

Analisis *Trend* Hasil Per Satuan Luas Tanaman Sayuran Tahun 1969-2006 di Indonesia

Adiyoga, W.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung 40391

Naskah diterima tanggal 21 November 2008 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 18 Agustus 2009

ABSTRAK. Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juni 2008 menggunakan data sekunder tahunan produksi dan areal panen sayuran mencakup periode 1969-2006. Jenis sayuran yang dianalisis adalah buncis, bawang daun, bawang merah, bawang putih, cabai merah, kentang, kubis, lobak, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel. Penelitian bertujuan menganalisis pola temporal produksi dan hasil per satuan luas sayuran di Indonesia menggunakan (a) analisis *trend* hasil per satuan luas, (b) analisis *trend* pertumbuhan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas, serta (c) analisis *trend* stabilitas hasil per satuan luas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis *trend* jangka panjang 1969-2006 tidak menunjukkan indikasi adanya perlambatan hasil per satuan luas. Namun, pada analisis *trend* per sepuluh-tahunan, indikasi perlambatan hasil per satuan luas ditunjukkan oleh buncis, bawang merah, bawang putih, cabai merah, lobak, dan petsai pada periode-periode tertentu. Selama periode 1969-2006, tingkat pertumbuhan produksi rerata tahunan terendah diperlihatkan oleh bawang putih (-6,3%), sedangkan tertinggi ditunjukkan oleh wortel (8,5%). Pertumbuhan areal panen terendah ditunjukkan oleh bawang putih (-7,5%), sedangkan tertinggi oleh tomat dan wortel (6,6%). Sementara itu, pertumbuhan hasil per satuan luas rerata tahunan berkisar antara -2,5% (cabai merah) sampai 6,8% (buncis). Sumber dominan peningkatan produksi bawang merah, cabai merah, kentang, lobak, mentimun, petsai, tomat, dan wortel selama periode 1969-2006 adalah peningkatan areal panen. Peningkatan hasil per satuan luas merupakan sumber dominan bagi pertumbuhan produksi buncis, bawang daun, bawang putih, kubis, dan terung. Selama periode 1969-2006, variabilitas absolut hasil per satuan luas lobak meningkat, sedangkan mentimun dan petsai menurun. Dalam jangka panjang, stabilitas relatif hasil per satuan luas buncis, bawang daun, bawang merah, bawang putih, cabai merah, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel terhadap *trend* pertumbuhannya dapat dikategorikan lebih stabil. Secara agregat dalam kurun waktu 1969-2006, koefisien variasi hasil per satuan luas terendah ditunjukkan oleh petsai, sedangkan tertinggi diperlihatkan oleh cabai merah. Upaya peningkatan produksi bawang daun, bawang putih, kentang, kubis, petsai, dan wortel perlu diawali dengan identifikasi penyebab ketidakstabilan areal panen, terutama berkaitan dengan profitabilitas komoditas sayuran tersebut. Sementara itu, upaya peningkatan produksi buncis, bawang merah, cabai merah, lobak, mentimun, terung, dan tomat perlu ditempuh melalui identifikasi penyebab ketidakstabilan hasil per satuan luas dari sisi penelitian, penyuluhan, maupun kebijakan. Merespons indikasi perlambatan hasil per satuan luas untuk beberapa jenis sayuran, kegiatan penelitian pemuliaan berorientasi peningkatan daya hasil masih perlu mendapat prioritas. Orientasi penelitian pemuliaan yang memberi penekanan ketahanan terhadap hama penyakit serta cekaman lingkungan juga perlu mendapat perhatian lebih besar berkaitan dengan potensinya untuk mengurangi variabilitas hasil per satuan luas.

Katakunci: Sayuran; *Trend* hasil per satuan luas; Pertumbuhan produksi; Pertumbuhan areal panen; Pertumbuhan hasil per satuan luas; Stabilitas absolut; Stabilitas relatif.

