



Witono Adiyoga*

Beberapa Alternatif Pendekatan untuk Mengukur Efisiensi atau In-Efisiensi dalam Usahatani

Pendahuluan

Kemampuan sektor pertanian untuk memberikan kontribusi secara langsung terhadap pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan rumah tangga tani tergantung pada tingkat pendapatan usahatani dan surplus yang dihasilkan oleh sektor itu sendiri. Dengan demikian, tingkat pendapatan usahatani, disamping merupakan penentu utama kesejahteraan rumah tangga petani, juga muncul sebagai salah satu faktor penting yang mengkondisikan pertumbuhan ekonomi. Tingkat pendapatan usahatani ini sangat ditentukan oleh efisiensi petani untuk mengalokasikan sumberdaya yang dimilikinya ke dalam berbagai alternatif aktivitas produksi. Jika petani tidak menggunakan sumberdaya tersebut secara efisien, maka akan terdapat potensi yang tidak/belum tereksploitasi untuk meningkatkan pendapatan usahatani dan menciptakan surplus. Sebaliknya jika petani bertindak sangat efisien dalam mengalokasikan sumberdayanya, maka tambahan kontribusi sektor pertanian hanya dapat diperoleh melalui usaha pengembangan berorientasi pertumbuhan (*growth-oriented development*) dari sektor bersangkutan. Dengan demikian, identifikasi efisiensi penggunaan sumberdaya merupakan isu penting yang menentukan eksistensi berbagai peluang di sektor pertanian berkaitan dengan potensi kontribusinya terhadap pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan rumah tangga tani (Weersink, Turvey & Godah, 1990).

Dalam teori dasar mikroekonomi, teknologi produksi dinyatakan sebagai fungsi transformasi/produksi yang mendefinisikan pencapaian output maksimal dari berbagai kombinasi input. Dengan demikian, fungsi transformasi tersebut menggambarkan suatu batas atau *frontier* produksi. Jika *frontier* produksi diketahui, maka in-efisiensi teknis dari suatu usahatani dapat diestimasi melalui

* *Peneliti di Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang*

perbandingan posisi usahatani tersebut, relatif terhadap *frontier*-nya (Lass & Gempesaw, 1992). Elaborasi pendekatan yang dapat digunakan untuk mengukur in-efisiensi ini menjadi penting karena:

- Khususnya bagi negara sedang berkembang, perubahan nyata di sektor pertanian telah menjadikan sektor ini tidak lagi dapat dikategorikan tradisional. Dalam situasi seperti ini, cakupan in-efisiensi penggunaan sumberdaya menjadi semakin luas, sehingga strategi pengembangan perlu ditinjau kembali.
- Analisis efisiensi ekonomis usahatani telah berkembang tidak saja menekankan pada efisiensi alokatif, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi teknis (produktivitas perpaduan berbagai input tertentu). Efisiensi tidak saja menyangkut rasionalitas petani, tetapi lebih ditekankan pada keragaan sistem (petani dan sistem penunjang usahatani)
- Secara terus-menerus telah terjadi pengembangan metodologi pengukuran efisiensi ekonomis yang dapat memberikan estimasi empiris tingkat in-efisiensi yang lebih akurat (Kalaizandonakes, Wu & Ma, 1992).

Penelusuran menyangkut kelemahan dan keunggulan berbagai alternatif pendekatan yang tersedia dapat memberikan acuan dalam pemilihan metode pengukuran in-efisiensi yang akan digunakan.

