, maka tanaman dapat dipanen. Panen dapat dilakukan saat 33-36 hari setelah tanaman berbunga merata, malai daun bendera sudah tua, warnanya kuning, sebagian mati dan kering kecoklatan (AAK, 1992). Selain itu, panen dapat dilakukan apabila 95% bulir padi sudah menguning (Wardana *et al.*, 2015). Sebelum panen, lahan sawah harus dikeringkan 10 hari terlebih dahulu. Ketika panen kadar air gabah adalah 22-24% dengan kerontokan gabah 25-30%. Gabah dipanen menggunakan sabit bergerigi, mesin perontok (*power thresher*) atau mesin panen (*combine harvester*). Setelah panen gabah dikeringkan dengan ketebalan 5 cm dan dibalik setiap 2 jam sekali sampai kadar air mencapai 12-14% untuk dapat menjadi gabah kering simpan (Zarwazi *et al.*, 2015).

2.2.2 Pengertian usahatani

Ilmu usahatani merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang cara petani dalam menentukan, mengorganisasikan dan mengkoordinasikan penggunaan faktor-faktor produksi berupa lahan dan alam sekitarnya sebagai modal dengan efektif dan efisien untuk memberikan manfaat yang sebaik-baiknya berupa pendapatan yang maksimal (Suratiyah, 2015). Sedangkan menurut Shinta (2011), ilmu usahatani merupakan ilmu yang membahas tentang cara yang harus dilakukan pada setiap usaha yang bergerak di bidang pertanian dalam menggunakan dan mengalokasikan sumber daya berupa lahan, tenaga kerja, modal dan manajemen secara efektif dan efisien agar memperoleh hasil yang maksimal. Efektif terjadi apabila petani dapat mengalokasikan sumberdaya dengan sebaik-baiknya. Sedangkan efisien terjadi apabila pengalokasian sumberdaya tersebut dapat memberikan hasil berupa output yang melebihi penggunaan inputnya. Selain itu, menurut Nair (2010), *farm management* atau usahatani adalah suatu kegiatan mengalokasikan sumber daya dan pengelolaan sistem pertanian dengan mengorganisasikan dan mengontrol keadaan dalam

menghadapi ketidakpastian dan resiko usaha serta menangkap peluang yang muncul untuk mencapai tujuan diantaranya profit yang optimal.

Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa usahatani adalah suatu kegiatan mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mengelola usaha yang bergerak dibidang pertanian sehingga dapat mencapai tujuan berupa hasil dan keuntungan yang maksimal. Usahatani dibedakan menjadi dua bentuk yaitu usahatani keluarga (*family farming*) dan perusahaan pertanian (*enterprise*) (Suratiyah, 2015). Perbedaan kedua bentuk usahatani tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perbedaan Usahatani Keluarga dan Perusahaan Pertanian

Keterangan	Usahatani keluarga	Usahatani perusahaan
Tujuan akhir	Pendapatan keluarga (terdiri dari laba, upah tenaga keluarga, dan modal sendiri)	Laba sebesar-besarnya (selisih hasil produksi dengan biaya yang dikeluarkan)
Bentuk hukum	Tidak berbadan hokum	Memiliki badan hukum. Contohnya PT., Firma, C.V
Luas usaha	Sempit (<5 Ha)	Luas (>5 Ha)
Jumlah modal	Lebih kecil	Lebih besar
Jumlah tenaga kerja	Lebih banyak	Sedikit (bantuan alat/mesin)
Unsur usahatani	Melibatkan tenaga kerja dalam keluarga dan tenaga kerja luar yang dibayar	Hanya menggunakan tenaga kerja luar yang dibayar
Sifat usahatani	Subsisten, komersil maupun transisi dari subsisten ke komersil	Murni bersifat komersil
Pemanfaatan hasil	Konsumsi keluarga dan dijual	Terdapat pengolahan dan dijual

Sumber: Suratiyah (2015)

Berdasarkan ciri-ciri diatas, maka usahatani yang ada di Indonesia sebagian besar tergolong usahatani keluarga. Hal ini dipaparkan pula oleh Shinta (2011), usahatani di Indonesia tergolong usahatani kecil karena beberapa alasan, diantaranya:

1. Kegiatan usahatani dilakukan di lingkungan yang penduduknya semakin meningkat.
2. Usahani yang dilakukan cenderung menciptakan tingkat hidup yang rendah karena keterbatasan sumberdaya.

3. Kegiatan usahatani yang dilakukan bergantung seluruhnya atau sebagian pada produksi yang subsisten atau produksi untuk memenuhi kebutuhan diri sendiri dan keluarga.
4. Pelaku usahatani cenderung kekurangan akses terhadap pelayanan publik seperti kesehatan, pendidikan dan pelayanan lainnya.

Seraca terperinci, petani kecil di Indonesia memiliki karakteristik berupa terbatasnya sumberdaya yang dimiliki untuk menjalankan kegiatan usahatannya seperti penguasaan lahan yang sempit dan terpencar-pencar, sulit mendapat informasi terkait sarana produksi, harga, pasar dan modal, serta penghasilan yang rendah.

2.2.3 Faktor-faktor Sosial Ekonomi dalam Usahatani

Menurut Shinta (2011), terdapat dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan usahatani, yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

1. Faktor internal, yaitu faktor yang berasal dari petani itu sendiri baik kemampuan maupun sumberdaya yang dimiliki yaitu petani, tanah, modal, tenaga kerja, teknologi, jumlah keluarga dan kemampuan dalam mengalokasikan penerimaan.
2. Faktor eksternal adalah faktor pendukung yang berasal dari luar atau pihak lain, seperti tersedianya sarana transportasi dan komunikasi, informasi terkait harga jual produk dan harga saprodi, akses terhadap kredit, dan penyuluhan.

Selain kedua faktor tersebut, terdapat pula faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi biaya dan pendapatan usahatani yaitu sebagai berikut:

1. Umur

Umur menentukan kemampuan fisik, mempengaruhi keproduktifan petani dan menentukan bagaimana pola pikir petani dalam menjalankan usahatannya (Muttakin, *et.al.*, 2014). Semakin tua umur petani maka kemampuan fisiknya akan semakin menurun, sehingga dalam menjalankan usahatannya petani cenderung lebih banyak membutuhkan bantuan tenaga kerja, baik itu berasal dari dalam keluarga maupun luar keluarga. Petani yang berumur lebih muda akan lebih produktif dalam menjalankan dan mengelola usahatannya, karena waktu dan

tenaga yang dapat tercurah untuk usahatannya akan lebih banyak daripada petani yang usianya lebih tua. Petani yang lebih tua biasanya memegang prinsip yang sudah turun temurun dalam menjalankan usahatannya, sehingga agak sulit untuk menerima teknologi baru yang tidak sesuai dengan prinsip yang dipegangnya. Namun disisi lain, petani yang lebih tua justru akan semakin baik dalam mengelola usahatannya. Berdasarkan pernyataan Suratiyah (2015), pengalaman yang dimiliki oleh petani yang usianya lebih tua akan semakin banyak, sehingga petani akan semakin baik dalam mengelola usahatannya berdasarkan pengalaman tersebut.