ABSTRACT. Adiyoga, W. 2009. *Yield Trend Analysis of Vegetable Crops in Indonesia 1969-2006.* The study was carried out in April to June 2008 by utilizing secondary data of annual vegetable production and harvested area that covered the period of 1969-2006. Vegetable crops included in this study were kidney bean, bunching onion, shallots, garlic, hot pepper, potato, cabbage, chinese radish, cucumber, chinese cabbage, eggplant, tomato, and carrot. The objective of this study was to analyze the temporal trend of vegetable production and yield in Indonesia using yield trend, growth trend, and yield stability trend analysis. The results indicated that long-term trend analysis of 1969-2006 period did not show any slowing yield growth for all vegetable crops studied. However, the ten-years periods trend analysis suggests the trend of slowing yield growth for kidney bean, shallots, garlic, hot pepper, chinese radish, and chinese cabbage in certain ten-year periods. During the period of 1969-2006, the lowest average annual production growth was shown on garlic (-6.3%), and the highest was on carrot (8.5%). The lowest annual growth in harvested area was shown by garlic (-7.5%), while the highest was indicated by tomato and carrot (6.6%). The lowest annual yield growth was found on hot pepper (-2.5%), while the highest was on kidney bean (6.8%). The production growth of shallots, hot pepper, potato, chinese radish, cucumber, chinese cabbage, tomato, and carrot in 1969-2006 has been dominantly harvested area-led. Meanwhile, yield growth has been a dominant source of kidney bean, bunching onion, garlic, cabbage, and eggplant production growth. During 1969-2006, absolute yield variability for chinese radish was increasing, while for cucumber and chinese cabbage was decreasing. Furthermore, a decreasing relative yield variability, i.e. more stable yield, was indicated for kidney bean, bunching onion, shallots, garlic, hot pepper, cucumber, chinese cabbage, eggplant, tomato, and carrot. The lowest yield coefficient of variation was shown by chinese cabbage, while the highest was shown by hot pepper. The effort for increasing bunching onion, garlic, potato, cabbage, chinese cabbage, and carrot production should be initiated by identifying the causes of harvested area variability that have to be sorted in terms of factors such as relative profitability and other constraints. Meanwhile, since a greater contribution of yield variability to production variability was identified, the effort for increasing kidney bean, shallots, hot pepper, chinese radish,

cucumber, eggplant, and tomato production suggests the need for identifying the causes of yield variability in terms of research, extension, and policy measures. Responding to a slowing yield trend for some vegetable crops, breeding research activities that are increasing yield frontier-oriented still need to be prioritized. Moreover, breeding research activities that are generating reduction in yield variability, such as disease and pest resistance and environmental-stressed tolerance should also be emphasized.

Keywords: Vegetable; Yield trend analysis; Production growth; Harvested area growth; Yield growth; Absolute stability; Relative stability.

Estimasi dari United Nations (2003) menunjukkan bahwa penduduk dunia akan mencapai 7,4 sampai 10,6 milyar orang pada tahun 2050. Tekanan pertumbuhan populasi global ini diperkirakan akan memicu peningkatan permintaan terhadap sereal dan biji-bijian sebesar 40% pada tahun 2020 (Duvick dan Cassman 1999), atau sekitar 1,3% per tahun. Sebagai contoh, dalam 30 tahun ke depan, rerata produksi per hektar tahunan jagung harus mencapai 70-80% dari potensi hasilnya (24 t/ha) agar dapat berpacu dengan peningkatan populasi global (Cassman 1999). Lebih jauh lagi, konsumsi pangan per kapita dunia juga terus meningkat, khususnya di negara-negara berkembang yang mengalami peningkatan produk domestik bruto. Jika peningkatan jumlah penduduk dan konsumsi pangan per kapita tersebut diperhitungkan, maka produksi pangan diperkirakan harus meningkat 3 kali lipat untuk dapat memenuhi kebutuhan pada tahun 2050 (Kendall dan Pimentel 1994). Sayuran juga merupakan salah satu komponen sistem pangan, sehingga sangat beralasan untuk memprediksi peningkatan permintaan sayuran pada tahun 2050 akan mengikuti pola serupa.

Produksi total sayuran di Indonesia pada tahun 2006 mencapai 9.527.463 t dengan tingkat konsumsi 37,94 kg/kapita, konsumsi total sayuran diperkirakan sebesar 8.555.470 t (Direktorat Jenderal Hortikultura 2007). Estimasi pertumbuhan konsumsi sayuran 2003-2006 menunjukkan bahwa peningkatan rerata konsumsi per kapita sayuran adalah sebesar 0,7% per tahun, sehingga pada tahun 2050 konsumsi per kapita sayuran diperkirakan akan mencapai 49,63 kg/kapita. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2050 sebesar 400 juta orang, maka akan dibutuhkan 19.852.000 t sayuran untuk memenuhi permintaan konsumsi. Dengan demikian, produksi sayuran pada tahun 2050 diperkirakan harus meningkat 2 kali lipat dari produksi tahun 2006.

