

*The Value of Weather Information in Market
Equilibrium*
(Nilai Informasi Cuaca Pada Keseimbangan Pasar)
Bruce A. Babcock

JOURNAL REVIEWS:



Disusun Oleh:
Muhammad Yunanto

Babcock , B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

The Value of Weather Information in Market Equilibrium

Nilai Informasi Cuaca Pada Keseimbangan Pasar

Bruce A. Babcock

JOURNAL REVIEWS:

Muh. Yunanto

About and motivation for the research:

1. Prakiraan cuaca, dapat mempengaruhi keputusan petani pada dua aspek: *pertama*, dampak langsung pada produktivitas secara fisik, dan, *kedua*, melalui efek profitabilitas ekspektasi perubahan harga.
2. Secara khusus, nilai informasi kepada produsen individual dihitung berdasarkan perbedaan diantara *expected returns* (utilitas) menggunakan informasi dan *expected returns* tanpa menggunakan informasi, dengan keduanya mengharapkan timbal balik diinformasikannya secara merata.
3. Reaksi para petani kepada pengetahuan yang digunakan bahwa informasi akan menimbulkan perubahan harga *output* tergantung pada apakah mereka melakukan dengan bekerjasama atau tidak bekerjasama.
4. Model-model monopoli dapat digunakan untuk menguji bagaimana petani akan menggunakan informasi jika mereka bekerja sama pada pengaturan tingkat *output*.
5. Walaupun fungsi permintaan *nonstochastic*, harga yang akan diterima petani adalah *stochastic* sebelum variabel cuaca diamati oleh karena *output* tidak menentu. Perumusan ini mempertimbangkan kelangsungan produksi dan ketidak-pastian harga (Newbery dan Stiglitz).
6. Dari model ini, ditunjukkan bahwa peran informasi dalam sistem produksi dapat sungguh berbeda secara umum.

Babcock , B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

Contribution of the research:

1. Tujuan penelitian ini akan menguji bagaimana nilai informasi cuaca dimaksud dengan peningkatan ketepatan prakiraan ketika petani bersikap tidak menghiraukannya.
2. Bentuk fungsi dari fungsi permintaan dan fungsi produksi berperan utama dalam menentukan bagaimana penggunaan *input* dan perubahan penawaran ketika prakiraan cuaca menjadi lebih akurat.
3. Penggunaan *input* optimal tidak hanya suatu fungsi *physical productivity*, juga tergantung pada harga. Jika petani menerima isyarat informasi bahwa harga akan jauh lebih rendah, sebagai contoh, mungkin saja optimal untuk mengurangi penggunaan faktor produksi.

Theory construction:

1. Model-model monopoli dapat digunakan untuk menguji bagaimana petani akan menggunakan informasi jika mereka bekerja sama pada pengaturan tingkat *output*. Perilaku bersekongkol seperti itu menunjukkan keputusan tertentu bagi para petani untuk meningkatkan panen yang memenuhi permintaan pemasaran yang secara efektif mengendalikan kuantitas, dan berikutnya, menentukan harga.
2. Informasi secara luas didapatkan bahwa banyak produsen menggunakannya untuk dapat menciptakan suatu harga khusus (di luar pengawasan produsen individu). Model-model perilaku *non cooperative* dapat digunakan untuk menjelaskan efek ini.
3. Menerapkan *envelope- theorem* pada turunan parsial dari dua fungsi laba, Tahap pertama dengan kedua persamaan di atas mengukur ekspektasi laba mempengaruhi perubahan ekspektasi cuaca. Ketika permintaan elastis maupun inelastis, pendapatan pada *output* yang tinggi, wilayah harga lebih murah daripada pendapatan pada *output* yang rendah, wilayah harga yang tinggi. Tahap kedua mengukur dampak pada ekspektasi laba dari perubahan ekspektasi harga yang dilakukan dengan menggunakan *input* yang berbeda.
4. Cobb-Douglas membagi fungsi produksi dengan gambaran pengaturan $\beta = 0,5$ dan $A = 2$. Dengan spesifikasi model ini, perubahan yang dihitung mempertaruhkan ekspektasi laba, *output*, harga, dan *input* yang digunakan ketika ρ meningkatkan dari 5 (tanpa informasi) ke unit (informasi sempurna) untuk kedua permintaan elastis dan permintaan inelastic.

Qualitative characteristics of research:

1. Dampak prakiraan cuaca pada total physical product dari keputusan input saat tulisan ini diturunkan masih dipelajari. Sedangkan dampak informasi cuaca pada harga pasar, perkecualian pada analisis dari Lave menyangkut Industri kismis di California. Ia menyimpulkan bahwa pemerataan secara sederhana meningkat atas tingginya curah hujan yang memberi perlindungan akan menurunnya keuntungan industri secara menyeluruh disebabkan permintaan kismis yang inelastis. *Apakah informasi cuaca terhadap harga pasar akan berdampak yang berbeda bilamana diterapkan pada permintaan barang (komoditas) yang elastis.*
2. Perubahan ketepatan prakiraan tidak berubah dengan mempertaruhkan ekspektasi laba petani yang tidak menggunakan informasi.
3. Ketika permintaan adalah elastis dan *input* x dan input cuaca w adalah bersubstitusi, persamaan (13) bernilai positif dan persamaan (14) bernilai negatif. Kedua menuju ke arah yang sama untuk masing-masing persamaan. Bagaimanapun, ketika permintaan adalah inelastis menegaskan pembuktian sederhana tidak dapat ditentukan secara jelas.
4. Pada persamaan (12) memerlukan tambahan informasi tentang besaran relatif dari x_g dan x_b . Kejadian yang dibenarkan dengan lebih membatasi bentuk fungsi yang digunakan untuk menguji perubahan x dan w adalah komplemen. Untuk mengindikasikan faktor yang menentukan persamaan (12) ketika meningkatnya w akan meningkatkan *marginal product* dari x , berikutnya $g(x)$ menjadi suatu fungsi Cobb-Douglas.
5. Fungsi produksi Cobb-Douglas secara luas digunakan dalam optimisasi output, maksimisasi laba dan atau meminimisasi biaya. Sifat natural Cobb-Douglas adalah *utility* dengan tingkat homogenitas derajat satu untuk fungsi produksi dan biaya.
6. Kelemahan pertama adalah sifat natural fungsi yang tidak mempunyai nilai ekstrim maksimum dalam kaitan dengan *asymptotic*. Kedua menyangkut kondisi optimisasi *output* atau maksimisasi laba menunjukkan factor independent untuk menjadi nol, karena itu fungsi produksi menjadi negative.
7. Informasi cuaca untuk bidang penelitian di Indonesia, meliputi obyek bidang yang lebih luas, misalnya; perikanan dan kelautan serta peternakan. Cuaca, musim dan iklim senantiasa tergolong pada kategori sumberdaya ekstraktif dalam perekonomian Indonesia.

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

The Value of Weather Information in Market Equilibrium

Bruce A. Babcock

Nilai Informasi Cuaca Pada Keseimbangan Pasar

Bruce A. Babcock

Diterjemahkan oleh:

Muh. Yunanto

abstract

Increased accuracy of weather forecasts does not necessarily increase commodity supply or farmer welfare. This study presents a stylized model of competitive production with rational expectations and demonstrates that improved weather information harms farmers facing an inelastic demand. Contrary to the conclusions of previous studies, the decline in farmer welfare does not require an expansion in expected supply. Better weather information may signal farmers to produce less on average under an inelastic demand. A supply decrease occurs when increases in the physical productivity of applied inputs are dominated by adverse price consequences.

Key words: market equilibrium, rational expectations, value of information, weather forecasts.

Widespread drought reinforces the notion that random weather processes can have both micro and macro effects on farmers. The productivity of farm inputs is affected as are output and input prices. Forecasts about weather, therefore, can affect the decisions of farmers in two ways: first, from the direct impact

abstraksi

Peningkatan ketepatan prakiraan cuaca tidak selalu meningkatkan produksi petani atau kesejahteraan petani. Penelitian ini menyajikan penyesuaian model produksi yang kompetitif dengan ekspektasi rasional serta pengumuman informasi cuaca yang intensif justru merugikan petani dimana produknya merupakan permintaan inelastis. Bertentangan dengan kesimpulan penelitian sebelumnya, kemunduran kesejahteraan petani karena mengabaikan perluasan ekspektasi produksi. Baiknya informasi cuaca merupakan isyarat bagi petani untuk memproduksi sedikit di atas rata-rata permintaan inelastis. Penurunan produksi petani terjadi ketika meningkatnya produktivitas secara fisik atas pemakaian input-input yang didominasi dengan konsekuensi harga kurang baik.

Kata kunci: keseimbangan pasar, ekspektasi rasional, nilai informasi, prakiraan cuaca

Musim kering yang berkepanjangan menguatkan dugaan beragam gejolak cuaca yang keduanya mempunyai efek mikro dan makro serta pengaruhnya pada petani. Produktivitas sektor pertanian dipengaruhi harga input dan outputnya. Prakiraan cuaca, oleh karenanya, dapat mempengaruhi keputusan petani pada dua aspek: *pertama*, dari dampak langsung

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

on physical productivity, and, second, through the profitability effects of expected price changes.