Landasan Teoritis In-Efisiensi

Isu in-efisiensi pada dasarnya timbul dari anggapan bahwa petani dan usahatani berperilaku memaksimalkan keuntungan. In-efisiensi dapat diinterpretasikan sebagai suatu titik atau tahapan dimana tujuan dari pelaku ekonomi belum secara penuh dimaksimalkan. Kemungkinan seorang pelaku tidak dapat mencapai tujuan maksimalnya adalah sesuatu yang bersifat umum. Dengan kata lain, in-efisiensi sebenarnya merupakan bagian yang tidak terlepas dari kehidupan. Dalam mengelola usahatannya, petani mungkin saja melakukan penyimpangan-penyimpangan yang menimbulkan konsekuensi-konsekuensi. Dinamika sektor pertanian yang ditandai oleh adanya perubahan lingkungan teknis dan ekonomis secara terus menerus, akan menyulitkan petani dalam menyesuaikan keputusan-keputusan alokatifnya agar tetap respon terhadap perubahan lingkungan produksi serta tetap menjaga efisiensi alokasi penggunaan sumberdayanya. Pada kondisi seperti ini petani sebenarnya secara terus menerus berada pada keadaan *disekuilibrium*. Dinamika perubahan lingkungan strategis yang dihadapi petani juga mensyaratkan kriteria efisiensi yang lebih diarahkan pada keragaan sistem (termasuk di dalamnya petani dan sistem penunjang usahatani), bukan semata-mata difokuskan secara sempit kepada rasionalitas petani.

Konsep utama dalam teori ekonomi produksi adalah fungsi produksi. Fungsi produksi, $f(x)$, menjelaskan transformasi input menjadi output dan menggambarkan output maksimal yang dapat diperoleh dari berbagai vektor input. Pada tingkat teknologi tertentu, suatu usahatani menggunakan n input, $x \equiv (x_1, \dots, x_n)'$, yang dibeli pada harga tetap $w \equiv (w_1, \dots, w_n)' > 0$, untuk memproduksi input tunggal y , yang dapat dijual pada harga tetap $p > 0$.

Memenuhi persyaratan tertentu, fungsi ini secara ekivalen dapat pula digambarkan oleh fungsi biaya, $c(y, w) \equiv \min_x \{w'x \mid f(x) \geq y, x \geq 0\}$. Fungsi ini mendefinisikan biaya minimal yang diperlukan untuk memproduksi tingkat output tertentu y , pada tingkat harga input w . Implikasi yang timbul dari penggunaan fungsi biaya untuk mendeskripsikan teknologi secara akurat adalah spesifikasi dari fungsi biaya tersebut harus ekivalen dengan spesifikasi fungsi produksi. Fungsi biaya dapat dikatakan sebagai dual dari fungsi produksi karena semua informasi ekonomis yang relevan dengan teknologi bersangkutan dapat diperoleh dari fungsi produksi.

Teknologi produksi yang efisien dapat pula digambarkan oleh fungsi keuntungan $\pi(p, w) \equiv \max_{y, x} \{p y - w' x \mid f(x) \geq y, x \geq 0, y \geq 0\}$, menunjukkan keuntungan maksimal yang dapat diperoleh pada tingkat harga output p dan harga input w . Seperti halnya fungsi biaya, fungsi keuntungan merupakan representasi matematis dari pemecahan masalah optimisasi, khususnya menyangkut maksimisasi keuntungan.

Ketiga fungsi di atas mencirikan perilaku memaksimalkan keuntungan dari seorang produsen yang efisien dan menempatkan batasan/limit nilai-nilai yang memungkinkan untuk peubah-peubah tak bebas bersangkutan. Dengan demikian fungsi $f(x)$, $c(y, w)$ dan $\pi(p, w)$ dapat dikategorikan sebagai *frontier*.

Misalkan suatu usahatani melaksanakan kegiatannya berdasarkan rencana produksi, (y^0, x^0) . Rencana ini dikategorikan efisien secara teknis jika $y^0 = f(x^0)$, namun diklasifikasikan in-efisien secara teknis jika $y^0 < f(x^0)$. In-efisiensi teknis terutama disebabkan oleh penggunaan input berlebih, yang mengimplikasikan $w'x^0 \geq c(y^0, w)$. Konsekuensinya, usahatani tersebut tidak dapat memaksimalkan keuntungan, sehingga $(p y^0 - w' x^0) \leq \pi(p, w)$.