Peningkatan produksi sayuran dapat ditempuh melalui peningkatan luas lahan atau ekstensifikasi, maupun peningkatan hasil per satuan luas atau intensifikasi. Sementara itu, lahan pertanian tergarap di Indonesia untuk usaha tanaman bahan pangan yang kini tersedia hanya 7,8 juta hektar lahan basah dan 6,43 juta ha lahan kering (Sumarno 2005). Bandingkan dengan Vietnam yang memiliki lahan basah seluas 7,5 juta ha (jumlah penduduk sekitar 80 juta), Thailand yang memiliki luas lahan pertanian 31,8 juta ha (penduduk sekitar 65 juta), dan China yang berpenduduk 1,3 miliar ternyata memiliki lahan pertanian mencapai 143,6 juta ha. Ketersediaan lahan yang relatif sedikit tersebut ternyata masih diikuti oleh laju konversi lahan basah yang sangat cepat. Selama periode 2000-2002 konversi lahan basah mencapai 563.000 ha atau rerata sekitar 188.000 ha per tahun. Pengurangan luas lahan basah akibat konversi lahan mencapai 7,27% selama 3 tahun atau rerata 2,42% per tahun. Kondisi ketersediaan lahan tersebut memberikan indikasi bahwa peningkatan produksi sayuran melalui ekstensifikasi merupakan opsi yang hampir mustahil dilaksanakan. Pembukaan lahan baru juga menjadi opsi berbiaya tinggi, karena mengandung risiko hilangnya sumberdaya hutan tropis yang tak ternilai, serta timbulnya potensi umpan balik negatif terhadap sistem iklim global (Costa dan Foley 2000, Henderson-Sellers *et al.* 1993). Oleh karena itu, pilihan paling realistis untuk meningkatkan produksi sayuran adalah melalui upaya peningkatan hasil per satuan luas komoditas tersebut.

Sampai dengan pertengahan tahun 1990-an, peningkatan produksi sayuran masih berjalan seimbang, bahkan melampaui laju peningkatan jumlah penduduk. Secara umum, peningkatan produksi melalui peningkatan hasil per satuan luas terutama disebabkan oleh adopsi teknologi revolusi hijau, mencakup cara budidaya tanaman yang lebih baik, varietas tanaman unggul,

penggunaan pupuk dan pestisida, perbaikan mekanisasi, perbaikan adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan, dan irigasi (Calderini dan Slafer 1998, Evans 1997). Namun demikian, berbagai fenomena kekurangan pangan yang terjadi beberapa tahun terakhir, menimbulkan pertanyaan apakah produksi pangan, termasuk sayuran, di masa datang akan tetap dapat mengimbangi laju pertumbuhan penduduk. Terlebih lagi, variabilitas tahunan produksi sayuran di masa depan juga cenderung semakin tidak pasti karena adanya ketidak-pastian menyangkut kejadian iklim dan cuaca ekstrim. Sehubungan dengan uraian di atas, penelitian ini bertujuan menganalisis pola temporal-historis produksi sayuran di Indonesia selama periode 1969-2006 dan memeriksa dugaan adanya (a) pelambatan hasil per satuan luas, (b) fluktuasi besaran maupun arah pertumbuhan produksi, areal panen dan hasil per satuan luas, serta (c) instabilitas hasil per satuan luas sayuran.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni 2008 menggunakan data sekunder tahunan produksi dan areal panen sayuran mencakup periode waktu 1969-2006. Data sekunder ini dikompilasi dari berbagai publikasi yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Hortikultura. Jenis sayuran yang dianalisis adalah buncis, bawang daun, bawang merah, bawang putih, cabai merah, kentang, kubis, lobak, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel.

Analisis pola temporal hasil per satuan luas selalu terkendala oleh kesulitan untuk memisahkan pengaruh kejadian-kejadian acak, misalnya cuaca, dari dampak jangka pendek adopsi varietas baru atau perubahan metode budidaya. Analisis *trend* menggunakan data serial waktu yang relatif pendek dapat menangkap pengaruh perubahan teknologi, tetapi estimasi *trend* yang dihasilkan cenderung lebih sensitif terhadap kejadian-kejadian cuaca yang luar biasa. Sementara itu, analisis *trend* menggunakan data serial waktu yang lebih panjang dapat mengurangi sensitivitas terhadap perubahan cuaca dan lebih memungkinkan untuk menangkap perubahan hasil persatuan luas yang diinduksi oleh teknologi serta penyebab-penyebab acak (Luttrell dan

Gilbert 1976, Hamblin dan Kyneur 1993). Sebagai kompromi dari 2 kemungkinan tersebut, maka pada penelitian ini, selain untuk periode 1969-2006, analisis *trend* juga dilakukan per-sepuluh-tahunan, yaitu untuk periode 1969-1978, 1979-1988, 1989-1998, dan 1999-2006.