The impacts of weather forecasts on the physical productivity of input decisions are well studied (e.g., Byerlee and Anderson; Tice and Clouser; Rosegrant and Roumasset; Hashemi and Decker; Baquet, Halter, and Conklin; Stewart, Katz, and Murphy). However, the impacts of weather information on market prices have received little attention. One exception is Lave's analysis of the California raisin industry. He concludes that even a modest increase in supply from rainfall protection would lower total industry profits because of the inelastic demand for raisins. Thus, the raisin industry as a whole would be better off with less than perfect weather forecasts. However, Lave stopped short of examining how raisin producers would react to the knowledge that better weather forecasts lead to lower average prices. Presumably, the supply of raisins would decrease, thereby ameliorating some of the adverse price effects.

Typically, the value of information to an individual producer is calculated as the difference between expected returns (or utility) using the information and expected returns without the information, with both expectations taken with respect to the more informed distribution. The aggregate value of information is the sum of the individuals' values. Both the individual and the aggregate value of information are nonnegative using this approach. Lave's analysis reveals

pada produktivitas secara fisik, dan, *kedua*, melalui efek profitabilitas ekspektasi perubahan harga.

Dampak prakiraan cuaca pada produktivitas secara fisik dari keputusan input masih dipelajari (e.g., Byerlee dan Anderson; Tice dan Clouser; Rosegrant dan Roumasset; Hashemi dan Geladak; Baquet, Halter, dan Conklin; Stewart, Katz, dan Murphy). Bagaimanapun, dampak informasi cuaca pada harga pasar telah menjadi sedikit perhatian. Satu perkecualian adalah analisis dari Lave menyangkut Industri kismis di California. Ia menyimpulkan bahwa pemerataan secara sederhana meningkat atas tingginya curah hujan yang memberi perlindungan akan menurunnya keuntungan industri secara menyeluruh disebabkan permintaan kismis yang inelastis. Akhirnya, industri kismis secara keseluruhan menimbang baik buruknya prakiraan cuaca secara baik. Walaupun, Lave menghentikan secara tiba-tiba dalam pengujian tentang bagaimana produsen kismis memandang pengetahuan yang lebih baik tentang prakiraan cuaca didorong akan rendahnya harga rata-rata. Beranggapan, dengan menurunkan volume produksi kismis, akan memperbaiki sebagian dari efek harga yang kurang baik.

Secara khusus, nilai informasi kepada produsen individual dihitung berdasarkan perbedaan diantara *expected returns* (utilitas) menggunakan informasi dan *expected returns* tanpa menggunakan informasi, dengan keduanya mengharapkan timbal balik diinformasikannya secara merata. Nilai informasi menyeluruh adalah akumulasi dari nilai-nilai individual. Keduanya, baik nilai individual dan nilai keseluruhan informasi adalah tidak berlawanan dalam menggunakan pendekatan ini. Analisis

Babcock , B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

the problem with calculating the value of information when the use of the information can lead to price effects. Such market effects cannot be captured by the usual method of calculating the value of information.

Farmers' reactions to the knowledge that the use of information will change output price depend on whether they act cooperatively or non-cooperatively. Monopoly models can be used to examine how farmers will use information if they cooperate in setting output levels. Such collusive behavior may characterize decisions by farmers who grow crops covered by marketing orders that effectively control quantities, and hence, prices. However, most crops are not covered by marketing boards, and individual producer; generally make their own supply decisions. Widely available information that is used by many producers can create a price externality (external to the control of individual producers). Models of non cooperative behavior must be used to capture these effects.*

The purpose of this paper is to examine how the value of weather information is changed with improvements in the accuracy of forecasts when farmers act noncooperatively. Farmers are assumed risk-neutral, rational, and competitive. Further, each farmer is assumed to contribute a sufficiently small fraction of total output, so any

dari Lave mengungkapkan masalah dengan menghitung nilai informasi ketika penggunaan dari informasi dapat mendorong kenaikan harga. Efek pasar tersebut tidak dapat diungkapkan oleh metoda yang umum menghitung nilai informasi.

Reaksi para petani kepada pengetahuan yang digunakan bahwa informasi akan menimbulkan perubahan harga *output* tergantung pada apakah mereka melakukan dengan bekerjasama atau tidak bekerjasama. Model-model monopoli dapat digunakan untuk menguji bagaimana petani akan menggunakan informasi jika mereka bekerja sama pada pengaturan tingkat *output*. Perilaku bersekongkol seperti itu menunjukkan keputusan tertentu bagi para petani untuk meningkatkan panen yang memenuhi permintaan pemasaran yang secara efektif mengendalikan kuantitas, dan berikutnya, menentukan harga. Bagaimanapun, kebanyakan hasil panen adalah tidak memenuhi tingkat pemasaran, dan produsen individual, biasanya membuat keputusan produksi mereka sendiri. Informasi secara luas didapatkan bahwa banyak produsen menggunakannya untuk dapat menciptakan suatu harga khusus (di luar pengawasan produsen individu). Model-model perilaku *non cooperative* dapat digunakan untuk menjelaskan efek ini.

Tujuan penelitian ini akan menguji bagaimana nilai informasi cuaca dimaksud dengan peningkatan pada ketepatan prakiraan ketika petani bersikap tidak menghiraukannya. Para petani diasumsikan *risk-neutral*, rasional, dan mampu bersaing. Lebih lanjut, masing-masing petani diasumsikan untuk berkontribusi pada sebagian kecil *total output*, maka keputusan produksi siapapun

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

individual's supply decision does not affect output price. Under these conditions better weather information could lead to a lower aggregate value of information. It is also shown, in contrast to Lave, that this result does not require an expansion in average supply.

The Model

Consider a competitive farmer with a crop yield which depends on the level of a controllable input, x , and an uncontrollable weather input, w , the level of which is known after x is applied. For simplicity, assume that w can only take on two values, w_g and w_b , and that the historical probability that w_g occurs is q . Denote the production function facing the farmer as

$$(1) \quad y = f(x, w), w = w_g \text{ or } w_b,$$

where y represents yield per acre. It is assumed that $f(x, w_g) > f(x, w_b)$ for all x .

To highlight the relationship between one region's weather forecast and output price, total supply is assumed to come from a single representative farmer. This farmer operates with the production function given by (1). In addition, this farmer is a risk-neutral price taker with rational expectations concerning output price. Although the demand function is nonstochastic, the price that the farmer will receive is stochastic before the weather variable is observed because of uncertain output. This formulation allows joint consideration of production and price uncertainty (Newbery and Stiglitz).

tidak mempengaruhi harga *output*. Pada kondisi-kondisi ini informasi cuaca lebih bermanfaat bisa mendorong suatu nilai keseluruhan informasi yang lebih rendah. Ini juga yang ditunjukkan, berlawanan dengan Lave, hasil ini tidak memerlukan suatu peningkatan jumlah produksi rata-rata.

Model

Pertimbangan daya saing petani dengan suatu hasil panen tergantung tingkat pengendalian *input*, x , dan *input* cuaca yang tidak terkendalikan, w , tingkatan setelah penerapan *input* x . disederhanakan, dengan asumsi bahwa w hanya dapat menerima dua nilai, w_g dan w_b , dan kemungkinan secara historis tentang w_g menjadi q . diperoleh fungsi produksi yang dihadapi petani sebagai berikut:

Dimana y merupakan hasil panen per hektar. Diasumsikan bahwa $f(x, w_g) > f(x, w_b)$ untuk semua x .

Untuk menyoroti hubungan antara suatu wilayah prakiraan cuaca dan harga *output*, total produksi diasumsikan perilaku seorang petani individual. Petani ini beroperasi dengan fungsi produksi yang diperoleh (1). Sebagai tambahan, petani ini adalah *risk-neutral* yang menentukan harga dengan ekspektasi rasional mengenai harga *output*. Walaupun fungsi permintaan *nonstochastic*, harga yang akan diterima petani adalah *stochastic* sebelum variabel cuaca diamati oleh karena *output* tidak menentu. Perumusan ini mempertimbangkan kelangsungan produksi dan ketidakpastian harga (Newbery dan Stiglitz).

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

The assumption that the industry consists of one competitive producer with rational expectations is equivalent to assuming a large number of identical producers, none of which is large enough to affect output and each of which has rational expectations. The assumption of rational expectations means that each producer knows how the rest of the producers in the market will respond to changes in information, so the resulting distribution of output price is implied by the aggregate actions of all producers. No individual producer will find it profitable to diverge from what is optimal for all other producers because the action of any single producer does not affect output price.

Suppose that the farmer receives a probability forecast about the future level of w when x is applied. Let ρ represent the forecasted probability that future weather will be w_g . Assume that the forecaster is "correct" in that w_g occurs 60% of the time when the forecaster says that the probability of receiving w_g is 60%. Assume that farmers adopt the forecasted probability as their own posterior probability. Let $g(\rho)$ denote the probability distribution function of ρ . The probability forecast ρ can take on any value between 0 and unity depending on observable weather conditions before the forecast is made and on the skill of the forecaster.

The farmer chooses the level of a variable input to apply after receiving a given forecast of future weather. The objective function and first-order condition for a specific value of ρ

Asumsi bahwa pelaku industri terdiri dari seorang produsen yang bersaing dengan ekspektasi rasional setara dengan mengasumsikan sejumlah besar produsen serupa, tidak satupun dari yang besar akan mempengaruhi *output* dan masing-masing mempunyai ekspektasi rasional. Asumsi ekspektasi rasional berarti bahwa masing-masing produsen mengetahui bagaimana kelebihan produksi produsen di pasar akan bereaksi terhadap perubahan informasi, sehingga distribusi yang menghasilkan harga *output* tersirat pada aksi keseluruhan semua produsen. Tidak ada produsen individual akan mencapai laba sehingga menyimpang dari apa yang semua produsen optimalkan sebab tindakan sebagian produsen secara sendiri-sendiri tidak mempengaruhi harga *output*..