2. Tingkat pendidikan

Menurut Muttakin *et al.* (2014), pendidikan yang dimiliki petani akan mempengaruhi pola pikir dan pengambilan keputusan dalam usahatannya. Petani yang memiliki pendidikan lebih tinggi cenderung berfikir secara rasional dalam menjalankan usahatannya. Cara berfikir yang rasional ditunjukkan dengan sikap bahwa usahatani yang dilakukan harus memiliki tujuan untuk memperoleh keuntungan yang maksimal sehingga petani akan lebih selektif dalam hal pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan sumberdaya, input produksi, biaya produksi, dan output yang dihasilkan agar dapat mencapai tujuan yang diharapkannya. Sedangkan menurut Suratiyah (2015), pendidikan informal (penyuluhan, demplot, studi banding dan lain sebagainya) yang diperoleh petani akan menambah pengalaman, pengetahuan dan ketrampilan yang dimiliki. Pendidikan informal dapat mejadi penunjang dalam manajemen usahatani disebabkan kurang menunjangnya pendidikan formal petani yang masih rendah.

3. Pengalaman berusahatani

Semakin banyak pengalaman petani dalam menjalankan usahatani, maka kemampuan untuk memikirkan berbagai alternatif yang dapat meningkatkan pendapatan usahatannya akan semakin baik (Muttakin *et al.*, 2014). Hal ini dikarenakan petani akan membandingkan berbagai pengalaman yang telah diketahuinya dalam menentukan pilihan yang dalam kegiatan usahatannya. Petani dapat menilai kegiatan usahatani yang akan dijalankannya berdasarkan hasil perbandingan tersebut yaitu dengan menghindari pengelolaan usahatani yang akan

memperkecil pendapatan, dan akan cenderung mengikuti atau mengulangi teknik pengelolaan usahatani yang memberikan pendapatan yang tinggi.

4. Luas lahan

Menurut Suratiyah (2015), petani yang memiliki luas lahan sempit akan cenderung mengeluarkan biaya usahatani yang lebih kecil dan memperoleh tingkat keuntungan yang lebih besar dengan petani yang berusahatani dalam skala lahan yang luas. Hal ini dikarenakan, apabila lahan yang diusahakan sempit, maka petani mampu menyelesaikan semua kegiatan usahatannya sendiri atau dengan bantuan keluarganya sehingga tidak membutuhkan tenaga kerja luar keluarga dan mengakibatkan biaya usahatani akan lebih sedikit. Sedangkan petani yang memiliki lahan yang luas belum tentu mampu menyelesaikan pekerjaannya sehingga membutuhkan tenaga kerja luar keluarga yang diupah untuk menyelesaikan kegiatan usahatani yang biasanya dilakukan serempak, sesuai musim tanam dan harus selesai pada waktu tertentu sehingga biaya usahatani akan lebih tinggi.

5. Jumlah tanggungan keluarga

Jumlah tanggungan keluarga akan mendorong petani untuk memperoleh pendapatan yang dapat memenuhi semua kebutuhan dalam keluarganya (*Muttakin et al.*, 2014). Semakin banyak jumlah tanggungan dalam keluarga petani, maka pengeluaran akan semakin tinggi. Hal ini akan mendorong petani untuk meminimalkan biaya produksinya sehingga pendapatan yang diperoleh semakin besar agar kebutuhan rumah tangga petani terpenuhi. Semakin banyak jumlah tanggungan keluarga petani mengakibatkan pengeluaran rumah tangganya semakin tinggi, sehingga kesejahteraan petani akan semakin menurun. Hal ini diperparah apabila jumlah tanggungan keluarga tersebut banyak yang tidak produktif.

6. Input produksi

Pengelolaan input produksi akan mempengaruhi biaya, produktivitas dan pendapatan usahatani (Suratiyah, 2015). Hal ini dikarenakan apabila input yang diperlukan petani terbatas dan petani akan mengurangi penggunaannya, maka

akan mempengaruhi produktivitas dan hasil produksinya. Apabila harga input meningkat, maka untuk membeli input produksi yang sama membutuhkan biaya yang lebih tinggi, sehingga pendapatan akan berkurang apabila tidak diikuti dengan peningkatan hasil produksi. Oleh sebab itu, petani akan mempraktekkan berbagai teknologi yang diketahui agar usahatannya tetap memberikan keuntungan yang diinginkan.

7. Output produksi

Harga output yang tinggi akan memberikan keuntungan yang lebih tinggi kepada petani apabila petani mampu memproduksi output yang sama (Suratiyah, 2015). Namun, produksi yang tinggi dengan harga yang rendah akan mengakibatkan pengurangan keuntungan yang diperoleh petani. Oleh sebab itu, informasi terkait dengan harga output ketika panen sangat diperlukan petani, agar petani dapat merencanakan kegiatan usahatannya.

2.2.4 Usahatani padi

Padi merupakan komoditas yang banyak diusahakan oleh petani di Indonesia. Hal ini dikarenakan dengan mengusahakan padi, petani dapat memenuhi kebutuhan keluarganya. Menurut Suharyanto, *et al.* (2015), petani padi sawah di Indonesia tergolong petani subsisten karena karena usahatani padi yang dijalankannya bukan hanya untuk tujuan komersil, melainkan untuk memenuhi kebutuhan dalam rumah tangga petani tersebut. Selain itu beberapa karakteristik petani padi di Indonesia adalah pendidikan yang rendah, karena pekerjaan di bidang pertanian tidak membutuhkan keahlian ataupun keterampilan khusus. Rendahnya pendidikan ini menjadi salah satu penyebab lambatnya perkembangan disektor pertanian karena kurangnya kemampuan petani untuk menerima, mengolah dan menerapkan teknologi baru. Petani di Indonesia sebagian besar memiliki pengalaman dalam usahatani padi diatas 20 tahun. Hal ini dikarenakan petani menjalankan usahatannya dari usia yang masih muda dan hasil warisan orang tuanya secara turun temurun. Suryana *et al.*, (2009) *dalam et al.* (2015) mengungkapkan bahwa beberapa permasalahan yang berkaitan dengan usahatani padi sawah antara lain :

1. Adanya sistem fragmentasi lahan atau pembagian lahan untuk lahan warisan mengakibatkan kepemilikan lahan relatif kecil dan menyebar.
2. Banyaknya alih fungsi lahan sawah untuk penggunaan lainnya seperti pariwisata, perumahan dan sektor lain akibat perkembangan ekonomi daerah.
3. Adanya persaingan penggunaan air irigasi, khususnya di musim kemarau yang mengakibatkan beberapa daerah mengalami keterbatasan debit air.
4. Ketersediaan tenaga kerja yang terbatas, terutama saat panen raya.
5. Terbatasnya modal yang dimiliki petani
6. Semakin tinggi dan beragamnya serangan hama penyakit tanaman padi diberbagai daerah dan antar musim tanam.

Menurut Rachman, *et al* (2000) dalam Rachman, *et al.* (2002), keberhasilan usahatani padi yang dijalankan petani dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, diantaranya:

1. Iklim sebagai faktor penentu ketersediaan dan akses petani untuk memperoleh air.
2. Infrastruktur irigasi sebagai faktor penentu dalam ketersediaan, akses dan kontrol terhadap air untuk usahatani
3. Ketersediaan sarana dan prasarana ekonomi di daerah yang diusahakan padi.
4. Tingkat adopsi teknologi yang akan mempengaruhi produktivitas dan kualitas lahan, seperti penggunaan pupuk berimbang, pestisida dan benih bersertifikat.