Analisis *Trend* Hasil per Satuan Luas

Data tahunan hasil sayuran per satuan luas dianalisis dengan menggunakan model *trend* linier dan model *trend* kuadratik. Model linier yang digunakan untuk menganalisis *trend* hasil tanaman per satuan luas (Calderini dan Slafer 1998, Hafner 2003, Krause 2007) didefinisikan sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 t_i \dots \dots \dots (1)$$

t_i adalah indeks waktu (1 untuk 1969, 2 untuk 1970, dst.), Y_{it} adalah hasil per satuan luas komoditas i untuk tahun t_i , α_0 = konstanta/intersep, dan α_1 = perubahan tahunan hasil per satuan luas. Pada model ini, pertumbuhan tahunan hasil per satuan luas diasumsikan konstan selama periode analisis.

Untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya pertumbuhan tahunan absolut hasil per satuan luas yang melambat (*slowing down*), model kuadratik sebagai berikut juga digunakan.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 \dots \dots \dots (2)$$

t_i^2 adalah kuadrat indeks waktu, β_0 = konstanta/intersep, β_1 = *trend* linier. Koefisien β_2 jika bernilai negatif mengindikasikan adanya pertumbuhan hasil per satuan luas yang melambat. Pada model ini, pertumbuhan tahunan hasil per satuan luas diasumsikan nonlinier.

Dalam penelitian ini, model linier ditolak jika model kuadratik memiliki kesesuaian yang lebih baik (*provides a better goodness of fit*) dan koefisien β_2 secara signifikan lebih kecil dari nol (bernilai negatif). Estimasi regresi dilakukan dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS).

Analisis *Trend* Pertumbuhan Produksi, Areal Panen, dan Hasil per Satuan Luas

Analisis *trend* pertumbuhan dapat mengungkapkan faktor dominan penentu pertumbuhan produksi, apakah peningkatan

areal panen atau peningkatan hasil per satuan luas (Webster dan Williams 1988). Untuk keperluan tersebut, pendekatan estimasi yang digunakan adalah fungsi pertumbuhan dengan formulasi sebagai berikut.

$$Y_{it} = \beta_0 e^{\beta_1 t + \beta_2 t^2} U_{it} \dots\dots\dots (3)$$

di mana: Y_{it} = produksi/areal panen/hasil per satuan luas komoditas i pada tahun t

t_i = indeks waktu ($t_i=1, 2, 3, 4, \dots, n$)

U_{it} = simpangan

Transformasi logaritma dari kedua sisi persamaan (3) menghasilkan:

$$\log Y_{it} = \log \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 + \log U_{it} \dots\dots\dots (4)$$

Koefisien pertumbuhan β_1 dan β_2 diestimasi dengan meregresikan $\log Y_{it}$ terhadap t_i dan t_i^2 , melalui penggunaan observasi Y_{it} untuk $t_i=1, 2, 3, \dots, n$. Signifikansi statistik dan besaran kedua koefisien tersebut dapat memberikan gambaran mengenai kecepatan dan pola pertumbuhan produksi berdasarkan batasan interpretasi sebagai berikut.

1. Jika β_2 secara statistik tidak berbeda nyata (koefisien t_i memiliki nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$), maka pertumbuhan produksi selama periode waktu analisis dikategorikan bersifat konstan dan tingkat pertumbuhan produksi rerata selama periode tersebut adalah sebesar β_1 .
2. Jika β_2 secara statistik berbeda nyata (koefisien t_i memiliki nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$), maka besaran $\beta_2 < 0$ mengindikasikan adanya pertumbuhan produksi yang bersifat menurun, sedangkan besaran $\beta_2 > 0$ mengindikasikan adanya pertumbuhan produksi yang bersifat meningkat dan tingkat pertumbuhan produksi rerata selama periode tersebut adalah $\beta_1 + 2 \beta_2 t_i$.

Informasi menyangkut faktor dominan pendorong pertumbuhan produksi (peningkatan areal panen atau peningkatan hasil per satuan luas) dapat ditelusuri melalui model partisi sederhana sebagai berikut.

$$Q_{it} = A_{it} Y_{it} \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

Q_{it} = produksi total komoditas i pada tahun t.

A_{it} = areal panen total komoditas i pada tahun t.

Y_{it} = hasil per satuan luas komoditas i pada tahun t.