Mengira bahwa petani menerima suatu probabilitas prakiraan tentang masa depan pada tingkat w ketika x diterapkan. selanjutnya ρ menghadirkan probabilitas prakiraan dimasa depan akan cuaca menjadi w_g . Berasumsikan bahwa prakiraan menjadi "benar" di dalam w_g itu terjadi 60% dari waktu ketika prakiraan mengatakan bahwa kemungkinan menerima w_g 60%. Asumsi bahwa petani mengadopsi probabilitas prakiraan sebagai probabilitas mereka berikutnya. Selanjutnya $g(\rho)$ menandakan fungsi distribusi probabilitas dari ρ . Prakiraan probabilitas ρ dapat menerima manapun nilai antara 0 dan kesatuan yang tergantung pada kondisi cuaca yang diamati sebelum prakiraan dibuat dan tergantung pada ketrampilan memprakirakan.

Petani memilih tingkatan dari suatu variabel *input* untuk menerapkannya setelah menerima prakiraan penentuan cuaca yang akan datang. Tujuan dari fungsi dan kondisi *first-order* untuk suatu

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

(e.g., $\rho = \rho_0$) are

$$(2) \quad \begin{aligned} \max E(\pi / \rho_0) = & \rho_0 P[f(x, w_g)] f(x, w_g) \\ & + (1 - \rho_0) P[f(x, w_b)] f(x, w_b) - P_x x, \\ & \rho_0 P[f(x, w_g)] f_x(x, w_g) \\ & + (1 - \rho_0) P[f(x, w_b)] - P_x = 0, \end{aligned}$$

where $P(-)$ is the demand function. Denote the solution to (2) as $x(\rho_0)$:

When choosing the level of x to apply, the farmer does not consider the change in output price implied by the level chosen because any single farmer faces a perfectly elastic demand curve. However, because the farmer uses all available information, the price distribution used to choose x in (2) is consistent with the choice of x . If this were not true, the farmer's choice would be suboptimal. Therefore, the derivative of output price with respect to input use does not appear in (2).

This concept of equilibrium naturally follows from the assumptions that no farmer is large enough to affect price and that farmers act non-cooperatively. Relaxing either of these assumptions would yield another type of equilibrium (Cornes and Sandier).

The value of weather information is given by

$$(3) \quad \begin{aligned} VI = \sum_{\rho} \{ & \rho \pi[x(\rho), w_g] \\ & + (1 - \rho) \pi[x(\rho), w_b] - \rho \pi(x_h, w_g) \\ & - (1 - \rho) \pi(x_h, w_b) \} g(\rho), \end{aligned}$$

Where $\pi(-)$ is the profit function for different forecasts. and x_h is the optimal amount of x employed using historical weather probabilities. Because x_h is not a function of ρ , the

nilai yang spesifik dari ρ (e.g., $\rho = \rho_0$) adalah

Dimana $P(-)$ adalah fungsi permintaan. Menandakanlah solusi untuk (2) sebagai $x(\rho_0)$:

Ketika memilih untuk menerapkan sebesar x , petani tidak mempertimbangkan perubahan harga *output* yang diimplikasikan oleh tingkat pemilihan sebab siapapun petani individual menghadapi suatu kurva permintaan yang elastis. Bagaimanapun, petani menggunakan semua informasi yang tersedia, distribusi harga yang digunakan untuk memilih x pada (2) adalah konsisten dengan pilihan x . Jika ini adalah tidak benar, pilihan petani akan kurang optimal. Oleh karena itu, untuk turunan harga *output* dengan mudah digunakan *input* yang terselubung pada (2).

Konsep keseimbangan ini secara alami mengikuti dari asumsi tentang tidak ada petani yang tangguh untuk mempengaruhi harga pada saat para petani bertindak *noncooperatively*. Sementara manapun asumsi ini akan menghasilkan jenis keseimbangan yang lain (Cornes dan Sandier).

Nilai informasi cuaca diberi oleh

dimana $\pi(-)$ adalah laba berfungsi untuk prakiraan yang berbeda. dan x_h adalah yang optimal jumlah x yang dipekerjakan menggunakan probabilitas cuaca secara historis. Sebab x_h adalah

Babcock , B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

last two terms in (3) can be written

$$-\pi(x_h, w_g) \bar{\rho} - \pi(x_h, w_g)(1 - \bar{\rho})$$

where $\bar{\rho} = \sum p g(\rho)$ measures the weighted sum of conditional probabilities that good weather will occur. Given the assumption of correct forecasts, $\bar{\rho} = q$.

Increases in forecast accuracy come about with fewer forecasts of ρ in the vicinity of q , and more around zero and one. Perfect forecasts are given by forecasts of $\rho = 1$, q - 100% of the time, and $\rho = 0$ the rest. This probability framework closely follows that developed in Winkler, Murphy, and Katz

To calculate the value of improved information requires a recalculation of VI for a new probability distribution of ρ . The value of improved information is the difference between VI under the old distribution and VI under the new distribution. The difference measures the change in an industry's willingness to pay for weather information given that the industry currently is basing its decisions on historical weather probabilities. Because q is invariant to the probability distribution of ρ , it is sufficient to look at of how expected profits of the information user change to gauge how the value of information changes as forecast accuracy increases (assuming that the forecasts remain correct)

The large number of possible values of ρ hampers a general qualitative exploration of the effects of increases in forecast accuracy. Re-

bukan merupakan fungsi ρ , akhirnya dua tahap di (3) dapat dituliskan.

Dimana $\bar{\rho} = \sum p g(\rho)$ mengukur penjumlahan yang berat tentang probabilitas bersyarat cuaca baik akan terjadi. Memperoleh asumsi dari prakiraan yang benar pada $\bar{\rho} = q$

Meningkatnya ketepatan prakiraan terjadi dengan lebih sedikit prakiraan ρ di sekitar hamparan q , dan diantara nol dan satu. Penyempurnaan prakiraan diperoleh dari prakiraan $\rho = 1$, q - 100% dalam satuan waktu, dan $\rho = 0$ sisanya. Kerangka probabilitas ini mengikuti arah yang dikembangkan oleh Winkler, Murphy, dan Katz.

Untuk menghitung nilai dari meningkatnya informasi memerlukan suatu penghitungan ulang VI untuk probabilitas distribusi yang baru oleh ρ . Nilai dari meningkatnya informasi adalah perbedaan antara VI di bawah distribusi sebelumnya dan VI di bawah distribusi yang baru itu. Perbedaan mengukur perubahan pada kemauan industri untuk membayar informasi cuaca yang diperoleh ketika industri sekarang ini sedang mendasarkan keputusannya pada probabilitas cuaca secara historis. Sebab q adalah tidak berbeda dengan probabilitas distribusi ρ , adalah cukup untuk memperhatikan bagaimana laba diharapkan atas penggunaan informasi berubah untuk mengukur bagaimana nilai perubahan informasi sebagai peningkatan ketelitian prakiraan (mengasumsikan bahwa kebenaran sisa prakiraan).

Sejumlah besar kemungkinan nilai-nilai dari ρ menghambat eksplorasi kualitatif umum menyangkut efek peningkatan dalam ketepatan prakiraan.

stricting the number of possible forecasts increases the tractability of the problem. The remainder of the paper will focus on the effects of weather information assuming that there are only two possible values for ρ . With probability c , $\rho_2 = \rho_g$, and with probability $1 - c$, $\rho = 1 - \rho_b$. A further restriction is placed on the relationship between ρ_g and ρ_b by the assumption that $\sum \rho_g(\rho) = q$. The restriction is that

$$(4) \quad \rho_b = \frac{1 - c - q}{1 - c} + \frac{c}{1 - c} \rho_g$$

Increases in forecast accuracy can be obtained by either increasing ρ_g or ρ_b . Assuming that c is held constant as forecast accuracy increases implies that for a given increase in ρ_g , a corresponding increase in ρ_b is defined by (4).

The value of weather information can now be written as

$$(5) \quad VI = c[\rho_g \pi(x_g, w_g) + (1 - \rho_g) \pi(x_b, w_b)] + (1 - c)[\rho_b \pi(x_b, w_b) + (1 - \rho_b) \pi(x_g, w_g)] - q \pi(x_h, w_g) - (1 - q) \pi(x_h, w_b),$$

where x_g and x_b are the optimal levels of x under the two values of ρ_g and $1 - \rho_b$.

Effects of an Increase in Forecast Accuracy

The value of information as defined in (5) is a function of forecast accuracy, which is represented by ρ_g . Because by (4), ρ_b is a function of ρ_g , changes in ρ_g affect both x_g and x_b . Differentiating the first-order condition (2) with respect to x and ρ (replacing ρ with its appropriate value) determines how input use changes as the forecasts become more accurate.