Selain faktor teknis, terdapat beberapa faktor ekonomi yang juga mempengaruhi usahatani padi yaitu harga input dan output, ketersediaan tenaga kerja dan tingkat upah serta tingkat suku bunga yang terkait dengan mekanisme pasar input, tenaga kerja dan pasar modal di pedesaan. Menurut Sudaryanto & Agustian (2003), tidak semua petani padi di Indonesia memperoleh keuntungan dari usahatani yang dijalankan. Hal ini dikarenakan biaya usahatani yang besar, namun produktivitas lahan rendah. Menurut Kusnadi, *et.al.* (2011), rendahnya produktivitas lahan dikarenakan lambatnya pertambahan luas areal tanam yang

baru akibat terbatasnya anggaran untuk pembangunan lahan sawah baru dan rehabilitasi jaringan irigasi.

Selain faktor teknis dan ekonomi, usahatani padi sangat dipengaruhi oleh input produksinya. Beberapa input produksi yang digunakan dalam usahatani padi adalah:

1. Lahan

Lahan sebagai salah satu faktor produksi padi yang dapat meningkatkan produksi, karena semakin kecil lahan yang dikelola petani akan memberikan tingkat produksi dan keuntungan yang kecil pula jika tidak diikuti dengan penerapan teknologi dan pengelolaan yang tepat (Suharyanto *et al.*, 2015). Menurut Rachman *et al.* (2002), sistem penguasaan lahan oleh petani dibagi menjadi lahan milik, lahan sewa dan lahan bagi hasil (sakap). Apabila petani menggarap lahan sewa dan bagi hasil, maka pendapatan yang diterima akan lebih kecil karena dikurangi untuk biaya sewa ataupun dibagi dengan pemilik lahan sesuai dengan kesepakatan.

2. Benih

Benih merupakan faktor produksi yang mempengaruhi hasil karena berfungsi sebagai bahan tanam. Petani biasanya memperoleh benih padi dari membeli, meminjam dari petani lain ataupun menggunakan benih padi yang ditanam musim sebelumnya (Suharyanto *et al.*, 2015). Benih padi yang disemai petani, umumnya lebih banyak karena untuk penyulaman karena daya tumbuhnya tidak 100%.

3. Pupuk

Petani padi menggunakan pupuk baik organik maupun anorganik untuk menyuburkan tanaman padinya. Jenis pupuk yang banyak diaplikasikan petani diantaranya Urea, SP36, KCL, ZA dan NPK dengan jumlah yang bervariasi antar petani (Suharyanto *et al.*, 2015). Umumnya, petani memiliki persepsi bahwa penggunaan pupuk yang semakin banyak, akan meningkatkan kesuburan lahannya sehingga hasil produksi meningkat. Padahal, penggunaan pupuk yang berlebihan akan berdampak buruk pada lingkungan dan akan meningkatkan biaya produksinya.

4. Pestisida

Pestisida yang diaplikasikan petani ke tanaman padi sangat bervariasi. Semakin meningkat pestisida yang digunakan petani tanpa memperhatikan ambang ekonomi, justru akan berdampak buruk pada lingkungan seperti terancamnya keberadaan musuh alami dan menyebabkan resistensi hama penyakit pada tanaman, serta meningkatkan biaya produksi (Suharyanto *et al.*, 2015). Penggunaan pestisida di tingkat petani dipengaruhi oleh persepsi petani terhadap resiko usahatani, kualitas varietas padi yang ditanam, serta pengetahuan petani terhadap bahaya pestisida.

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja dalam usahatani padi dibagi menjadi tenaga kerja dalam keluarga dan luar keluarga. Penggunaan tenaga kerja ini dilakukan mulai persiapan tanam sampai pada panen. Jumlah tenaga kerja akan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan petani, khususnya penggunaan tenaga kerja luar keluarga (upahan). Menurut Rachman *et al.* (2002), hubungan sistem kerja dalam usahatani padi sesuai dengan sistem upah yang berlaku seperti gotong royong/sambat sinambat, upah harian, upah borongan maupun bawon akan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja maupun tingkat upah yang dikeluarkan petani.

2.3 Tinjauan Tentang Efisiensi Biaya

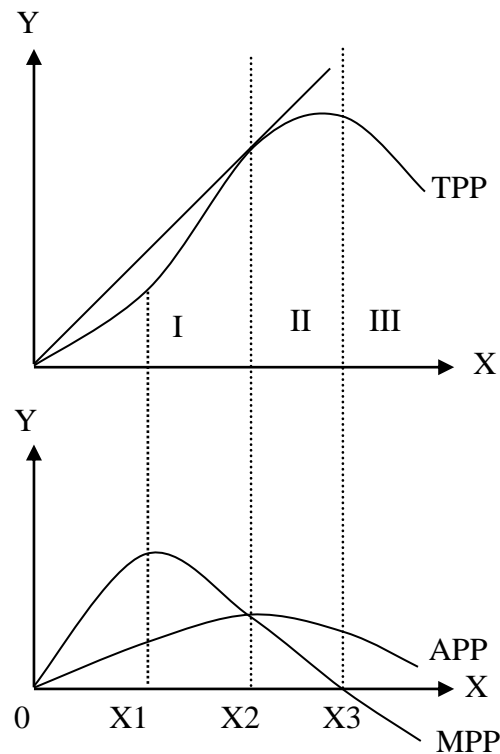
2.3.1 Produksi dan Fungsi Produksi

Proses penting sebagai indikator keberhasilan usahatani adalah produksi. Menurut Debertin (2012), produksi dilihat dari segi ekonomi yaitu bagaimana seorang petani mampu melakukan kegiatan usahatani dengan mengkombinasikan sumberdaya terbatas yang dimilikinya untuk menghasilkan output sehingga dapat mencapai tujuan, baik berupa pendapatan yang maksimal maupun pengeluaran yang minimal. Oleh karenanya dalam proses produksi sangat erat kaitannya dengan penggunaan faktor-faktor produksi atau input dalam kegiatan produksi tersebut. Fungsi produksi menunjukkan hubungan yang bersifat teknis antara input dengan output yang dihasilkan (Debertin, 2012). Secara matematis fungsi produksi dapat dituliskan pada persamaan 1 sebagai berikut:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan: Y = Hasil produksi fisik
 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = Faktor-faktor produksi

Menurut Debertin (2012), dalam fungsi produksi berlaku hukum *the law of diminishing marginal return* yaitu penambahan atau marginal produk pada suatu titik akan mengalami penurunan apabila terjadi penambahan faktor produksi secara terus menerus. Oleh sebab itu, dalam fungsi produksi terdapat konsep hubungan antara *Average Physical Product* (APP) dengan *Marginal Physical Product* (MPP) yang disebut kurva total produksi atau *Total Physical Product* (TPP). TPP menunjukkan nilai Y, APP menunjukkan rasio antara input dengan output dan MPP menunjukkan nilai perubahan output akibat adanya perubahan penggunaan input produksi. Berikut ini adalah gambar kurva produksi:



Gambar 1. Kurva Produksi
 (Sumber: Debertin, 2012)

Kurva produksi dibagi menjadi tiga daerah produksi (Debertin, 2012) yaitu:

1. Daerah produksi I (dari titik 0 sampai X_2) merupakan daerah irrasional 1 karena produsen masih dapat meningkatkan input yang digunakan untuk

meningkatkan output produksi karena penggunaan input belum maksimal. Daerah 1 merupakan daerah *inflection point* ketika input produksi terletak pada X_1 , daerah ini merupakan daerah titik balik dan terjadi ketika nilai MPP maksimum. Ciri-ciri daerah produksi I adalah nilai MPP lebih besar daripada nilai APP dan nilai APP maksimum pada saat input sama dengan X_2 . Nilai elastisitas produksi pada daerah I yaitu $EP > 1$ sampai $EP = 1$.