Transformasi logaritma dari kedua sisi persamaan dan diferensiasi persamaan (5) terhadap t menghasilkan persamaan:

$$\begin{aligned} \log Q_{it} &= \log A_{it} + \log Y_{it} \\ 1/Q_{it} \cdot dQ_{it}/dt &= 1/A_{it} \cdot dA_{it}/dt + 1/Y_{it} \cdot dY_{it}/dt \\ G_Q &= G_A + G_Y \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

Persamaan (6) menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan produksi (G_Q) sama dengan tingkat pertumbuhan areal panen (G_A) dan tingkat pertumbuhan hasil per satuan luas (G_Y). Persamaan ini diturunkan dari identitas pada persamaan (5), yang menyatakan bahwa produksi total sama dengan areal panen dikalikan dengan hasil per satuan luas. Ketiga tingkat pertumbuhan tersebut dapat diestimasi dengan meregresikan $\log Q_{it}$, $\log A_{it}$, dan $\log Y_{it}$ terhadap t dan t^2 . Berdasarkan kontribusi relatif dari G_Q , G_A , dan G_Y , maka informasi menyangkut faktor dominan pendorong pertumbuhan (peningkatan areal panen atau peningkatan hasil per satuan luas) dapat diperoleh.

Jika pola pertumbuhan produksi didominasi oleh peningkatan areal panen (kontribusi areal panen lebih besar dibandingkan dengan kontribusi hasil per satuan luas), beberapa implikasi yang tersirat adalah:

1. Strategi dan kegiatan/usaha yang berhubungan dengan inovasi teknologi/penelitian yang ada belum dapat memacu pola pertumbuhan produksi berbasis peningkatan hasil per satuan luas, atau program penyuluhan belum berjalan secara optimal, terutama dikaitkan dengan proses transfer teknologi di tingkat petani.
2. Peningkatan produksi dimungkinkan oleh adanya insentif akibat kebijakan pemerintah yang berasal dari subsidi terhadap harga masukan dan luaran, maupun penyediaan infrastruktur pemasaran yang ditujukan agar kebijakan harga tersebut secara operasional berjalan efektif, sehingga memungkinkan adanya kestabilan profitabilitas relatif dari komoditas yang diusahakan.

Analisis Trend Stabilitas Hasil per Satuan Luas

Berdasarkan studi terdahulu yang dilakukan oleh Calderini dan Slafer (1998), pengkajian stabilitas hasil per satuan luas untuk periode

waktu tertentu dilakukan dengan memanfaatkan residual persamaan regresi. Variabilitas hasil per satuan luas didefinisikan sebagai residual absolut dari estimasi *trend* pertumbuhan hasil per satuan luas, yaitu perbedaan absolut antara hasil per satuan luas yang diamati dengan hasil per satuan luas yang diprediksi.

$$|r_{it}| = |Y_{it} - Y_{pit}|$$

Residual ini dikalkulasi berdasarkan model *trend* pertumbuhan hasil per satuan luas yang terpilih (linier atau kuadrat). Peningkatan residual absolut mengindikasikan peningkatan variabilitas absolut hasil per satuan luas dan *vice versa*. Selanjutnya, residual absolut tersebut diperlakukan sebagai peubah tak bebas dalam model linier indeks waktu sebagai berikut:

$$|r_{it}| = \delta_0 + \delta_1 t_i \dots \dots \dots (7)$$

Jika koefisien δ_1 secara nyata lebih besar dari nol (positif), maka variabilitas absolut hasil per satuan luas meningkat, dan *vice versa*.

Trend stabilitas juga dapat diukur dengan menggunakan indikator variabilitas relatif hasil per satuan luas (Reilly *et al.* 2003). Regresi residual relatif-absolut didefinisikan sebagai rasio antara residual absolut dengan hasil per satuan luas yang diprediksi yang dipasang ke dalam model *trend* linier.

$$|r_{it}| / Y_{pit} = \gamma_0 + \gamma_1 t_i \dots \dots \dots (8)$$

Jika koefisien γ_1 secara nyata lebih besar dari nol (positif), maka variabilitas relatif hasil per satuan luas meningkat, dan *vice versa*.