Dengan asumsi bahwa f dapat didiferensiasikan (*differentiable*), rencana (y^0, x^0) dikategorikan efisien secara alokatif jika $f_i(x^0) / f_j(x^0) = w_i / w_j$, namun diklasifikasikan in-efisien secara alokatif jika $f_i(x^0) / f_j(x^0) \neq w_i / w_j$. Dalam kasus ini, biaya tidak dapat diminimalkan karena usahatani tersebut menggunakan input dalam proporsi yang kurang tepat, sehingga $w' x^0 \geq c(y^0, w)$. Konsekuensinya, usahatani tersebut tidak dapat memaksimalkan keuntungan, sehingga $(p y^0 - w' x^0) \leq \pi(p, w)$.

Jika suatu usahatani dapat berlaku efisien baik secara teknis maupun alokatif, maka $w' x^0 = c(y^0, w)$. Sementara itu, suatu usahatani dikategorikan in-efisien secara teknis dan alokatif jika $w' x^0 > c(y^0, w)$. Perbedaan yang

mungkin timbul antar usahatani dapat disebabkan oleh in-efisiensi teknis atau in-efisiensi alokatif, atau bahkan kombinasi diantara keduanya. Penggunaan input x^0 akan memotong atau menyinggung permintaan input yang meminimalkan biaya, $x(y^0, w)$, jika dan hanya jika usahatani bersangkutan efisien secara teknis dan alokatif. Sedangkan kombinasi antara in-efisiensi teknis dan alokatif dapat menyebabkan $x_i^0 > x_j(y^0, w)$ untuk sebagian input, tetapi juga dapat mengakibatkan $x_j^0 \leq x^0(y^0, w)$ untuk input lainnya.

Efisiensi skala dapat dicapai oleh suatu usahatani jika $p = c_y(y^0, w)$, sebaliknya in-efisiensi skala terjadi jika $p \neq c_y(y^0, w)$. Dengan demikian, $(p y^0 - w' x^0) = \pi(p, w)$ jika dan hanya jika usahatani bersangkutan efisien secara teknis, alokatif dan skala. Kondisi ini menjamin penawaran output y^0 dan penggunaan input x^0 memotong penawaran output $y(p, w)$ dan penggunaan input $x(p, w)$ yang memaksimalkan keuntungan.

Landasan teoritis efisiensi atau in-efisiensi yang diuraikan di atas dapat digunakan untuk setiap spesifikasi fungsi biaya dan keuntungan yang memenuhi persyaratan teori dualitas.

Beberapa Pendekatan untuk Mengukur In-Efisiensi

Beberapa pendekatan telah dikembangkan dan diaplikasikan untuk mengukur dan menghitung in-efisiensi. Sebagian besar dari pendekatan tersebut melibatkan penggunaan fungsi batas/*frontier* dan pengukuran in-efisiensi relatif terhadap *frontier* tersebut. Penggunaan fungsi *frontier* tampaknya sangat beralasan karena memberikan penekanan terhadap konsep maksimalitas dan minimalitas yang terkandung didalamnya. Pada kasus fungsi produksi, selalu terdapat keterkaitan antara pengukuran efisiensi di tingkat usahatani dengan estimasi *frontier* produksi. Hal ini terjadi karena diperlukan suatu standar untuk mengukur in-efisiensi. Keterkaitan semacam ini juga terjadi pada penggunaan fungsi biaya atau fungsi keuntungan.