2. Daerah produksi II (dari X_2 sampai X_3) merupakan daerah rasional karena petani seharusnya melakukan usahatani pada daerah tersebut karena nilai MPP lebih kecil dari nilai APP. Daerah II menunjukkan adanya tambahan input yang lebih kecil dari rata-rata output yang dihasilkan. Nilai $MPP=APP$ pada saat APP maksimum yaitu pada saat X_2 dan pada daerah ini terjadi produksi paling tinggi yaitu saat TPP maksimum dengan nilai MPP sama dengan nol (0). Elastisitas produksi pada daerah II adalah $0 < EP < 1$.
3. Daerah produksi III (setelah X_3) merupakan daerah irrasional 2 karena penambahan input justru akan mengurangi tambahan output. Daerah ini dicirikan dengan nilai TPP yang mengalami penurunan dengan nilai MPP kurang dari nol (0). Nilai elastisitas produksinya adalah $EP = 1$ sampai $EP < 1$.

2.3.2 Biaya dan Fungsi Biaya

Kegiatan produksi juga berkaitan erat dengan korbanan yang dikeluarkan produsen untuk memperoleh output produksi yang diharapkan. Korbanan tersebut terlihat dari pengeluaran untuk memperoleh faktor-faktor produksi yang digunakan dalam kegiatan produksi atau yang dikenal dengan istilah biaya produksi. Menurut Debertin (2012), biaya produksi dapat dilihat sebagai utilitas input maupun fungsi output yang dihasilkan. Sebagai utilitas input, biaya yang diperhitungkan adalah biaya variabel. Sedangkan dari sisi output yang diperhitungkan adalah biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap merupakan biaya yang jumlahnya tidak tergantung dari jumlah output yang dihasilkan dan akan tetap dikeluarkan meskipun petani melakukan produksi atau tidak. Sedangkan biaya variabel adalah biaya yang jumlahnya tergantung dari jumlah output yang diproduksi. Oleh sebab itu, biaya total yang dikeluarkan oleh petani

untuk melakukan kegiatan produksi merupakan jumlah dari biaya tetap dan biaya variabelnya.

Tujuan kegiatan produksi dari segi biaya adalah untuk meminimisasi biaya. Kondisi biaya minimum yang dikeluarkan produsen terjadi pada titik yang berbeda, tergantung periode produksinya. Oleh sebab itu, periode produksi akan mempengaruhi syarat pencapaian minimisasi biaya. Menurut Coelli, *et al.* (1998), periode produksi untuk syarat minimisasi biaya dibagi menjadi dua, yaitu:

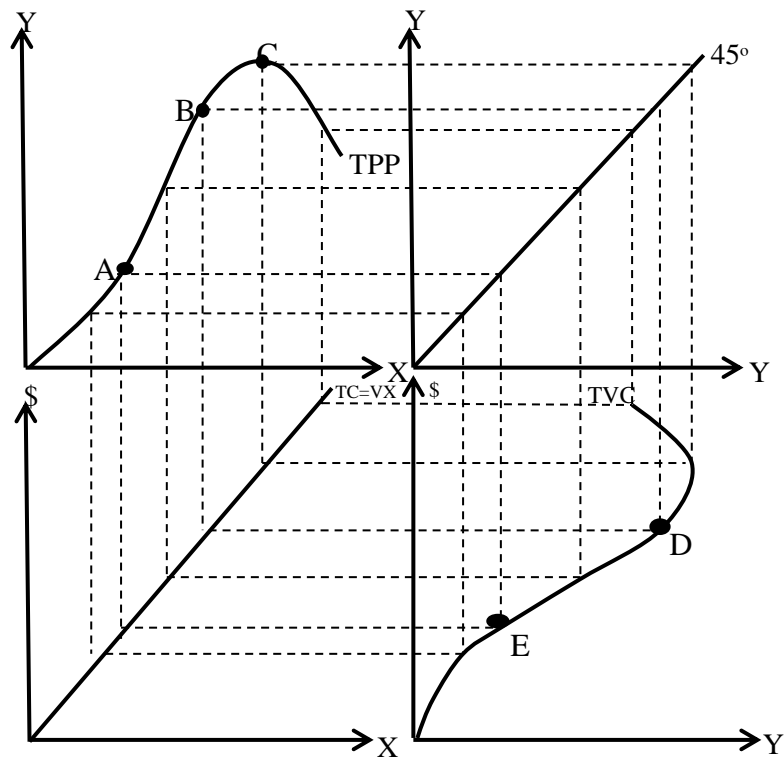
1. *Short run cost minimization*

SR *cost minimization* yaitu minimisasi biaya yang terjadi ketika dalam kegiatan produksi menggunakan minimal satu jenis input tetap. Contohnya dalam produksi yang menggunakan dua input berupa tenaga kerja dan modal untuk menghasilkan satu output. *Short run cost minimization* akan membagi kedua input tersebut menjadi jumlah tenaga kerja dapat diubah (*variables quantities*), sedangkan jumlah modal dan output tetap (*fixed quantities*) (Coelli *et al.*, 1998).

2. *Long run cost minimization*

LR *cost minimization* yaitu minimisasi biaya yang ditandai dengan kegiatan produksi yang penggunaan input produksinya secara keseluruhan berupa input variabel. Contoh dalam produksi dengan dua input satu output menggunakan input tenaga kerja dan modal. *Long run cost minimization* akan membagi menjadi jumlah tenaga kerja dan modal dapat diubah (*variables quantities*), sedangkan output tetap (*fixed quantities*) (Coelli *et al.*, 1998)

Fungsi biaya dapat diperoleh dari *invers* fungsi produksi, sehingga kurva biaya merupakan cerminan dari kurva produksi yang kemudian dikalikan dengan harga inputnya (Coelli *et al.*, 1998). Proses pencerminan kurva produksi menjadi kurva biaya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Fungsi Biaya sebagai *Invers* Fungsi Produksi
(Sumber: Debertin, 2012)

- Keterangan:
- A = *Inflection point* (MPP maksimum)
 - B = APP maksimum
 - C = TPP maksimum
 - D = AVC minimum
 - E = *Inflection point* (MC minimum)

Fungsi biaya tersebut menunjukkan periode produksi jangka pendek, sehingga biaya yang digunakan adalah biaya input variabel. Fungsi biaya dapat dirumuskan dalam persamaan 2 sebagai berikut:

$$C = X_1 V_1 + X_2 V_2 + \dots + X_i V_i \dots \dots \dots (2)$$

- Dimana:
- C = total biaya produksi
 - X_1, X_2, \dots, X_i = input produksi
 - V_1, V_2, \dots, V_i = harga input

Contoh formula fungsi biaya jangka pendek dengan menggunakan input variabel berupa tenaga kerja (x_1) dan input tetap berupa modal (x_2) ditunjukkan oleh persamaan 3, sebagai berikut (Coelli *et al.*, 1998):

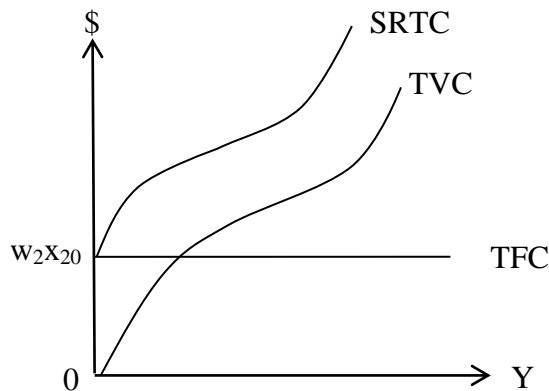
$$x_1 = f^{-1}(y|x_2=x_{20}) \quad ; \text{ dengan upah tenaga kerja yaitu } w_1, \text{ maka}$$

$$TVC = w_1 x_1 = w_1 f^{-1}(y|x_2=x_{20}) \dots\dots\dots (3)$$

Kurva TVC (*Total Variable Cost*) inilah yang merupakan *invers* dari kurva produksi (TPP). Sedangkan kurva TFC (*Total Fix Cost*) dalam jangka pendek berbentuk garis horizontal karena dalam jangka pendek harga input tetap adalah konstan.