Untuk melengkapi informasi yang diperoleh, koefisien variasi juga digunakan sebagai alat ukur, tidak saja variabilitas hasil per satuan luas, tetapi juga produksi dan luas areal panen selama periode 1969-2006. Koefisien variasi didefinisikan sebagai rasio antara standar deviasi dengan rerata peubah selama periode analisis.

$$CV_{it} = s_{it} / y_{it} \dots \dots \dots (9)$$

CV_{it} = koefisien variasi produksi/luas areal panen/ hasil per satuan luas komoditas *i* pada periode *t*.

s_{it} = standar deviasi produksi/luas areal panen/ hasil per satuan luas komoditas *i* pada periode *t*.

y_{it} = rerata produksi/luas areal panen/ hasil per satuan luas komoditas *i* pada periode *t*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis *Trend* Hasil per Satuan Luas

Model kuadratik dipilih jika memiliki kesesuaian yang lebih baik dan koefisien β_2 (*Trend*²) secara signifikan lebih kecil dari nol (bernilai negatif). Tabel 1 menunjukkan bahwa model kuadratik memenuhi kriteria pemilihan untuk buncis dan cabai merah pada periode 1969-1978, bawang merah, bawang putih, cabai merah, lobak, dan petsai selama periode 1989-1998. Koefisien regresi *Trend*² yang bernilai negatif dan signifikan secara statistik mengindikasikan bahwa cabai merah mengalami pelambatan pertumbuhan hasil per satuan luas masing-masing sebesar 30 kg per tahun selama periode 1969-1978 dan sebesar 115 kg per tahun selama periode 1989-1998. Model kuadratik juga menangkap *trend* negatif untuk beberapa komoditas lain, namun secara statistik tidak berbeda nyata. Dari 52 persamaan regresi kuadratik, ternyata hanya 7 persamaan yang memenuhi kriteria pemilihan.

Sementara itu, Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 52 persamaan regresi linier yang diestimasi, dapat 30 persamaan yang memenuhi kriteria pemilihan (koefisien β_1 (*Trend*) signifikan). Hal ini mengindikasikan bahwa model linier dapat lebih menjelaskan *trend* hasil per satuan luas tanaman sayuran dibanding model kuadratik. Model linier ini ternyata juga dapat mengungkap *trend* negatif untuk buncis (periode 1969-1978 dan 1999-2006, cabai merah (periode 1969-1978), lobak (periode 1969-1978), terung (periode 1969-1978 dan periode 1979-1988), serta tomat (periode 1979-1988). *Trend* negatif secara konsisten terungkap oleh model linier dan kuadratik untuk buncis dan tomat selama periode 1969-1978. Pada model linier, besaran pelambatan hasil per satuan luas kedua komoditas tersebut ternyata lebih besar. Tabel 2 juga menunjukkan hasil estimasi model linier pertumbuhan hasil per satuan luas per sepuluh-tahunan yang didominasi oleh *trend* positif. Hasil estimasi yang menarik untuk diperhatikan terjadi pada kentang, karena menunjukkan konsistensi *trend* positif yang secara statistik berbeda nyata pada keempat periode sepuluh-tahunan. Hasil per satuan luas kentang meningkat dengan kisaran 271-416 kg/tahun ($\beta_1=0,271-0,416$) selama periode analisis tersebut.

Tabel 1. Trend hasil per satuan luas tanaman sayuran berdasarkan model kuadratik (Vegetable crops yield-trend based on quadratic model)

Tanaman (Crops)	1969-1978		1979-1988		1989-1998		1999-2006	
	β_1	β_2	β_1	β_2	β_1	β_2	β_1	β_2
Buncis (Kidney bean)	0,631***	-0,070***	0,080	0,001	0,952**	-0,032	-0,908	0,064
Bawang daun (Bunching onion)	-0,181	0,014	-0,429**	0,075***	-0,108	0,010	-0,649	0,120*
Bawang merah (Shallots)	-0,156	0,009	-0,083	0,034	0,417**	-0,032**	0,157	-0,030
Bawang putih (Garlic)	0,098	-0,017	0,213	0,015	0,797**	-0,076***	0,222	-0,001
Cabai merah (Hot pepper)	0,218	-0,030*	-0,035	0,003	1,699**	-0,115*	-0,252	0,049
Kentang (Potato)	-0,115	0,043	0,069	0,029	0,686*	-0,038	0,250	0,018
Kubis (Cabbage)	0,230	-0,011	0,070	0,088	1,288	-0,092	-0,917	0,119*
Lobak (Chinese radish)	-0,73**	0,044	-0,068	0,041	1,596***	-0,137*	0,475	0,133
Mentimun (Cucumber)	0,263	-0,023	0,115	-0,018	1,219**	-0,072	-0,204	0,043
Petsai (Chinese cabbage)	0,342	-0,033	0,227	0,013	0,651*	-0,058*	0,171	-0,006
Terung (Eggplant)	-0,256*	0,017	0,077	-0,021	1,057	-0,067	-0,531***	0,055***
Tomat (Tomato)	-0,149	0,036	-0,176	0,006	2,001**	-0,109	0,133	-0,016
Wortel (Carrot)	0,572	-0,039	-0,690	0,092**	-0,282	0,044	-0,305	0,061

* berbeda nyata pada $\alpha = 0,10$; ** berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$; *** berbeda nyata pada $\alpha = 0,01$.