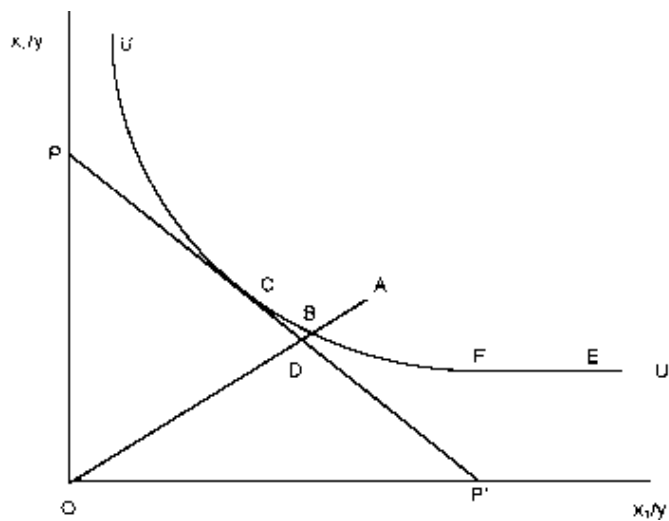
Frontier Non-Parametrik Deterministik

Suatu ukuran efisiensi yang tidak mencerminkan masalah angka indeks diperkenalkan oleh Farrell (1957). Ukuran ini mencerminkan keragaan aktual usahatani dan mencantumkan semua faktor produksi yang relevan dalam proses transformasi. Metode pendekatan tersebut menghasilkan suatu fungsi produksi *frontier* non-parametrik deterministik. Misalnya suatu usahatani menggunakan dua jenis input x_1 dan x_2 untuk memproduksi output tunggal y . Dengan asumsi *constant returns to scale*, maka fungsi *frontier* dapat dicirikan oleh suatu unit isokuan yang efisien. Berdasarkan kombinasi input (x_1, x_2) untuk memproduksi y , Farrell mendefinisikan efisiensi teknis sebagai rasio OB/OR. Rasio ini

mengukur proporsi aktual (x_1, x_2) yang dibutuhkan untuk memproduksi y . Sementara itu, in-efisiensi teknis, $1 - OB/OR$, merupakan ukuran: (1) proporsi (x_1, x_2) yang dapat dikurangi tanpa menurunkan output, dengan anggapan rasio input x_1, x_2 tetap; (2) kemungkinan pengurangan biaya dalam memproduksi y , dengan anggapan rasio input x_1, x_2 tetap; dan (3) proporsi output yang dapat ditingkatkan dengan anggapan rasio input x_1, x_2 tetap, karena adanya asumsi *constant returns to scale*.

Andaikan PP' merupakan rasio harga input atau garis iso-biaya, maka C adalah titik biaya minimal untuk memproduksi y . Perlu diperhatikan bahwa biaya pada titik D sama dengan biaya pada titik C , sehingga efisiensi alokatif dapat didefinisikan sebagai rasio OD/OB . Sedangkan in-efisiensi alokatif adalah $1 - OD/OB$, yang mengukur kemungkinan pengurangan biaya sebagai akibat dari penggunaan input dalam proporsi yang tepat. Sementara itu, efisiensi total dapat didefinisikan sebagai rasio OD/OA . Dengan demikian, in-efisiensi total, $1 - OD/OA$, mengukur kemungkinan penurunan biaya akibat pergerakan dari titik A (titik yang diamati) ke titik C (titik biaya minimal).

Pada dasarnya, Farrell menggunakan teknik programasi linier untuk mengkontruksi *free disposal convex hull* rasio input-output. Metode ini telah digunakan oleh Kopp (1981) untuk fungsi produksi *frontier* yang bersifat *non-homotetis*. Namun demikian, kelemahan utama dari pendekatan Kopp terletak pada estimasi langsung fungsi produksi *frontier primal* yang tidak dapat terhindar dari masalah multikolinieritas. Fare et al. (1985) mengembangkan pendekatan Farrell dengan menyertakan *non-constant returns to scale* serta kemungkinan adanya *input congestion*. Pengembangan ini memungkinkan penentuan tingkat in-efisiensi teknis serta identifikasi sumber in-efisiensi tersebut. Keuntungan utama dari pendekatan ini adalah tidak diperlukannya bentuk fungsi tertentu untuk menggambarkan data. Sedangkan kelemahan utamanya terletak pada kenyataan bahwa semua penyimpangan pengamatan dari unit isokuan dikategorikan sebagai in-efisiensi teknis. Namun demikian, masalah metodologis yang paling mendasar adalah tidak berlakunya alat inferensi statistika pada pendekatan tersebut.