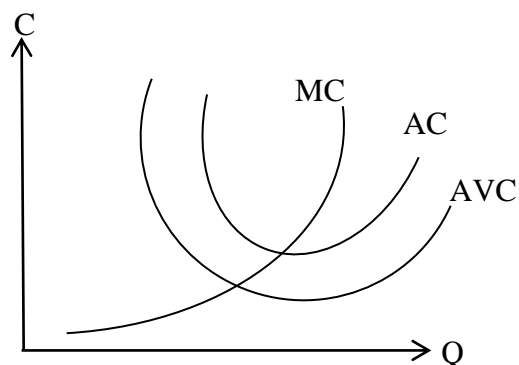
$$TFC = w_2 x_{20} \dots\dots\dots (4)$$

Hubungan antara kurva TVC dan TFC dalam kurva biaya jangka pendek (*short run*) adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva TFC, TVC dan SRTC
(Sumber: Coelli *et al.*, 1998)

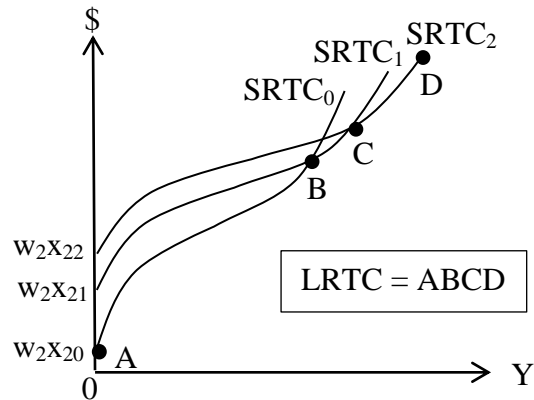
Selain biaya diatas, terdapat perhitungan biaya lainnya dalam kurva jangka pendek yaitu *Average Cost (AC)* yang merupakan total biaya rata-rata yang dikeluarkan untuk satu unit ouput. AC diperoleh dari penjumlahan AVC (*Average Variable Cost*) dan AFC (*Average Fix Cost*). Sedangkan nilai MC (*Marginal Cost*) merupakan perubahan biaya total yang terjadi akibat adanya perubahan output yang diproduksi. Hubungan antara MC, AVC dan AC digambarkan pada kurva biaya jangka pendek (*short run*) dibawah ini:



Gambar 4. Hubungan MC, AVC dan AC dalam Kurva Biaya Jangka Pendek
(Sumber: Debertin, 2012)

Kurva hubungan antara MC, AVC dan AC dapat digunakan sebagai acuan produsen dalam melakukan produksinya. Produsen akan cenderung memilih berproduksi saat AC minimum yaitu saat nilai AC sama dengan nilai MC karena keadaan ini petani akan menghasilkan output produksi dengan biaya yang paling minimum dalam produksi jangka pendek (*short run*). Apabila produsen ingin menambah jumlah output yang dihasilkan setelah titik AC dan MC bertemu justru akan meningkatkan biaya yang dikeluarkan. Oleh sebab itu, pada titik tertentu menambah input tetap akan lebih menguntungkan sehingga kurva AC akan bergeser kekanan. Keadaan ini terjadi apabila periode produksi termasuk dalam produksi jangka panjang (*long run*).

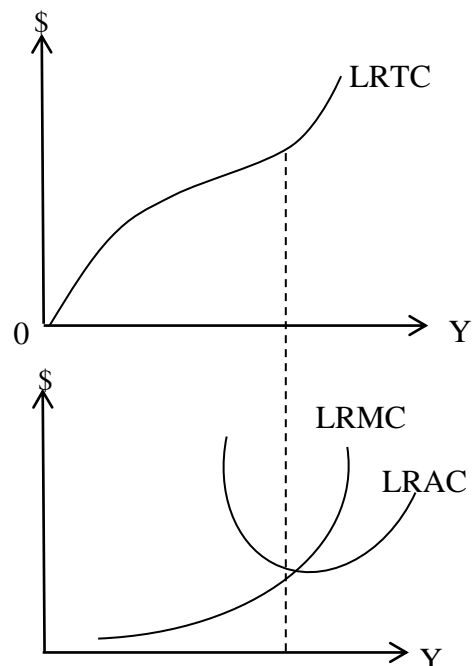
Biaya total jangka panjang (*long run total cost/ LRTC*) diperoleh dari penambahan input tetap (modal) pada kurva total biaya jangka pendek, sehingga diperoleh beberapa titik biaya minimum. Titik terendah $SRTC_0$ akan memotong kurva $SRTC_1$ dan seterusnya. Titik perpotongan tersebut akan menjadi garis kurva LRTC. Kurva LRTC ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 5. Kurva *Long Run Total Cost* (LRTC)

(Sumber: Coelli *et al.*, 1998)

Sedangkan perubahan jumlah input tetap juga mempengaruhi nilai AC dan MC yang konsepnya sama dengan perubahan pada LRTC. Produsen dalam jangka panjang juga akan memilih produksi ketika LRMC sama dengan LRAC karena pada titik tersebut biaya produksi minimum. Hubungan LRTC dengan LRAC dan LRMC adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Kurva LRAC, LRTC, dan LRMC

(Sumber: Coelli *et al.*, 1998)

Selain bermakna tambahan biaya input yang dikeluarkan untuk produksi, nilai MC didefinisikan pula sebagai *slope* dari fungsi biaya yang diperoleh dari turunan

pertama fungsi biaya (TC). Nilai MC sebagai *slope* fungsi biaya ditunjukkan oleh persamaan 5 dibawah ini.

$$MC = \frac{dTC}{dY} \dots\dots\dots (5)$$

2.3.3 Fungsi Produksi dan Fungsi Biaya *Cobb Douglas*

Salah satu model fungsi produksi yang banyak digunakan adalah fungsi produksi *Cobb-Douglas*. Menurut Debertin (2012), fungsi produksi *Cobb-Douglas* memiliki ciri-ciri: pertama, *homogeneous of degree 1/ constant return to scale (CRS)* yang artinya fungsi produksi yang pangkat dari masing-masing variabelnya apabila dijumlahkan adalah 1, sehingga pangkat untuk masing-masing input <1 dan penambahan input akan menambah output yang sama secara proporsional. Apabila faktor produksi yang digunakan bukan hanya modal dan tenaga kerja (lebih dari dua), maka fungsi produksi *Cobb-Douglas* sebagai fungsi yang *multiplicative* sehingga sifat dari fungsi ini berganti menjadi *homogeneous of degree $\sum \beta_i$* . Nilai β_i merupakan parameter dari skala usaha (*return to scale*) untuk masing-masing input yang juga menunjukkan nilai elastisitas produksinya. Kedua, memiliki sifat *diminishing marginal return to scale* yang artinya penambahan input pada titik tertentu akan mengurangi tambahan output produksinya. Ketiga, bisa diestimasi dalam bentuk linier yaitu dengan ditransformasikan kedalam bentuk logaritma. Secara umum persamaan fungsi produksi *Cobb-Douglas* adalah sebagai berikut (Debertin, 2012):

$$Y = AX_1^\alpha X_2^{\alpha-1} \quad \text{atau} \quad Y = AX_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana X_1 adalah tenaga kerja