Tabel 2. Trend hasil per satuan luas tanaman sayuran berdasarkan model linier (Vegetable crops yield-trend based on linear model)

Tanaman (Crops)	β_1 (1969-1978)	β_1 (1979-1988)	β_1 (1989-1998)	β_1 (1999-2006)
Buncis (Kidney bean)	-0,135 *	0,077	0,604 ***	-0,331 **
Bawang daun (Bunching onion)	-0,023	0,395 ***	-0,003	0,434 **
Bawang merah (Shallots)	-0,061	0,288 ***	0,066	-0,113
Bawang putih (Garlic)	-0,088	0,381 ***	-0,038	0,210 ***
Cabai merah (Hot pepper)	-0,108 **	-0,003	0,429 **	0,191
Kentang (Potato)	0,361 **	0,390 **	0,271 ***	0,416 ***
Kubis (Cabbage)	0,112	1,034 ***	0,275	0,157
Lobak (Chinese radish)	-0,241 ***	0,388 ***	0,093	1,670 **
Mentimun (Cucumber)	0,012	-0,080	0,430 ***	0,182 *
Petsai (Chinese cabbage)	-0,022	0,369 ***	0,019	0,117 *
Terung (Eggplant)	-0,067 *	-0,156 **	0,324 **	-0,036
Tomat (Tomato)	0,249 ***	-0,110 **	0,806 ***	-0,012
Wortel (Carrot)	0,146	0,321 **	0,204 *	0,246

Kedua model di atas juga digunakan untuk mengestimasi *trend* hasil per satuan luas tanaman sayuran pada periode jangka panjang, 1969-2006. Tabel 3 menunjukkan koefisien β_2 yang bernilai negatif untuk bawang putih, kentang, dan kubis,

namun ketiganya secara statistik tidak berbeda nyata. Model kuadratik ternyata tidak berhasil menangkap terjadinya *trend* saturasi hasil per satuan luas jangka panjang. Implikasi bahwa tidak terjadi pelambatan hasil per satuan luas

untuk semua jenis sayuran selama periode ini perlu ditanggapi secara hati-hati. Analisis per sepuluh-tahunan menunjukkan terjadinya saturasi atau pelambatan hasil per satuan luas untuk beberapa komoditas sayuran (misalnya buncis, bawang merah, bawang putih, lobak, dan petsai) pada periode tertentu. Hal ini mengkonfirmasi pendapat Cornish *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa analisis *trend* jangka panjang selalu dibayangi oleh kemungkinan variasi curah hujan dan hasil per satuan luas tahunan yang tinggi, sehingga seringkali menutupi potensi perubahan kecil *trend* hasil per satuan luas. Faktor lain yang juga seringkali menjadi kendala akurasi analisis *trend* hasil per satuan luas jangka panjang adalah agregasi data. Masalah ini pada dasarnya bukan hanya menjadi kendala untuk model kuadrat, tetapi juga untuk semua model analisis *trend*, termasuk model linier. Oleh karena itu, sejalan dengan prinsip *parsimoneous* serta *goodness of fit*, analisis *trend* selanjutnya memanfaatkan model linier (Tabel 4).

Hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa koefisien β_1 untuk semua komoditas sayuran bernilai >0 dan secara statistik berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa semua jenis sayuran yang dianalisis memiliki *trend* pertumbuhan positif hasil per satuan luas selama periode 1969-2006. Peningkatan hasil per satuan luas tahunan 3 tertinggi diperlihatkan oleh kubis ($\beta_1=0,396$), wortel ($\beta_1=0,326$), dan kentang ($\beta_1=0,307$), sedangkan 3 terendah ditunjukkan oleh petsai ($\beta_1=0,137$), cabai ($\beta_1=0,113$), dan

bawang putih ($\beta_1=0,092$). Secara umum, *trend* positif ini menandai adanya peningkatan hasil per satuan luas berbagai komoditas yang dihela oleh perubahan teknologis (*technological change*) budidaya sayuran. Variasi pertumbuhan hasil per satuan luas antarkomoditas merupakan pencerminan variasi respons komoditas serta variasi adopsi terhadap komponen-komponen teknologi yang tersedia.