Pembatasan banyaknya kemungkinan prakiraan mungkin meningkatkan kemudahan dari masalah. Merujuk dari penelitian selanjutnya akan memusatkan pada efek dari asumsi informasi cuaca bahwa hanya ada dua nilai kemungkinan untuk ρ . Dengan kemungkinan c , $\rho_2 = \rho_g$, dan dengan kemungkinan $1 - c$, $\rho = 1 - \rho_b$. Suatu pembatasan lebih lanjut ditempatkan pada hubungan antara ρ_g dan ρ_b oleh asumsi tentang $\sum \rho_g(\rho) = q$. Pembatasan adalah tentang

Peningkatan ketepatan prakiraan dapat diperoleh dengan cara meningkatkan ρ_g atau ρ_b . Asumsi bahwa c tetap seperti memprakirakan peningkatan ketepatan menyiratkan tentang peningkatan ρ_g , sesuai dengan peningkatan ρ_b seperti pada persamaan (4).

Nilai informasi cuaca sekarang dapat dituliskan seperti

Dimana x_g dan x_b adalah tingkat yang optimal x di bawah dua nilai-nilai ρ_g dan $1 - \rho_b$.

Efek dari Ketepatan Prakiraan yang Meningkat

Nilai informasi seperti dirumuskan dalam (5) adalah suatu fungsi ketepatan prakiraan, yang diwakili oleh ρ_g . Sebab oleh (4), ρ_b adalah suatu fungsi ρ_g , perubahan pada ρ_g mempengaruhi x_g dan x_b . Perbedaan *first-order* kondisi (2) berkenaan dengan x dan ρ (menggantikan ρ dengan nilai yang sesuai) menentukan bagaimana prakiraan penggunaan *input* berubah menjadi lebih akurat.

Babcock , B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

$$(6) \quad \frac{\delta x_g}{\delta x_g} = \frac{P[f(x_g, w_g)]f_x(x_g, w_g) - P[f(x_g, w_b)]f_x(x_g, w_b)}{-H_g},$$

$$(7) \quad \frac{\delta x_b}{\delta x_b} = b \frac{P[f(x_b, w_b)]f_x(x_b, w_b) - P[f(x_b, w_g)]f_x(x_b, w_g)}{-H_b},$$

where H_g and H_b are the derivatives of (2) with respect to x_g and x_b . If demand is not upward sloping and if f is concave in x , both H_g and H_b are strictly negative.

How input demand changes as weather forecasts become more accurate depends on the relative magnitudes of output price and the marginal product of x under each of the weather states. By assumption, for a given level of x , $P[f(x, w_g)] < P[f(x, w_b)]$. Inputs x and w will be defined as production substitutes if $f_x(x, w_g) < f_x(x, w_b)$ and production complements jika $f_x(x, w_g) > f_x(x, w_b)$.

Equation (6) can be unambiguously signed only when x and w are substitutes. When this occurs, both $P[f(x, w_g)] < P[f(x, w_b)]$ and $f_x(x, w_g) < f_x(x, w_b)$, so (6) is negative. When x and w are complements, the second inequality is reversed and (6) cannot be definitely signed. The condition for signing (7) is the same. When x and w are substitutes, $P[f(x, w_g)] > P[f(x, w_b)]$, $f_x(x, w_g) > f_x(x, w_b)$, and (7) is positive. Complementarity between x and w reverses the last inequality and the sign of (7) becomes indeterminate.

Signing (6) and (7) with complementarity between x and w depends on the responsiveness of output price to changes in supply and the degree to which the slope of the marginal product function of x is

H_g dan H_b adalah turunan dari (2) berkenaan dengan x_g dan x_b . Jika slope permintaan adalah cembung dan atau f (fungsi) adalah cekung kearah x , keduanya H_g dan H_b secara tegas berhubungan negative

Bagaimana input permintaan berubah ketika prakiraan cuaca menjadi lebih akurat tergantung besarnya harga output dan marginal product x di bawah setiap wilayah cuaca. Dengan asumsi, untuk menambah sebesar x , $P[f(x, w_g)] < P[f(x, w_b)]$. Input x dan w akan digambarkan sebagai substitusi produksi jika $f_x(x, w_g) < f_x(x, w_b)$ dan komplemen produksi jika $f_x(x, w_g) > f_x(x, w_b)$.

Persamaan (6) menunjukkan hanya x dan w yang bersubstitusi. Ketika terjadi, $P[f(x, w_g)] < P[f(x, w_b)]$ dan $f_x(x, w_g) < f_x(x, w_b)$, maka (6) adalah hal negatif. Ketika x dan w adalah komplemen, ketidaksamaan yang kedua dibalik dan (6) tidak dapat menjelaskan dengan pasti. Kondisi untuk menegaskan (7) adalah sama. Ketika x dan w bersubstitusi, $P[f(x, w_g)] > P[f(x, w_b)]$, $f_x(x, w_g) > f_x(x, w_b)$, dan (7) adalah hal positif. Komplemen antara x dan w membalikkan ketidaksamaan terakhir rumusan (7) menjadi indeterminate..

Menegaskan (6) dan (7) antara x dan w adalah komplemen tergantung pada kemampuan reaksi harga output ke perubahan penawaran dan derajat dari kemiringan fungsi marginal product dari x perubahan cuaca. Dengan jelas kurva

changed by weather. With a perfectly elastic demand curve, (6) is positive and (7) is negative. But if demand is quite inelastic, the negative price effects when good weather occurs are more likely to outweigh the positive productivity effects. The functional forms of the production and demand functions play a central role in determining how input use and supply change as weather forecasts become more accurate.

An exploration of necessary and sufficient conditions needed to sign the input, supply, and profit changes coming from improved weather information when w and x are complements proved quite fruitless. Instead, particular function forms are used to sign the effects. The forms used here assume that weather affects supply multiplicatively and that the demand function has constant elasticity. Let

$$(8) \quad f(x, w) = g(x)T(w)w = w_g \text{ or } w_b,$$

where $g_x > 0$ and $T(w_s) > T(w_b)$, represent the case of production complements. To focus on the elasticity of demand let

$$(9) \quad P[f(x, w)] = [f(x, w)]^{-\alpha},$$

where $\alpha > 0$. The (constant) elasticity of demand is $-\alpha^{-1}$. Using these functional forms, (6) and (7) become

$$(10) \quad \frac{\delta x_g}{\delta x_g} = \frac{-g_x}{g_{xx} - \alpha g_x^{-1} g_x^2} \cdot \frac{T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha}}{\rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1 - \rho_g) T(w_b)^{1-\alpha}},$$

$$(11) \quad \frac{\delta x_b}{\delta x_b} = \frac{-g_x}{g_{xx} - \alpha g_x^{-1} g_x^2} \cdot \frac{T(w_b)^{1-\alpha} - T(w_g)^{1-\alpha}}{\rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1 - \rho_b) T(w_g)^{1-\alpha}},$$

Given that $g_{xx} < 0$, the signs of (10) and (11) are determined by the value

permintaan elastis, (6) adalah positif dan (7) adalah hal negatif. Tetapi jika permintaan inelastis, efek negatif dari harga ketika cuaca baik terjadi lebih memungkinkan untuk efek positif lebih kuat pada produktivitas. Bentuk fungsi dari fungsi permintaan dan fungsi produksi berperan utama dalam menentukan bagaimana penggunaan *input* dan perubahan penawaran ketika prakiraan cuaca menjadi lebih akurat.

Suatu eksplorasi yang diperlukan dan kondisi-kondisi cukup memadai untuk menjelaskan *input*, produksi dan perubahan laba yang berasal dari informasi cuaca yang meningkat ketika w dan x adalah komplement yang tidak berhasil dibuktikan. Sebagai gantinya, bentuk fungsi tertentu digunakan untuk menguatkan efek-efek. Asumsi digunakan sebagai bentuk bahwa cuaca berpengaruh melipatgandakan produksi dan fungsi permintaan mempunyai elastisitas yang tetap. Berikut

di mana $g_x > 0$ dan $T(w_s) > T(w_b)$, memberikan kasus komplement produksi. Untuk memusatkan pada elastisitas permintaan, berikutnya

di mana $\alpha > 0$ Konstanta, dan elastisitas permintaan $-\alpha^{-1}$. Penggunaan bentuk fungsi ini, (6) dan (7) yang berikut

Dengan $g_{xx} < 0$, menjelaskan (10) dan (11) ditentukan oleh nilai α , ketika $\alpha < 1$

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

of α . When $\alpha < 1$ (i.e., demand is elastic) (yaitu, permintaan elastis).

$$T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha} > 0,$$

which implies that

yang dimplikasikan bahwa

$$\frac{\delta x_g}{\delta \rho_g} > 0 \text{ dan } \frac{\delta x_b}{\delta \rho_b} < 0.$$

The signs are reversed if demand is inelastic. Rewriting (5) as

Tanda berlawanan jika permintaan inelastis. Ditulis kembali (5) sebagai

$$VI = cE_g(\pi) + (1-c)E_b(\pi) - E_h(\pi),$$

where the subscript on the expectations operator denotes the weather distribution used to maximize expected profits, shows clearly how to determine the marginal value of weather information as the information becomes more accurate. As noted above, changes in forecast accuracy do not change the ex ante expected profits of the farmer who does not use the information. The marginal value of better weather information, therefore, can be written as

Pada tulisan di bawah garis (*subscript*) di atas ekspektasi operator menunjukkan distribusi cuaca yang digunakan untuk memaksimalkan ekspektasi laba, petunjuk yang jelas bagaimana cara menentukan penambahan nilai informasi cuaca menjadi lebih akurat. Seperti catatan di atas, perubahan ketepatan prakiraan tidak berubah dengan mempertaruhkan ekspektasi laba petani yang tidak menggunakan informasi. Penambahan nilai dari informasi cuaca yang lebih baik, dapat dituliskan sebagai berikut

$$(12) \quad \frac{\delta VI}{\delta \rho_g} = c \frac{\delta E_g(\pi)}{\delta \rho_g} + (1-c) \frac{\delta E_b(\pi)}{\delta \rho_b} \frac{\delta \rho_b}{\delta \rho_g} = c \left\{ \frac{\delta E_g(\pi)}{\delta \rho_g} + \frac{\delta E_b(\pi)}{\delta \rho_b} \right\},$$