Varian (1984) menunjukkan bahwa konsistensi data input, output dan harga dengan maksimisasi keuntungan adalah ekuivalen dengan adanya himpunan kemungkinan produksi yang tertutup dan cembung. Jika data konsisten dengan maksimisasi keuntungan dari setiap usahatani contoh, maka teknologi dapat didefinisikan tanpa harus mengasumsikan suatu bentuk fungsional parametrik tertentu. Pada banyak kasus, adanya in-efisiensi teknis atau alokatif dalam operasionalisasi suatu usahatani menyebabkan data pengamatan tidak akan konsisten dengan postulat maksimisasi keuntungan Varian. Pendekatan Varian ini mengimplikasikan tidak adanya himpunan kemungkinan produksi yang dapat merasionalisasi data pengamatan. Sementara itu, Banker dan Maindiratta (1988) mendefinisikan pendekatan Varian sebagai *strong rationalization* dan memperkenalkan terminologi tambahan *subset rationalization* dan *weak rationalization*. Relatif terhadap himpunan kemungkinan produksi, efisiensi teknis dan alokatif dapat dianalisis melalui penggunaan metode yang analog dengan pendekatan Farrell. Pendekatan Banker dan Maindiratta juga memberikan metode non-parametrik perhitungan batas bawah dan batas atas untuk setiap pengukuran. Batas ini mewakili kemungkinan produksi terbaik yang dapat dicapai tanpa harus mengasumsikan bentuk fungsional spesifik.

Secara umum, keunggulan pendekatan Farrell adalah tidak diperlukannya bentuk fungsional tertentu untuk menganalisis data yang tersedia. Sedangkan kelemahan pendekatan ini adalah: (1) mengandung asumsi *constant returns to scale* yang sangat mengikat/membatasi, sementara itu pengembangannya untuk teknologi *non-constant returns to scale* ternyata sangat kompleks, dan (2) pendekatan ini mengkomputasi *frontier* dari subset pengamatan (dari contoh), sehingga sangat rentan terhadap pengamatan ekstrim dan kesalahan pengukuran.

Frontier Parametrik Deterministik

Aigner dan Chu (1968) mengembangkan pendekatan ini melalui spesifikasi fungsi produksi *frontier* homogen Cobb-Douglas yang mensyaratkan semua observasi berada pada atau di bawah *frontier*. Model tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \ln y &= \ln f(x) - u \\ &= a_0 + \sum_{l=1}^n a_l \ln x_l - u, \quad u \geq 0 \end{aligned}$$

dimana *one-sided error term* akan memaksa $y < f(x)$. Elemen vektor parameter $a = (a_0, a_1, \dots, a_n)'$ diperoleh dengan menggunakan programasi linier atau kuadratik. Pendekatan ini dikembangkan lebih lanjut antara lain oleh Forsund and Hjalmarsson (1979) yang mencoba melonggarkan batasan asumsi spesifikasi Cobb-Douglas yang homogen. Keuntungan utama dari penggunaan pendekatan ini adalah kemampuannya untuk mengkarakterisasi teknologi *frontier* dalam bentuk matematis/fungsional sederhana serta kemampuannya untuk mengakomodasi *non-constant returns to scale*. Namun demikian, dua kelemahan utamanya adalah (1) bersifat deterministik sehingga tidak memungkinkan adanya *noise* dan dugaan yang dihasilkan tidak memiliki properti statistika, dan (2) sukar diterapkan untuk usahatani yang outputnya lebih dari satu.