X_2 adalah Modal

$$\alpha = \beta_1 \text{ dan } \alpha-1 = \beta_2$$

Pengaplikasian fungsi produksi *Cobb-Douglas* dapat ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma sehingga fungsi produksi tersebut sebagai berikut :

$$\log Y = \log A + \alpha \log X_1 + (\alpha-1) \log X_2$$

atau

$$\log Y = b_0 + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + e \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan: b_0 merupakan intersep

b_1 merupakan α

b_2 merupakan $\alpha-1$

e adalah *error term*

Fungsi *Cobb-Douglas* dapat diformulasikan kedalam fungsi biaya (Rido, 2014) yaitu:

$$c_i \geq c(p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{Ni}, q_{1i}, q_{2i}, \dots, q_{Mi}) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana C adalah biaya produksi

$p_{1i}, p_{2i}, \dots, p_{Ni}$ adalah harga input ke 1,2,...N

$q_{1i}, q_{2i}, \dots, q_{Mi}$ adalah ouput produksi

Fungsi tersebut ditransformasi menjadi:

$$\ln c_i \geq \beta_0 + \sum_{N=1}^N \beta_n \ln p_{ni} + \sum_{M=1}^M \beta_m \ln q_{mi} + v_i$$

$$\ln c_i = \beta_0 + \sum_{N=1}^N \beta_n \ln p_{ni} + \sum_{M=1}^M \beta_m \ln q_{mi} + v_i - u_i \dots\dots\dots (9)$$

nilai v_i menunjukkan nilai eror dan nilai variabel lain yang tidak digunakan dalam model.

2.3.4 Konsep Efisiensi Biaya

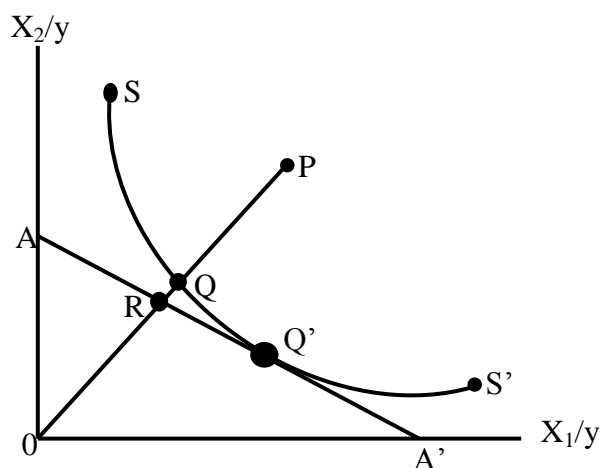
Menurut Sukirno (1997) dalam (Shinta, 2011), efisiensi merupakan proses mengkombinasikan faktor-faktor produksi dalam usahatani untuk melakukan kegiatan produksi sehingga dapat mengalokasikan faktor-faktor produksi tersebut secara efisien agar memberikan hasil berupa output yang optimal. Kegiatan kombinasi antara input-input produksi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Maksimisasi profit yaitu mengalokasikan faktor produksi (input) yang digunakan seefisien mungkin untuk memperoleh produksi maksimal sehingga akan menambah keuntungan yang optimal.
2. Minimisasi biaya yaitu mengalokasikan faktor produksi dengan batasan berupa biaya untuk memperoleh produksi yang optimal dan biaya yang minimal.

Menurut Farrel (1957), efisiensi dibagi menjadi dua, yaitu efisiensi teknis dan efisiensi alokatif. Efisiensi teknis terjadi apabila produsen mampu memproduksi output yang maksimal dari berbagai kombinasi input. Sedangkan efisiensi alokatif terjadi apabila produsen mampu mengkombinasikan berbagai

input secara optimal dengan harga dan teknologi yang tetap. Efisiensi alokatif merupakan rasio biaya dengan input yang minimum. Apabila kedua efisiensi tersebut digabung akan memperoleh nilai efisiensi ekonomis.

Selain itu, Farrel (1957) dalam Tim Coelli *et al.* (1998) menyebutkan bahwa tingkat efisiensi dapat dilihat dari dua sisi yaitu berorientasi input dan berorientasi output. Efisiensi yang berorientasi input dapat terjadi apabila terjadi penurunan kombinasi input yang digunakan untuk menghasilkan output yang sama. Sedangkan efisiensi yang berorientasi pada output terjadi apabila penggunaan input tetap, namun dapat menghasilkan output yang lebih tinggi. Kurva untuk memahami konsep efisiensi yang berorientasi input ditunjukkan oleh gambar 7 dan konsep efisiensi yang berorientasi pada output ditunjukkan oleh gambar 8.



Gambar 7. Konsep Efisiensi Berorientasi pada Input

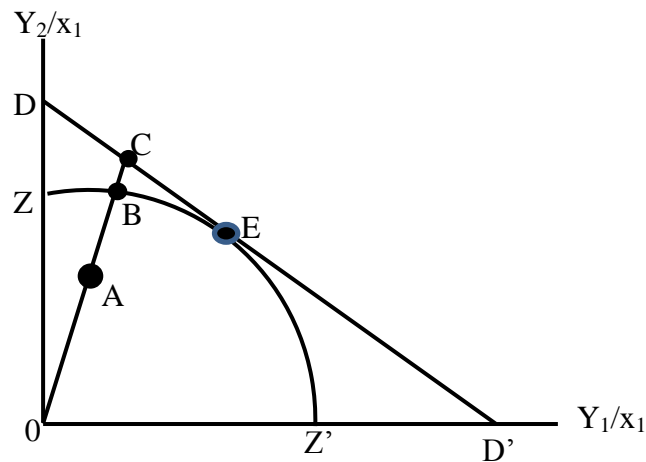
(Sumber: Farrel, 1957)

Gambar diatas merupakan bentuk efisiensi menggunakan dua input variabel yaitu X_1 dan X_2 untuk memproduksi output Y dengan mengasumsikan produksi dalam keadaan *constant return to scale* yang dikemukakan oleh Farrel (1957). Asumsi yang digunakan adalah perusahaan menggunakan kombinasi input X_1 dan X_2 untuk menghasilkan sejumlah output Y pada garis P , maka asumsi perusahaan dapat mencapai titik *fully efficient* apabila memproduksi sejumlah output disepanjang garis SS' . Titik adanya inefisiensi teknis ditunjukkan oleh jarak antara QP yang berarti adanya jarak tersebut mengindikasikan bahwa produsen dapat mengurangi kombinasi input yang digunakan dari titik P sampai ke titik Q dan akan tetap menghasilkan output yang sama. Pengurangan kombinasi input

tersebut dapat dicari dengan mengetahui rasio antara QP/OP . Berdasarkan titik inefisiensi tersebut, maka untuk mencapai efisiensi teknis dapat dilihat dari rasio antara garis OQ/OP atau satu dikurangi QP/OP . Nilai efisiensi teknis tersebut berada antara 1-0, dan efisiensi teknis terjadi apabila bernilai 1 yang ditunjukkan oleh titik Q.