Applying the envelope theorem to the partial derivatives of the two profit functions results in

Menerapkan *envelope-theorem* pada turunan parsial dari dua fungsi laba mengakibatkan

$$(13) \quad \frac{\delta E_g(\pi)}{\delta \rho_g} = P[f(x_g, w_g)]f(x_g, w_g) - P[f(x_g, w_b)]f(x_g, w_b) \\ + [\rho_g f(x_g, w_g)P'[f(x_g, w_g)]f_x(x_g, w_g) \\ + (1-\rho_g)f(x_g, w_b)P'[f(x_g, w_b)]f_x(x_g, w_b)] \frac{\delta x_g}{\delta \rho_g}$$

$$(14) \quad \frac{\delta E_b(\pi)}{\delta \rho_b} = P[f(x_b, w_b)]f(x_b, w_b) - P[f(x_b, w_g)]f(x_b, w_g) \\ + [\rho_b f(x_b, w_b)P'[f(x_b, w_b)]f_x(x_b, w_b) \\ + (1-\rho_b)f(x_b, w_g)P'[f(x_b, w_g)]f_x(x_b, w_g)] \frac{\delta x_b}{\delta \rho_b}$$

Determining the signs of (13) and

Menentukan persamaan (13) dan (14)

(14) is straightforward. The first terms in the two expressions measure the expected profit effects from a change in expected weather.³ When demand is elastic (inelastic), revenue in the high output, low price state is greater (less) than the revenue in the low output, high price state. The second term measures the impacts on expected profits from the expected price change brought about by a different input use. Because demand is downward sloping, the sign of this effect is opposite the sign of the change in input use.

When demand is elastic and x and w are substitutes, (13) is positive and (14) is negative. The two effects work in the same direction for each equation. However, when demand is inelastic the signs cannot be determined unambiguously by simple inspection.

When x and w are complements and the two functional forms in (8) and (9) are appropriate, some algebraic manipulations and the substitution of (10) and (11) result in

$$(15) \quad \frac{\delta E_g(\pi)}{\delta p_g} = \frac{g^{1-\alpha} g_{xx}}{g_{xx} - \alpha g^{-1} g_x^2} [T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha}]$$

$$(16) \quad \frac{\delta E_b(\pi)}{\delta p_b} = \frac{g^{1-\alpha} g_{xx}}{g_{xx} - \alpha g^{-1} g_x^2} [T(w_b)^{1-\alpha} - T(w_g)^{1-\alpha}]$$

When demand is elastic ($\alpha < 1$), $T(w_g)^{1-\alpha} > T(w_b)^{1-\alpha}$, so (15) is positive and (16) is negative. The signs are reversed when demand is inelastic.

To sign (12) requires additional knowledge about the relative magnitudes of x_g and x_b . This is true even with the more restrictive functional forms used to examine

berkelanjutan. Tahap pertama dengan kedua persamaan di atas mengukur ekspektasi laba mempengaruhi perubahan ekspektasi cuaca. Ketika permintaan elastis maupun inelastis, pendapatan pada *output* yang tinggi, wilayah harga lebih murah daripada pendapatan pada *output* yang rendah, wilayah harga yang tinggi. Tahap kedua mengukur dampak pada ekspektasi laba dari perubahan ekspektasi harga yang dilakukan dengan menggunakan *input* yang berbeda. Sebab permintaan adalah kurva dengan kemiringan negatif, menegaskan bahwa efek berlawanan atas perubahan input yang digunakan.

Ketika permintaan adalah elastis dan x dan w adalah bersubstitusi, (13) bernilai positif dan (14) bernilai negatif. Kedua menuju ke arah yang sama untuk masing-masing persamaan. Bagaimanapun, ketika permintaan adalah inelastis menegaskan pembuktian sederhana tidak dapat ditentukan secara jelas.

Ketika x dan w adalah komplemen dan kedua bentuk fungsi di (8) dan (9) sesuai, beberapa manipulasi secara aljabar dan substitusi (10) dan (11) menghasilkan di

Ketika permintaan elastis ($\alpha < 1$), $T(w_g)^{1-\alpha} > T(w_b)^{1-\alpha}$, maka (15) bernilai positif dan (16) bernilai negatif. Tanda berlawanan ketika permintaan inelastis.

Pada persamaan (12) memerlukan tambahan informasi tentang besaran relatif dari x_g dan x_b . Kejadian yang dibenarkan dengan lebih membatasi bentuk fungsi yang digunakan untuk menguji perubahan

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

the changes when x and w are complements. To indicate what factors determine the sign of (12) when increases in w increase the marginal product of x , let $g(x)$ be a Cobb-Douglas function. That is, let

$$(17) \quad f(x, w) = Ax^\beta \cdot T(w)w = w_g \text{ or } w_b,$$

with $T(w_g) > T(w_b)$. The remainder of the paper will utilize this particular functional form.

x dan w adalah komplemen. Untuk mengindikasikan faktor yang menentukan persamaan (12) ketika meningkatnya w akan meningkatkan *marginal product* dari x , berikutnya $g(x)$ menjadi suatu fungsi Cobb-Douglas. Selanjutnya sebagai berikut

dengan $T(w_g) > T(w_b)$. Mengingat penelitian akan utilitas dengan bentuk fungsi tertentu ini.

Changes in the Value of Information

Using (17), (12) becomes

$$(18) \quad \frac{\delta VI}{\delta \rho_g} = \frac{c(1-\beta)}{1-\beta(1-\alpha)} [T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha}] [g(x_b)^{1-\alpha}].$$

The sign of (18) depends on the relative magnitudes of X_g and x_b and on the elasticity of demand. The solutions to the first-order conditions with the production function in (17) are

$$(19) \quad x_g = K[\rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1-\rho_g)T(w_b)^{1-\alpha}]^{1/1-\beta(1-\alpha)}, \text{ dan}$$

$$(20) \quad x_b = K[\rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1-\rho_b)T(w_g)^{1-\alpha}]^{1/1-\beta(1-\alpha)},$$

Where/dimana

$$K = \left[\frac{\beta A^{1-\alpha}}{P_x} \right]^{1/1-\beta(1-\alpha)}$$

The size of x_g relative to x_b is determined by the relative magnitudes of the two bracketed terms in (19) and (20) because $1-\beta(1-\alpha) > 0$. Noting that $\rho_g + \rho_b - 1 > 0$, which is the same as $\rho_g > q$ [see expression (4)], some straightforward algebra shows that the bracketed term in (19) is greater (less) than its (20) counterpart when demand is elastic (inelastic). Thus, $x_g > x_b$ when demand is elastic, and $x_g < x_b$ when demand is inelastic.

Perubahan dalam Nilai Informasi

Penggunaan (17), (12) menjadi

Persamaan (18) tergantung pada besaran relatif x_g dan x_b dan pada elastisitas permintaan. kondisi-kondisi *first-order* memerlukan solusi pada fungsi produksi di (17) adalah

Ukuran x_g sehubungan dengan x_b ditentukan oleh besaran relative dari dua tahap pada persamaan (19) dan (20) sebab $1-\beta(1-\alpha) > 0$. Catatan $\rho_g + \rho_b - 1 > 0$, sama halnya dengan $\rho_g > q$ [lihat ungkapan (4)], beberapa aljabar secara langsung menunjukkan istilah pada persamaan (19) lebih besar atau lebih kecil dibandingkan persamaan (20) ketika permintaan elastis atau inelastis. Begitu, $x_g > x_b$ ketika permintaan elastis, dan $x_g < x_b$ ketika permintaan inelastis.

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

If demand is elastic, $g(x_g) > g(x_b)$, $g(x_g)^{1-\alpha} > g(x_b)^{1-\alpha}$, and $T(w_g)^{1-\alpha} > T(w_b)^{1-\alpha}$, which implies that the marginal value of information increases with an increase in forecast accuracy. But, when demand is inelastic, the marginal value is negative. In this case, $T(w_g)^{1-\alpha} < T(w_b)^{1-\alpha}$, but because $x_g < x_b$, $g(x_g)^{1-\alpha}$ remains greater than $g(x_b)^{1-\alpha}$.

The decline in the value of weather information as information becomes more accurate appears to be a counterintuitive result. That is, it appears to violate the principle of optimality in which an action would not be taken if an individual is made worse off by the action. The argument here is different. Each farmer acts optimally by fully utilizing the weather information. Ignoring the information when all other farmers are using it would make a farmer worse off. Therefore, the value of improved information to an individual farmer is positive. The total industry may be worse off with better information because of negative price effects. If the industry could collectively decide on a position about the possibility of improving the accuracy of weather information, the decision would be to not make the improvement.