Frontier Statistik Deterministik

Teknik ini pada awalnya dirancang oleh Afriat (1972) dan selanjutnya dikembangkan oleh Richmond (1974) dan Greene (1980a). Tidak seperti dua pendekatan sebelumnya, metode ini menggunakan teknik statistika untuk mengestimasi *frontier* statistik deterministik. Model pendekatan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_i = (A - c) + \sum_{j=1}^K b_j x_{ij} - (u_i - c)$$

yang memiliki simpangan dengan rata-rata tengah nol dan memenuhi kondisi yang diperlukan oleh OLS, yaitu konsisten. Efisiensi teknis untuk setiap observasi dapat dikomputasi secara langsung dari vektor residual, sebab u mewakili inefisiensi teknis. Cara termudah untuk mengestimasi *frontier* adalah

dengan menggunakan *corrected ordinary least squares* (COLS). Pertama-tama, bentuk fungsional diestimasi dengan menggunakan OLS, kemudian konstanta dikoreksi dengan menggesernya ke atas sampai tidak ada residual yang bernilai positif dan paling sedikit ada satu residual yang bernilai nol. Namun demikian, distribusi asimtotik dari konstanta yang terkoreksi tidak diketahui, sehingga tidak memungkinkan untuk membuat pernyataan probabilistik berkenaan dengan ukuran efisiensi meskipun secara asimtotik.

Cara lain yang dapat digunakan untuk mengestimasi *frontier* adalah dengan teknik *maximum likelihood*. Dua kesulitan dalam penggunaan teknik ini adalah (1) parameter yang diestimasi tergantung pada distribusi tertentu yang diasumsikan untuk simpangan, dan (2) tidak sembarang distribusi untuk simpangan tersebut dapat digunakan. Green (1980) menemukan kondisi kecukupan untuk distribusi u dalam pendugaan *maximum likelihood* dan menunjukkan bahwa *gamma density* dapat memenuhi kondisi yang diperlukan. Namun demikian, pendekatan ini juga agak janggal karena secara implisit menunjukkan bahwa distribusi dari in-efisiensi teknis ditentukan semata-mata oleh kecocokan statistik (pemenuhan persyaratan statistik).

Keuntungan dari penggunaan pendekatan *frontier* statistik deterministik adalah hasil analisis dapat diuji kelayakan statistiknya. Sementara itu, kelemahan pendekatan ini terletak pada diperlukannya bentuk fungsional tertentu dan semua penyimpangan dari *frontier* dikategorikan sebagai in-efisiensi teknis.

Frontier Statistik Stokastik

Pendekatan *frontier* deterministik yang telah diuraikan terdahulu, ternyata tidak mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan bahwa keragaan usahatani dapat juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang di luar kontrol pengelola. Dalam model *frontier* stokastik, output diasumsikan dibatasi (*bounded*) dari atas oleh suatu fungsi produksi stokastik. Pada kasus Cobb-Douglas, model tersebut dapat dituliskan sebagai berikut

$$y_i = A + \sum_j a_j x_{ij} + (v_i - u_i)$$

Simpangan $(v_i - u_i)$ terdiri dari dua bagian, yaitu: (1) komponen simetrik yang memungkinkan keragaman acak dari *frontier* antar pengamatan dan menangkap pengaruh kesalahan pengukuran, kejutan acak, dsb., dan (2) komponen satu-sisi (*one-sided*) dari simpangan yang menangkap pengaruh in-efisiensi. Model ini diperkenalkan oleh Aigner et al. (1977) dan Meeusen & van den Broeck (1977), dan kemudian dikembangkan antara lain oleh Schmidt & Lovell (1980) dan Jondrow et al. (1982).