Kurva pada gambar 7 diatas juga merepresentasikan adanya *isocost* yaitu pada garis AA'. Garis AA' dapat menunjukkan adanya efisiensi alokatif. Efisiensi alokatif pada kurva tersebut ditunjukkan oleh rasio antara OR/OQ yang artinya garis RQ mengindikasikan bahwa produsen mencapai efisiensi teknis namun tidak efisien secara alokatif. Oleh sebab itu, produsen harus mengubah kombinasi input yang digunakan yang dapat menghasilkan output yang sama dengan titik Q dan biaya yang sama dengan titik R agar bisa efisien secara keduanya. Perubahan titik kombinasi tersebut dapat dilakukan di titik Q'. Perusahaan yang dapat berproduksi di titik Q' dapat mencapai efisiensi secara ekonomis. Efisiensi tersebut dapat dicari melalui rasio antara OR/OP . Jarak antara RP dapat diartikan sebagai pengurangan biaya produksi yang dapat dilakukan perusahaan.

Kurva *isoquant* (IQ) menunjukkan berbagai kombinasi input produksi untuk menghasilkan output produksi yang sama (garis SS' pada gambar 7). Sedangkan kurva *isocost* (IC) yaitu berupa kombinasi faktor-faktor produksi yang dapat dibeli produsen untuk menghasilkan output produksi dengan anggaran biaya tertentu atau biaya sama (garis AA' pada gambar 7). Titik produksi optimal terjadi apabila garis *isoquant* menyinggung garis *isocost* ($IQ = IC$) (titik Q' pada gambar 7). Ketika kondisi $IQ = IC$ maka produsen telah mencapai syarat minimisasi biaya karena produsen akan menggunakan input yang paling minimum sehingga biaya yang dikeluarkan minimum untuk memproduksi output (Y) pada jumlah yang sama.



Gambar 8. Konsep Efisiensi Berorientasi pada Output
(Sumber: Farrel (1957) dalam Coelli, 1998)

Kurva pada gambar 8. merupakan produksi yang menghasilkan dua output yaitu Y_1 dan Y_2 dengan menggunakan satu input yaitu X_1 . Produksi yang dilakukan ditunjukkan oleh garis OP . Garis ZZ' pada kurva diatas merupakan kurva *production possibility* dan titik A menunjukkan adanya inefisiensi karena produksi dilakukan dibawah kurva *production possibility* yang berarti produsen masih dapat meningkatkan produksinya sampai titik B. Jarak AE merupakan adanya inefisiensi teknis karena produsen sebenarnya masih dapat meningkatkan output dengan penggunaan input yang sama. Sehingga nilai efisiensi teknisnya merupakan rasio $0A/0B$. Garis DD' merupakan *isorevenue line* apabila informasi harga dapat diketahui. Berdasarkan *isorevenue line* tersebut dapat diketahui bahwa nilai efisiensi alokatif merupakan rasio $0B/0C$, sehingga produsen yang efisien secara teknis di titik B tidak efisien secara alokatif karena produksi dibawah *isorevenue line* dan perusahaan efisien secara alokatif di titik C. Nilai inefisiensi alokatif ditunjukkan oleh jarak garis BE. Produsen dapat memperoleh pendapatan yang sama dengan titik C apabila mengubah kombinasi output yang dihasilkan menjadi titik E, nilai titik E dapat dikatakan produsen efisien secara ekonomis. nilai efisiensi ekonomis merupakan rasio antara $0A/0C$. Keseluruhan efisiensi bernilai antara 0-1. Apabila perusahaan memiliki nilai efisiensi sama dengan 1, maka perusahaan tersebut telah sepenuhnya efisien secara teknis, alokatif dan ekonomis.

Apabila kondisi yang dihadapi produsen adalah memproduksi sejumlah output pada waktu tertentu, maka asumsi minimisasi biaya tepat untuk dilakukan. Kombinasi input yang optimal untuk memperoleh output tertentu, memungkinkan untuk mendapatkan kombinasi input yang meminimalkan biayanya. Biaya yang minimal mencerminkan bahwa usaha yang dijalankan oleh produsen berjalan dengan efisien. Pengukuran efisiensi biaya dapat dilakukan dengan menggunakan *frontier* yang disebut dengan *cost frontier*. Model fungsi *cost frontier* memiliki model yang mirip dengan fungsi produksi *frontier* karena pada spesifikasi model nilai U_i sama-sama menunjukkan efek inefisiensinya yang disebabkan oleh produksi dibawah garis *frontier* (Coelli, 1996). Oleh sebab itu, untuk membentuk model fungsi biaya dilakukan dengan mengubah spesifikasi *error term* dari $(V_i - U_i)$ pada fungsi produksi menjadi $(V_i + U_i)$ pada fungsi biaya. Bentuk fungsi *stochastic cost frontier* ditunjukkan oleh persamaan 10 dibawah ini.

$$\ln C_i = C(Y_i, w_i, \beta) + V_i + U_i \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- C = biaya produksi usaha ke-i
- C(.) = bentuk fungsi yang digunakan (misal *Cobb Douglas*)
- Y = jumlah output produksi
- w_i = $(K \times 1)$ vector biaya input
- β = vektor dari parameter yang akan diestimasi.
- i = 1, 2, 3, ... N

Apabila model yang diestimasi adalah Cobb Douglas dengan menggunakan data *cross section* dan diasumsikan bahwa model tersebut diasumsikan *a half normal distribution*, maka bentuk persamaannya terdapat pada persamaan 11 dibawah ini.

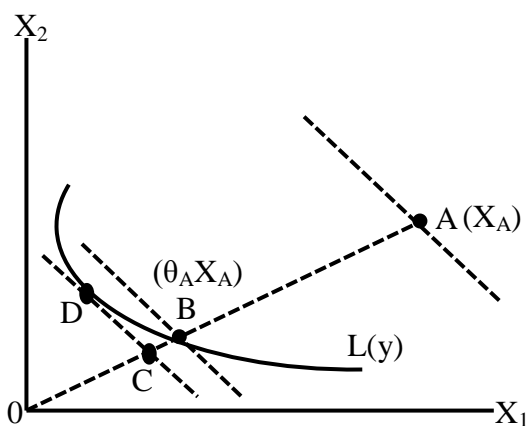
$$\ln(C_i/W_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln Q_i + \beta_2 \ln(R_i/W_i) + (U_i + V_i) \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan model diatas yaitu C_i sebagai biaya produksi usaha ke i, Q_i merupakan output produksi, R_i merupakan modal dan W_i adalah biaya tenaga kerja. Persamaan 11 menunjukkan adanya perbedaan dengan persamaan 10 karena pada persamaan 11 fungsi *stochastic cost frontier* dibobot dengan nilai W_i . Hal ini sesuai dengan pernyataan Kumbhakar, Wang, & Horncastle (2015), bahwa sifat

dari *cost function* yaitu *homogenous* pada harga inputnya. Kondisi *price homogeneity* ini mengharuskan penggunaan salah satu harga input (W_i pada persamaan 11) digunakan untuk menormalisasikan total biaya dan harga input lainnya. Normalisasi harga ini terjadi apabila harga dari masing-masing input cenderung homogen, kondisi ini terjadi apabila input dibeli pada pasar persaingan sempurna. Jadi, pada persamaan 11, adanya homogenitas harga menyebabkan pembentukan model yang menjadikan biaya tenaga kerja untuk menormalisasi harga (*normalizing price*).