The result that agricultural producers facing an inelastic demand can be made worse off from better information is similar to the finding that average farmers who are forced to ride the technological treadmill by adopting new technologies can be made worse off (Wilcox and Coch-rane). But, whereas this argument relies on a supply expansion to lower profits, it can

Jika permintaan elastis, $g(x_g) > g(x_b)$, $g(x_g)^{1-\alpha} > g(x_b)^{1-\alpha}$, dan $T(w_g)^{1-\alpha} > T(w_b)^{1-\alpha}$, yang berimplikasi pada nilai informasi marginal yang meningkatkan dengan peningkatan ketepatan prakiraan. Tetapi, ketika permintaan inelastis, nilai marginal bernilai negatif. Dalam kasus ini, $T(w_g)^{1-\alpha} < T(w_b)^{1-\alpha}$, tetapi dikarenakan $x_g < x_b$, $g(x_g)^{1-\alpha}$ disetarakan dengan $g(x_b)^{1-\alpha}$.

Kemunduran nilai informasi cuaca saat informasi menjadi tampak lebih akurat sebagai hasil *counterintuitive*. Hal itu, nampaknya melanggar prinsip optimalisasi dimana individu tidak melakukan tindakan yang memperburuk keadaan. Perbedaan argumentasi di sini. Masing-Masing petani bertindak secara optimal dengan sungguh-sungguh memanfaatkan informasi cuaca. Mengabaikan informasi ketika semua petani lain sedang menggunakan sehingga membuat petani lebih miskin. Oleh karena itu, nilai informasi ditingkatkan ke individu petani sebagai hal positif. Dengan informasi lebih baik mungkin total industri justru lebih miskin disebabkan harga mempunyai efek yang negative. Jika industri dapat secara bersama memutuskan suatu posisi tentang kemungkinan meningkatkan ketepatan informasi cuaca, suatu keputusan yang tidak membuat peningkatan.

Produktivitas produsen pertanian menghadapi suatu permintaan inelastis dapat dibuat tidak menguntungkan mulai dari informasi yang lebih baik berupa temuan rata-rata petani yang terpaksa mengadopsi teknologi banyak perawatan dengan teknologi baru dapat memperburuk keadaan (Wilcox dan Coch-Rane). Tetapi, argumentasi ini bersandar pada suatu peningkatan produksi dengan

be shown that aggregate farmer profits can decrease even when average supply decreases.

laba yang lebih rendah, hal itu dapat ditunjukkan bahwa laba petani keseluruhan dapat berkurang bahkan ketika rata-rata produksi berkurang.

Changes in Input Use

Perubahan dalam Penggunaan Input

First, consider how the average use of x changes as the weather forecast becomes more accurate. Define average use of x as

Pertama, mempertimbangkan bagaimana rata-rata penggunaan x berubah ketika prakiraan cuaca menjadi lebih akurat. Gambaran rata-rata penggunaan x sebagai

$$x = cx_g + (1 - c)x_b.$$

The change in average use of x due to an increase in ρ_g then is written,

Perubahan dari rata-rata penggunaan x untuk meningkatkan ρ_g dituliskan,

$$(21) \quad \frac{\delta \bar{x}}{\delta \rho_g} = c \left\{ \frac{\delta x_g}{\delta \rho_g} + \frac{\delta x_b}{\delta \rho_g} \right\}.$$

With x_g and x_b given by (19) and (20), expression (21) becomes

Dengan x_g and x_b diperoleh dari (19) dan (20), persamaan (21) menjadi

$$(22) \quad \frac{\delta \bar{x}}{\delta \rho_g} = \frac{cK}{1 - \beta(1 - \alpha)} [T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha}] [R_1^\phi - R_2^\phi],$$

where $R_1 = \rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1 - \rho_g) T(w_b)^{1-\alpha}$, $R_2 = \rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1 - \rho_b) T(w_g)^{1-\alpha}$, and $\phi = \beta(1 - \alpha)/(1 - \beta(1 - \alpha))$, and K is as defined in (19). The first bracketed term in (22) is positive (negative) when demand is elastic (inelastic). The second bracketed term is always positive because an elastic demand makes $R_1 > R_2$ and $\phi > 0$, while an inelastic demand makes $R_1 < R_2$ and $\phi < 0$. Thus, with an elastic demand curve, average use of x increases with increases in forecast accuracy. In contrast, average use of x declines if demand is inelastic. The latter case illustrates that more accurate weather forecasts can signal farmers that, on average, it is more profitable to use less of the supply-increasing input. The consequences of this signal on expected supply are shown next.

dimana $R_1 = \rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1 - \rho_g) T(w_b)^{1-\alpha}$, $R_2 = \rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1 - \rho_b) T(w_g)^{1-\alpha}$, dan $\phi = \beta(1 - \alpha)/(1 - \beta(1 - \alpha))$, dan K adalah seperti dirumuskan dalam (19). istilah dalam kurung yang pertama (22) bernilai positif dan atau bernilai negatif ketika permintaan elastis dan atau inelastis. istilah dalam kurung yang kedua selalu positif sebab suatu permintaan elastis membuat $R_1 > R_2$ dan $\phi > 0$, sedangkan bentuk permintaan inelastis $R_1 < R_2$ dan $\phi < 0$. Begitu, dengan suatu kurva permintaan elastis, rata-rata penggunaan x meningkatkan dengan peningkatan ketepatan prakiraan. berlawanan, rata-rata penggunaan x merosot jika permintaan inelastis. belakangan kasus yang menggambarkan prakiraan cuaca yang lebih akurat petani mendapatkan isyarat, sehingga lebih menguntungkan untuk menggunakan lebih sedikit volume produksi dan input dinaikkan.

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

Konsekwensi dari isyarat ini ekspektasi penawaran produksi ditunjukkan berikutnya.

Changes in Expected Supply

Expected supply is given by

$$E(y) = cg(x_g)[\rho_g T(w_g) + (1 - \rho)T(w_b)] + (1 - c)g(x_b)[\rho_b T(w_b) + (1 - \rho_b)T(w_g)].$$

An increase in forecast accuracy can be evaluated by differentiating expected supply with respect to ρ_g , which with $g(x)$ specified as Cobb-Douglas results in

(23)

$$\frac{\delta E(y)}{\delta \rho_g} = c[g(x_g) - g(x_b)][T(w_g) - T(w_b)]$$

$$+ cK_2 \left[g(x_g) \frac{\rho_g T(w_g) + (1 - \rho_g)T(w_b)}{\rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1 - \rho_g)T(w_b)^{1-\alpha}} - g(x_b) \frac{\rho_b T(w_b) + (1 - \rho_b)T(w_g)}{\rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1 - \rho_b)T(w_g)^{1-\alpha}} \right],$$

Where/dimana

$$K_2 = \frac{c\beta}{1 - \beta(1 - \alpha)} A \left[\frac{\beta A^{1-\alpha}}{P_x} \right]^{\beta / 1 - \beta(1 - \alpha)} \cdot [T(w_g)^{1-\alpha} - T(w_b)^{1-\alpha}].$$

The sign of (23) is not immediately apparent. It can be shown, however, (see the appendix) that when demand is inelastic, (23) is negative. Moreover, a sufficient condition for expected supply to increase when demand is elastic is $\beta(2 - \alpha) - 1 > 0$.

Perubahan dalam Ekspektasi Penawaran Produksi

Persediaan yang diharapkan diberi oleh

Suatu peningkatan ketepatan prakiraan dapat dievaluasi dengan membedakan ekspektasi produksi berkenaan dengan ρ_g , dengan $g(x)$ yang ditetapkan seperti Cobb-Douglas menghasilkan

Persamaan (23) adalah tidak seketika konkrit. dapat ditunjukkan, bagaimanapun, (lihat lampiran) bahwa ketika permintaan inelastis, (23) bernilai negatif. Lebih dari itu, suatu kondisi peningkatan ekspektasi penawaran produksi ketika permintaan elastis adalah $\beta(2 - \alpha) - 1 > 0$.

A Numerical Example

The intuition behind the qualitative results developed above can be obtained with the use of a simple numerical example. Assume that $\rho_g = \rho_b$, $c = q = 0.5$, and $T(w) = 1 + w$, with $w_g = 2$, and $w_b = -2$. The Cobb-Douglas portion of the production function is defined by setting $\beta = 0.5$

Suatu Contoh Kuantitatif

Dibalik intuisi pengembangan hasil yang kualitatif dapat diperoleh dengan penggunaan contoh sederhana secara kuantitatif. Asumsi bahwa $\rho_g = \rho_b$, $c = q = 0.5$, dan $T(w) = 1 + w$, dengan $w_g = 2$, dan $w_b = -2$. Cobb-Douglas membagi fungsi produksi dengan gambaran pengaturan $\beta = 0,5$ dan $A = 2$.

and $A = 2$. With this model specification, the calculated changes in ex ante expected profits, output, price, and input use as ρ increases from 5 (no information) to unity (perfect information) for both an elastic and an inelastic demand are presented in table 1. Demand is given by expression (9). Average use of x , expected supply, and expected profits all increase (decrease) as forecast accuracy increases when demand is elastic (inelastic). The response of expected profits is seen by noting that expected price also increases (decreases) as forecast accuracy increases when demand is elastic (inelastic).

To see what drives these results, refer to table 2, which reports the input levels and corresponding output levels under the two weather forecasts and the two weather states. Also reported in table 2 are expected output levels conditional on weather for the two demand elasticities. Conditional expected output is $E(y|w = w_g) = \rho f(x_g, w_g) + (1 - \rho) f(x_h, w_g)$, under w_g , and $E(y|w = w_b) = \rho f(x_b, w_b) + (1 - \rho) f(x_a, w_b)$, under w_b where $f(\bullet)$ denotes the production function. When $\rho = 5$, $x_g = x_b$, and the only variability in output is due to weather variation, which implies that $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$. When $\rho = 1$, there is no weather uncertainty, and again, $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$ because the probability associated with $f(x_g, w_g)$ is zero. Similarly, $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$ under the two information extremes.