Pada setiap model *frontier*, simpangan yang mewakili gangguan statistik (*statistical noise*) diasumsikan independen dan identik dengan distribusi

normal. Distribusi yang paling sering diasumsikan adalah setengah-normal (*half-normal*). Jika dua simpangan diasumsikan independen satu sama lain serta independen terhadap input, dan dipasang asumsi distribusi spesifik (normal dan setengah-normal secara berturut-turut), maka fungsi *likelihood* dapat didefinisikan dan penduga *maximum likelihood* (*maximum likelihood estimators*) dapat dihitung. Cara lain yang dapat digunakan adalah melalui estimasi model dengan OLS dan mengkoreksi konstanta dengan menambahkan suatu penduga konsisten dari $E(u)$ berdasarkan momen yang lebih tinggi (dalam kasus setengah-normal, digunakan momen kedua dan ketiga) dari residual kuadratik terkecil. Setelah model diestimasi, nilai-nilai $(v_i - u_i)$ juga dapat diperoleh. Pada pengukuran efisiensi, penduga untuk u_j juga diperlukan. Sesuai saran Jondrow et al. (1982), kemungkinan yang paling relevan adalah $E(u_i | v_i - u_i)$ yang dievaluasi berdasarkan nilai-nilai $(v_i - u_i)$ dan parameter-parameternya. Dalam makalah Jondrow et al. juga dikemukakan formula $E(u | v - u)$ untuk kasus normal dan setengah-normal.

Keunggulan pendekatan *frontier* stokastik adalah dilibatkannya *disturbance term* yang mewakili gangguan, kesalahan pengukuran dan kejutan eksogen yang berada di luar kontrol unit produksi. Sementara itu, beberapa kelemahan dari pendekatan ini adalah (1) teknologi yang dianalisis harus digambarkan oleh struktur yang cukup rumit/besar, (2) distribusi dari simpangan satu-sisi harus dispesifikasi sebelum mengestimasi model, (3) struktur tambahan harus dikenakan terhadap distribusi in-efisiensi teknis, dan (4) sulit diterapkan untuk usahatani yang memiliki lebih dari satu output.

Penutup

1. Masih terdapat masalah konseptual dan metodologis yang muncul ke permukaan dari penelitian empiris yang menggunakan pendekatan *frontier*, diantaranya:
 - Analisis efisiensi masih terfokus pada rasionalitas petani atau efisiensi ditingkat petani. Titik tumpu analisis perlu lebih ditekankan pada analisis efisiensi sistem secara keseluruhan. Penelitian dengan perspektif yang lebih luas ini akan lebih bermanfaat untuk merancang strategi perbaikan efisiensi penggunaan sumberdaya di tingkat petani yang disebabkan oleh kendala keterbatasan pengetahuan teknis atau pasar input dan output yang tidak sempurna.
 - Pemisahan masalah in-efisiensi menjadi in-efisiensi teknis dan alokatif sebenarnya sangat sensitif terhadap tingkat agregasi input. Ditinjau dari perspektif kebijakan, disarankan agar spesifikasi fungsi produksi yang digunakan adalah: $Y = f(X^h, X^p, E)$, dimana X^h = sumberdaya rumah tangga tani yang berupa lahan, tenaga kerja dan modal; X^p = agregasi dari semua input yang dibeli; dan E = sekumpulan peubah lingkungan,

misalnya jenis tanah dan curah hujan. Pada kasus ini, estimasi efisiensi teknis akan termasuk efisiensi teknis untuk semua input yang didefinisikan secara konvensional (misalnya, waktu dan metode aplikasi input) serta efisiensi alokatif agregasi input yang dibeli. Penyebab inefisiensi dapat diidentifikasi melalui analisis residual yang berkaitan dengan waktu dan metode aplikasi input, perbandingan relatif input yang dibeli, serta kendala sistem.