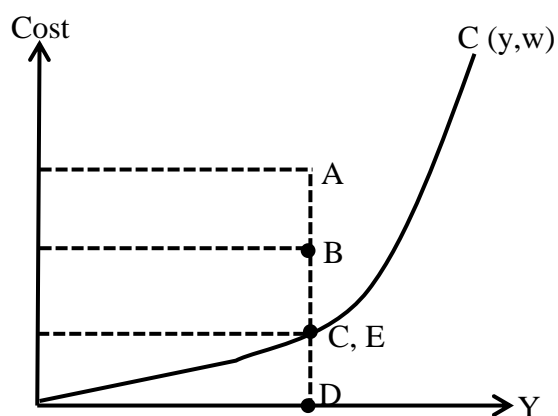
Model stokastik tersebut memiliki dua *error term*. V_i merupakan ukuran kesalahan pengganggu terkait faktor eksternal (iklim, serangan hama penyakit, dan lain-lain) dan U_i merupakan *error term* yang terkait faktor internal yang mempengaruhi inefisiensi usaha serta bersifat non negatif. Menurut Coelli (1996), V_i merupakan *random variables* yang diasumsikan independen dan didistribusi secara identik atau *iid (independently and identically distributed)* yang memiliki mean 0 dan varians konstan atau $N(0, \sigma^2)$. Sedangkan U_i merupakan *random variables* non negatif yang mempengaruhi efisiensi biaya yang diasumsikan independen dan didistribusi secara identik atau *iid (independently and identically distributed)* dengan $|N(0, \sigma^2)|$. Penambahan efek inefisiensi (U_i) pada fungsi *cost frontier* menunjukkan bahwa yang akan dicapai produsen yaitu *minimum cost*, sedangkan tanda kurang pada *error* fungsi produksi menunjukkan bahwa yang akan dicapai produsen yaitu *maximum output* (Coelli *et al.*, 1998).

Pengukuran efisiensi biaya (*cost efficiency*) dari usaha secara individual dilakukan dengan melihat rasio antara biaya aktual biaya potensialnya (Cummins & Santomero, 2002). Biaya aktual merupakan biaya yang secara nyata dikeluarkan masing-masing usaha, sedangkan biaya potensial merupakan biaya minimum dari usaha yang sama dengan teknologi yang bersifat “*given*” atau biaya usahatani yang mampu memproduksi sejumlah output yang sama namun dapat mengalokasikan biaya terendah (Tijjani & Bakari, 2014). Semakin dekat biaya yang dikeluarkan dalam usahatani dengan biaya potensialnya, maka akan semakin efisien secara biaya (gambar 9 dan gambar 10).



Gambar 9. *Cost Frontier* dengan Dua Input

(Sumber: Kumbhakar & Lovell, 2012)



Gambar 10. *Cost frontier* dengan Satu Output dan Pengukuran Efisiensi Frontier

(Sumber: Kumbhakar & Lovell, 2012)

Kurva pada gambar 9 dan 10 tersebut menunjukkan efisiensi biaya yang diukur menggunakan *frontier*. Apabila produksi yang dilakukan produsen dilakukan disepanjang garis $0A$ dengan berbagai *isocost* dan garis $L(y)$ menunjukkan *isoquant* pada gambar 9 dan produsen berproduksi pada titik A , maka produsen tersebut tidak efisien secara biaya karena biaya yang dikeluarkan sangat tinggi. Sedangkan produsen dapat memproduksi sejumlah output $L(y)$ dengan biaya paling minimal apabila produsen berproduksi di titik D , namun titik tersebut tidak berada disepanjang garis $0A$, sehingga produsen tetap dapat berproduksi dengan biaya minimum apabila merubah produksinya menjadi di titik C . Produksi di titik C memberikan biaya yang minimum, namun output yang diperoleh lebih sedikit, sehingga produsen dapat merubah kombinasi input

menjadi di titik B sehingga output yang dihasilkan tetap sama meskipun biaya lebih tinggi dari kondisi di titik C. Produksi di titik B menunjukkan produsen telah efisien secara *frontier*.

Kurva 10 menunjukkan pengukuran efisiensi biaya menggunakan *frontier* dari empat produsen yaitu A, B, C, dan D. Biaya potensial *frontier* ditunjukkan oleh garis C (y,w) dengan asumsi output yang dihasilkan keempat produsen tersebut sama. Produsen D mengeluarkan biaya paling rendah yaitu dibawah biaya *frontier*, namun produksi tersebut mustahil dilakukan karena untuk menghasilkan output di titik D produsen tidak mengeluarkan biaya sama sekali. Produsen A dan B untuk menghasilkan output yang sama dengan produsen lainnya mengeluarkan biaya lebih tinggi, sehingga nilai efisiensi biaya kedua produsen tersebut lebih dari 1. Oleh sebab itu, produsen A dan B dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan, namun output yang dihasilkan tetap sama. Produsen C merupakan contoh produsen sudah efisien secara biaya karena untuk memproduksi sejumlah output yang sama dengan produsen lainnya, biaya yang dikeluarkan sama dengan biaya *frontier*, sehingga nilai efisiensi biayanya sama dengan 1. Jadi keempat produsen tersebut dapat mencapai efisiensi biaya, apabila berproduksi di titik C. Secara matematis, tingkat efisiensi biaya dengan *frontier* dirumuskan sebagai berikut (Coelli, 1996):

$$EFF_i = E(Y_i^*|U_i, X_i) / E(Y_i^*|U_i=0, X_i) \dots\dots\dots (12)$$

Atau

$$EFF = \frac{\exp(X_i\beta + u_i)}{\exp(X_i\beta)} = \exp(u_i) \dots\dots\dots (13)$$

Y_i^* adalah *cost frontier* dari usaha ke-i yang nilainya akan sama dengan Y_i , apabila variabel dependennya adalah biaya input asli dan akan sama dengan $\exp(Y_i)$ apabila dependen variabel merupakan biaya input dalam bentuk logaritma. $E(Y_i^*|U_i, X_i)$ pada persamaan tersebut menunjukkan biaya aktual dari analisis menggunakan *software frontier* yang mengasumsikan terdapat efek inefisiensi, sehingga nilai U_i tidak sama dengan 0. Sedangkan $E(Y_i^*|U_i=0, X_i)$ menunjukkan biaya potensial *frontier* yang mengasumsikan perusahaan sepenuhnya telah efisien, sehingga tidak ada efek inefisiensi atau nilai U_i sama dengan 0.

Berdasarkan rumus tersebut, maka hasil analisis frontier yang diperoleh dari *software frontier 4.1* akan memiliki rentang nilai satu (1) sampai tak terhingga karena suatu usaha yang tidak efisien secara biaya akan memiliki biaya yang lebih tinggi dari biaya *frontiernya* sehingga produsen dapat mengurangi biayanya sampai pada biaya *frontiernya*. Nilai frontier dapat diubah menjadi antara 0-1 atau berupa presentase dengan rumus:

$$\% \text{ EFF}_i = 1/\text{EFF}_i \times 100 \dots\dots\dots(14)$$