Dengan spesifikasi model ini , perubahan yang dihitung mempengaruhi ekspektasi laba, *output*, harga, dan *input* yang digunakan ketika ρ meningkatkan dari 5 (tanpa informasi) ke unit (informasi sempurna) untuk kedua permintaan elastis dan permintaan inelastis disajikan di table 1. Permintaan disajikan dalam persamaan (9). Rata-Rata penggunaan x , ekspektasi penawaran produksi, dan peningkatan dan atau penurunan ekspektasi laba atas meningkatnya ketepatan prakiraan ketika permintaan elastis dan atau inelastis. Tanggapan tentang ekspektasi laba berhubungan dengan ekspektasi harga untuk meningkatkan atau menurunkan ketepatan prakiraan ketika permintaan elastis dan atau inelastis.

Untuk melihat hasil disajikan pada tabel 2, menerangkan pengukuran kesesuaian *input* pada tingkatan *output* di bawah kedua prakiraan cuaca untuk kedua musim. Juga diterangkan pada table 2 ekspektasi *output* pada tingkat kondisi dua iklim pada dua elastisitas permintaan. Kondisi ekspektasi *output* adalah $E(y|w = w_g) = \rho f(x_g, w_g) + (1 - \rho) f(x_h, w_g)$, di bawah w_g , dan $E(y|w = w_b) = \rho f(x_b, w_b) + (1 - \rho) f(x_a, w_b)$, di bawah w_b dimana $f(\bullet)$ menunjukkan fungsi produksi itu. ketika $\rho = 5$, $x_g = x_b$, dan satu-satunya variabilitas *output* dalam kaitan dengan variasi cuaca, diimplikasikan $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$. ketika $\rho = 1$, tidak ada ketidak-pastian cuaca, dan lagi, $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$ sebab kemungkinan dihubungkan dengan $f(x_g, w_g)$ adalah nol. Dengan cara yang sama, $E(y|w = w_g) = f(x_g, w_g)$ dibawah dua informasi yang ekstrim berlawanan.

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

Table 1. Unconditional Expected Effects of Weather Information

	Demand Elasticity							
	-5.0				-0.5			
Forecast accuracy (ρ)	0.5	0.7	0.9	1.0	0.5	0.7	0.9	1.0
Input use ($E(x)$)	4.580	4.591	4.622	4.646	1.893	1.891	1.887	1.884
Supply ($E(y)$)	2.140	2.149	2.174	2.194	1.375	1.372	1.360	1.351
Price ($E(P)$)	0.863	0.864	0.865	0.866	0.596	0.593	0.585	0.578
Profits ($E(\pi)$)	0.916	0.918	0.924	0.929	0.379	0.378	0.377	0.376

Table 2. Conditional Effects on Input and Output Levels of Weather Information

Weather Forecast	Good Weather ^a				Bad Weather			
	Demand Elasticity = -5.0							
Forecast accuracy (ρ)	0.5	0.7	0.9	1.0	0.5	0.7	0.9	1.0
Input use	4.58	5.08	5.60	5.87	4.58	4.10	3.64	3.42
Realized output under								
good weather	2.57	2.71	2.84	2.91	2.57	2.43	2.29	2.22
bad weather	1.71	1.80	1.89	1.91	1.71	1.62	1.53	1.48
Expected output given								
good weather	2.57	2.63	2.79	2.91				
bad weather	1.71	1.67	1.57	1.48				
	Demand Elasticity = -0.5							
Input use	1.89	1.79	1.69	1.63	1.89	1.99	2.09	2.14
Realized output under								
good weather	1.65	1.61	1.56	1.53	1.65	1.69	1.73	1.75
bad weather	1.10	1.07	1.04	1.02	1.10	1.13	1.16	1.17
Expected output given								
good weather	1.65	1.63	1.57	1.53				
bad weather	1.10	1.11	1.15	1.17				

The implications of the behavior of these conditional output expectations can be seen in figure 1, which depicts the unconditional expected output and price for $\rho = 5$ and unity under an inelastic demand. In figure 1, y_g^p denotes output under perfect information and good weather; y_g^n , output under no information and good weather; y_b^p , output under perfect information and bad weather; and y_b^n , output under no information and bad weather. Furthermore, let P_g^p, P_g^n, P_b^p and P_b^n denote the corresponding prices. Under the assumption that $q = 0.5$ (the two weather states have an equal

implikasi dari perilaku ekspektasi output dapat dilihat di gambar 1, yang melukiskan ekspektasi output yang tanpa syarat dan harga untuk $\rho = 5$ dan unit dalam permintaan inelastis. Dalam gambar 1, y_g^p menunjukkan output pada informasi sempurna dan cuaca baik; y_g^n , output dengan tanpa informasi dan cuaca baik; y_b^p , output dalam informasi sempurna dan cuaca tidak baik; dan y_b^n , output dengan tanpa informasi dan cuaca tidak baik. Lagipula, P_g^p, P_g^n, P_b^p and P_b^n menunjukkan harga yang sesuai. Dengan asumsi $q = 0.5$ (dua musim dengan suatu kesempatan sama dalam terjadi), output dan ekspektasi harga independen ditemukan dengan membagi dua arah

chance of occurring), unconditional expected price and output are found by bisecting the rays connecting the two output are found / price pairs under each of the two weather information extremes. As shown in figure 1, as ρ increases from 0.5 to unity, expected output decreases from $E^n(y)$ to $E^p(y)$ and expected price decreases from $E^n(P)$ to $E^p(P)$. Unconditional expected revenue declines because both expected output and expected price decrease. This decline more than offsets the decrease in expected cost, hence expected profits decline.

yang menghubungkan keduanya *output/price-pairs* dalam setiap informasi cuaca yang ekstrim. Seperti ditunjukkan dalam gambar 1, ketika ρ meningkatkan dari 0.5 ke unit, ekspektasi *output* berkurang dari $E^n(y)$ to $E^p(y)$ dan ekspektasi harga berkurang dari $E^n(P)$ to $E^p(P)$. ekspektasi pendapatan merosot sebab kedua ekspektasi *ouput* dan ekspektasi harga berkurang. Penurunan ini lebih besar dibandingkan penurunan ekspektasi biaya, karenanya ekspektasi laba menurun.

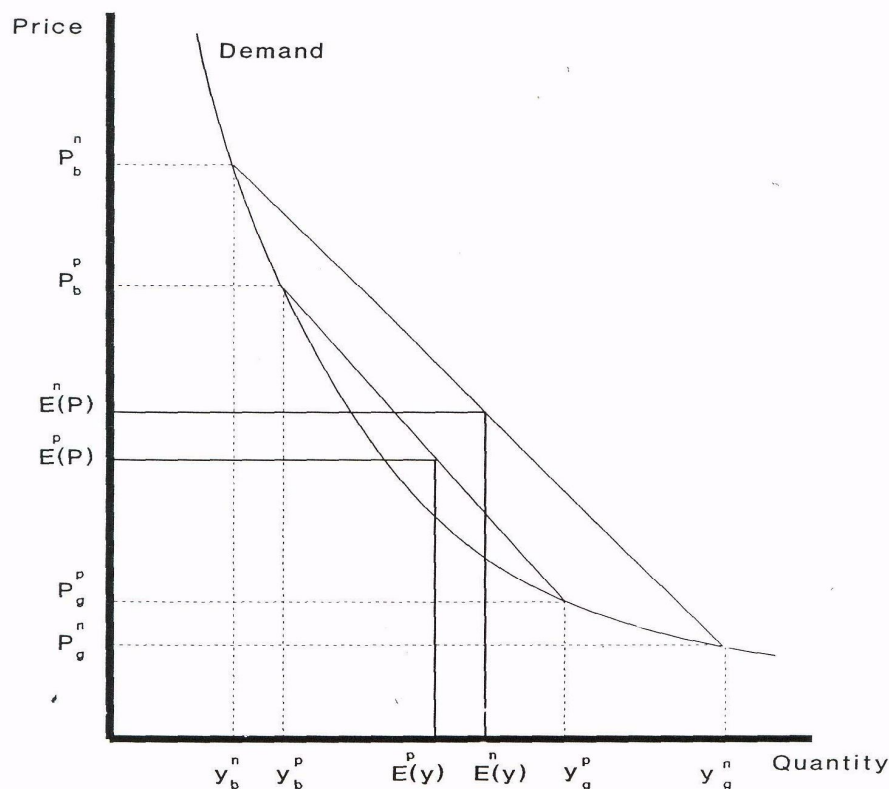


Figure 1. The supply and price effects from improved weather forecasts with an inelastic demand

Other simulation results involving a quadratic production function and a linear demand curve give further insight into the use of weather in-