2. Setiap pendekatan yang bersifat parametrik maupun non-parametrik memiliki keunggulan dan kelemahan, sehingga sukar untuk menentukan pendekatan mana yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan lainnya. Walaupun kegunaan studi dan asumsi yang dipasang untuk distribusi statistik dari efisiensi antar usahatani merupakan pertimbangan penting dalam memilih model, kriteria yang digunakan untuk memilih pendekatan frontier tertentu ternyata masih belum jelas. Pada akhirnya, pemilihan pendekatan dan model harus dilakukan berdasarkan informasi menyangkut kualitas data, sumber data, prosedur memperoleh data dan yang lebih penting lagi, kegunaan atau sasaran dari studi yang akan dilakukan.

Daftar Pustaka

- Afriat, S. N. 1972. *Efficiency estimation of production functions*. International Economic Review, vol. 13 (October) 3.
- Aigner, D. J. & Chu, S. F. 1968. *On estimating the industry production function*. American Economic Review, 58: 226-239.
- Aigner, D. J., Lovell, C. A. K. & Schmidt, P. 1977. *Formulation and estimation of stochastic frontier production function model*. Journal of Econometrics, 6: 21-37.
- Banker, J. & Maindiratta, R. P. 1988. *A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: An illustrative study of hospital production*. Management Science. 31 (January) 1.
- Fare, R. S., Grosskopf, S. & Lovell, C. A. K. 1985. *Measurement of efficiency of production*. Kluwer Nijhooff, Boston.
- Farrel, M. J. 1957. *The measurement of productive efficiency*. Journal of the Royal Stat. Society, Series A(120): 253-290.
- Forsund, F. R. & Hjalmarsson, L. 1979. *Frontier production function and technical progress: Milk processing in Swedish dairy plants*. Econometrica, 47(4).
- Greene, W. H. 1980. *Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions*. Journal of Econometrics, 13: 27-56.

- Greene, W. H. 1980. *On the estimation of flexible frontier model*. Journal of Econometrics, 13: 101 -115.
- Jondrow, J., Lovell, C. A. K., Materov, I. S. & Schmidt, P. 1982. *On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model*. Journal of Econometrics. 19: 233-238.
- Kalaitzandonakes, N. G., Wu S. & Ma, J. 1992. *The relationship between technical efficiency and firm size revisited*. Canadian Journal of Agric. Economics, 40: 427-442.
- Kopp, R. J. & Smith, V. K. 1980. *Frontier production function estimates for steam electric generation: A comparative analysis*. Southern Economic Journal, 47:1049-59.
- Lass, D. A. & Gempesaw, C. M. 1992. *Estimation of firm varying, input-specific efficiencies in dairy production*. Northern Journal of Agricultural Resource Economics, 47 142-149.
- Meunssen, W. & van der Broeck, J. 1977. *Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error*. International Economic Review, 18: 435-444.
- Pasour, E. C. 1981. *A further note on the measurement of efficiency and economics of farm size*. Journal of Agricultural Economics, 32(2).
- Richmond, J. 1974. *Estimating the efficiency of production*. International Economic Review, 15: 515-521.
- Russell, N. P. & Young, T. 1983. *Frontier production and the measurement of technical efficiency*. Journal of Agricultural Economics, 34(2).
- Schmidt, P. & Lovell, C. A. K. 1980. *Estimating stochastic production and cost frontiers when technical and allocative inefficiency are correlated*. Journal of Econometrics, 13.
- Stigler, G. J. 1976. *The x-istence of x-efficiency*. American Economic Review, 66(1).
- Varian, H. 1984. *The nonparametric approach to production analysis*. Econometrica, 52: 579-597.
- Weersink, A., Turvey, C. G. & Godah, A. 1990. *Decomposition measures of technical efficiency for Ontario dairy farms*. Canadian Journal of Agricultural Economics, 38:439-456.
- Zellner, A., Kmenta, J. & Dreze, J. 1966. *Specification and estimation of Cobb-Douglas production function models*. Econometrica, 34: 784-795.