Hasil simulasi lain yang menyertakan suatu fungsi produksi kwadratik dan suatu kurva permintaan linier memberi pengertian lebih lanjut

formation. There were two major differences between those results and the ones reported here. First, the physical productivity effects of weather information always dominated the price effects: when good weather was forecast more accurately, more of the supply-increasing input was used; when bad weather was forecast more accurately, less of the input was used. The net effect was that expected supply increased for both inelastic and elastic demands. The second difference was that expected price and expected supply moved in opposite directions because of the restrictions imposed by the linear demand curve. Therefore, with an inelastic demand, the expected supply increase from improved weather forecasts resulted in lower total revenue, which, when combined with higher costs, meant that expected profits decreased with improvements in weather forecasts. With an elastic demand, the expected supply increase caused total revenues to increase, which more than dominated the increase in cost. Thus, the basic result that better weather information can lead to lower producer welfare is not dependent on the functional forms used here. However, the changes in input use and expected supply from better weather information are much more dependent on the particular interactions between weather variables and the marginal products of production factors

Concluding Comments

yang mendalam ke dalam penggunaan informasi cuaca. Ada dua perbedaan utama antara hasil itu dan yang dilaporkan di sini. Pertama, efek produktivitas fisik informasi cuaca selalu mendominasi efek harga: ketika cuaca baik searah dengan ketepatan prakiraan, lebih banyak menggunakan *input supply-increasing*; ketika cuaca tidak baik maka prakiraan tepat, lebih sedikit *input* digunakan. Pengaruh baik ekspektasi penawaran produksi meningkat untuk kedua permintaan elastis dan inelastis. Perbedaan yang kedua adalah ekspektasi harga dan ekspektasi penawaran produksi ke arah yang berlawanan oleh karena batasan pada kurva permintaan yang linier. Oleh karena itu, dengan suatu permintaan inelastis, ekspektasi penawaran produksi meningkatkan prakiraan cuaca yang mengakibatkan penurunan total pendapatan, ketika dikombinasikan dengan biaya yang lebih tinggi, ekspektasi laba dimasukkan untuk dikurangi dengan peningkatan penggunaan prakiraan cuaca. Dengan suatu permintaan elastis, peningkatan ekspektasi penawaran produksi menyebabkan total pendapatan untuk meningkatkan, peningkatan lebih didominasi pada biaya. Hasil yang mendasar dari informasi cuaca yang lebih baik itu dapat mendorong ke arah kesejahteraan produsen yang menurun karena tidak dipengaruhi pada bentuk fungsi digunakan di sini. Bagaimanapun, perubahan *input* menggunakan dan mengharapkan penawaran dari informasi cuaca jauh lebih baik dipengaruhi interaksi tertentu antara variabel cuaca dan marginal produk setiap faktor produksi.

Kesimpulan

Information is generally considered to be a supply-increasing production input and welfare increasing to producers. The argument is that producers would not use information if it did not make them better off. These two well-accepted characterizations are valid if there are no price effects from the use of the information.

Optimal input use is not only a function of physical productivity, it also depends on prices. If information signals farmers that prices will be much lower, for example, then it may be optimal to reduce the use of production factors. Price changes can also influence the value of information. The definitional truism that information is welfare increasing presumes no external effects from the use of information. One source of possible external effect is from prices. Information about the productivity of input decisions will influence prices if enough producers utilize the information to make their supply decisions. Competitive farmers have no control over prices. This lack of control creates a price externality: the aggregate effects of farmers' actions change prices, but individual farmers are too small to have a significant effect; hence, the marginal price effects are not taken into account when production decisions are made.

This paper examines an agricultural industry with many identical producers, all of whom control supply with a single variable production input. From this model, it is shown that the role of information in a production system can be quite

Informasi biasanya dianggap dapat meningkatkan penawaran input dan meningkatkan kesejahteraan produsen (petani). Produsen berargumen tidak akan menggunakan informasi jika membuat keadaan mereka yang lebih baik. Dua karakteristik diterima dengan baik dan sah jika tidak ada harga yang mempengaruhi penggunaan informasi.

Penggunaan *input* optimal tidak hanya suatu fungsi *physical productivity*, juga tergantung pada harga. Jika petani menerima isyarat informasi bahwa harga akan jauh lebih rendah, sebagai contoh, kemudian mungkin saja optimal untuk mengurangi penggunaan faktor produksi. Perubahan harga dapat juga mempengaruhi nilai informasi. Kebenaran mutlak bagan yang informasi adalah kesejahteraan meningkatkan sebagai efek eksternal dari penggunaan informasi. Satu sumber tentang efek eksternal mungkin adalah dari harga. Informasi tentang produktivitas dari setiap keputusan *input* akan mempengaruhi harga jika cukup produsen menggunakan informasi untuk membuat keputusan penawaran produksi mereka. Daya saing para petani tidak terkendali pada harga. Tidak adanya pengendalian menciptakan efek di luar harga: efek menyeluruh tindakan petani mengubah harga, tetapi petani individual terlalu kecil untuk mempengaruhi; karenanya, efek penambahan harga tidak diperhitungkan ketika keputusan produksi dibuat.

Pada penelitian ini menguji suatu industri pertanian dengan banyak produsen serupa, semua pengawasan terhadap penawaran dengan variabel *input* produksi tunggal. Dari model ini, ditunjukkan bahwa peran informasi dalam sistem produksi dapat sungguh berbeda

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

different than is generally considered. Lave's result that producers can be made worse off from better weather information is shown to be true even when farmers know that their collective action is making them worse off. Moreover, market price effects from information can dominate physical productivity effects, particularly when demand is inelastic. When this occurs, information is a supply-decreasing production input: more accurate information signals farmers that it is more profitable for them to produce less, not more.

secara umum. Hasil Lave's tentang produsen dapat diperburuk oleh informasi cuaca lebih baik ditunjukkan menjadi benar bahkan ketika petani mengetahui bahwa aksi kolektif membuat mereka miskin. Lebih dari itu, harga pasar mempengaruhi informasi yang mendominasi efek *physical productivity*, terutama sekali ketika permintaan inelastis. ketika ini terjadi, informasi adalah penurunan input produksi dan menurunkan penawaran produksi: petani menerima isyarat informasi lebih akurat yang menguntungkan untuk memproduksi lebih sedikit, bukan lebih.

References

- Baquet, A. E., A. N. Halter, and F. S. Conklin. "The Value of Frost Forecasts: A Bayesian Appraisal." *Amer. J. Agr. Econ.* 58(1976):511-20.
- Byerlee, D. R., and J. R. Anderson. "The Value of Predictors of Uncontrolled Factors in Response Functions." *Aust. J. Agr. Econ.* 13(1969): 118-27.
- Cornes, R., and T. Sandier. *The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- Hasherr, F., and W. Decker. "Using Climatic Information and Weather Forecasts for Decisions in Economizing Irrigation Water." *Agr. Meteorology* 6(1972):! 19-30.
- Lave, L. B. "The Value of Better Weather Information to the Raisin Industry." *Econome.sica* 31(1963):151—64.
- Newbery, D. M. G., and J. E. Stiglitz. *The Theory of Commodity Price Stabilization: A Study in the Economics of Risk*. New York: Oxford Press, 1981.
- Rosegrant, M. W., and J. A. Roumasset. "The Effect of « Fertilizer nn Risk: A Heteroscedastic Production Function with Measurable Stochastic Inputs." *Aust. J. Agr. Econ.* 29(1985):107-21.
- Stewart, T. R., R. \V. Katz, and A. H. Murphy. "Value of Weather Information: A Descriptive Study of the Fruit-Frost Problem." *Bull. Amer. Meteorolog. Soc.* 65(1984):126-37.

Babcock, B. A. (1990). The value of weather information in market equilibrium. *American Journal of Agricultural Economics*, 72: 63-72.

Tice, T. F., and R. L. Clouser. "Determination of the Value of Weather Information to Individual Corn Producers." *J. Appl. Meteorology* 21(1982):447-52.

Wilcox, W. W., and W. W. Cochrane. *Economics of American Agriculture*, 2nd ed. Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, 1960.

Winkler, R. L., A. H. Murphy, and R. W. Katz. "The Value of Climate Information: A Decision-Analytic Approach." *J. Climatology* 3(1983): 187-97.

Lampiran:

Bukti Negatif

Pembuktian persamaan (23) adalah hal negatif dengan kurva permintaan inelastis secara langsung. Pertama, catatan yang sebab $x_g < x_b$ dengan permintaan inelastis, istilah yang pertama (23) bernilai negatif. Juga catatan tentang K_2 di (23) bernilai negatif dengan kurva permintaan inelastis. Semua tinggal ditunjukkan bahwa istilah yang dikurung yang mengikuti K_2 di (23) bernilai positif dengan permintaan inelastis. Setelah mensubstitusikan solusi analitik untuk x_g dan x_b persamaan (19) dan (20) ke (23), permasalahan dituliskan kembali seperti

$$(A1) \quad K_3 R_1^\gamma - K_4 R_2^\gamma,$$

Dimana

$$K_3 = \rho_g T(w_g) + (1 - \rho)T(w_b) + (1 - \rho_b)T(w_g); R_1 = \rho_g T(w_g)^{1-\alpha} + (1 - \rho_g)T(w)^{1-\alpha};$$

$$R_2 = \rho_b T(w_b)^{1-\alpha} + (1 - \rho_b)T(w_g)^{1-\alpha}; \text{ dan } \gamma = [\beta(2 - \alpha) - 1]/[1 - \beta(1 - \alpha)].$$

K_3 lebih besar dibanding K_4 , dengan asumsi bahwa $w_g > w_b$ dan $\rho_g + \rho_b > 1$. Dengan permintaan inelastis, $R_1 < R_2$. Eksponen γ adalah negatif dengan $\alpha > 1$ oleh asumsi $\beta < 1$. (A1) adalah positif. Pembuktian lengkap.