Analisis *Trend* Pertumbuhan Produksi, Areal Panen, dan Hasil per Satuan Luas

Berkaitan dengan upaya peningkatan produksi sayuran, secara spesifik akan bermanfaat jika diperoleh informasi yang dapat dijadikan acuan untuk mempertimbangkan apakah bobot program pengembangan perlu lebih diarahkan melalui pendekatan intensifikasi atau ekstensifikasi. Sehubungan dengan itu, partisi dari proposisi produksi=areal panen x hasil per satuan luas dilakukan untuk memperoleh informasi menyangkut kontribusi peningkatan areal panen dan peningkatan hasil per satuan luas terhadap peningkatan produksi. Tabel 5 menunjukkan rerata pertumbuhan tahunan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas komoditas sayuran per sepuluh-tahunan.

Pertumbuhan produksi dari periode ke periode sangat berfluktuasi, tidak saja besarnya, tetapi juga tandanya (Tabel 6). Konsistensi arah pertumbuhan pada setiap periode ditunjukkan oleh lobak (negatif/menurun) serta tomat dan wortel (positif/meningkat). Fluktuasi pertumbuhan juga terjadi

Tabel 3. *Trend* hasil per satuan luas tanaman sayuran berdasarkan model kuadrat, 1969-2006 (Vegetable crops yield-trend based on quadratic model, 1969-2006)

Tanaman (Crops)	β_0	β_1	β_2	R ²	AdjR ²
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	3,357	- 0,075	0,007 ***	0,753	0,739
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	3,366	0,088	0,003 *	0,851	0,842
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	3,963	0,036	0,003 **	0,834	0,825
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	2,901	0,127 **	- 0,001	0,587	0,563
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	2,667	- 0,113	0,006 ***	0,572	0,548
Kentang (<i>Potato</i>)	5,093	0,423 ***	- 0,003	0,873	0,866
Kubis (<i>Cabbage</i>)	7,632	0,592 ***	- 0,005	0,813	0,802
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	5,257	- 0,001	0,005	0,409	0,375
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	5,614	- 0,128	0,007 ***	0,676	0,657
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	5,783	0,087	0,001	0,703	0,686
Terung (<i>Eggplant</i>)	3,267	- 0,048	0,005 **	0,661	0,641
Tomat (<i>Tomato</i>)	4,342	- 0,119	0,010 ***	0,791	0,779
Wortel (<i>Carrot</i>)	5,292	0,296 ***	0,001	0,923	0,918

Tabel 4. Trend hasil per satuan luas tanaman sayuran berdasarkan model linier, 1969-2006 (Vegetable crops yield-trend based on linear model, 1969-2006)

Tanaman (Crops)	β_0	β_1	R ²	AdjR ²
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	1,567	0,196 ***	0,672	0,663
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	2,657	0,194 ***	0,835	0,830
Bawang merah (<i>Shallot</i>)	3,115	0,163 ***	0,803	0,798
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	3,132	0,092 ***	0,582	0,570
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	1,162	0,113 ***	0,457	0,442
Kentang (<i>Potato</i>)	5,871	0,307 ***	0,865	0,862
Kubis (<i>Cabbage</i>)	8,937	0,396 ***	0,801	0,795
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	4,043	0,181 ***	0,384	0,367
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	3,688	0,161 ***	0,562	0,550
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	5,451	0,137 ***	0,698	0,689
Terung (<i>Eggplant</i>)	1,971	0,146 ***	0,594	0,583
Tomat (<i>Tomato</i>)	1,658	0,283 ***	0,701	0,693
Wortel (<i>Carrot</i>)	5,089	0,326 ***	0,922	0,920

untuk areal panen (Tabel 7). Bawang putih dan lobak secara konsisten menunjukkan pertumbuhan areal panen menurun. Sementara itu, konsistensi pertumbuhan areal panen yang bersifat positif/ meningkat diperlihatkan oleh kubis dan wortel. Konsistensi arah pertumbuhan hasil per satuan luas diperlihatkan oleh bawang daun dan lobak (menurun) serta petsai (meningkat) (Tabel 8).

Jika penelaahan pertumbuhan difokuskan pada periode terakhir (1999-2006), beberapa indikasi peringatan (*alarming indication*) berkaitan dengan perkembangan sayuran perlu mendapat perhatian lebih serius. Selama periode sepuluh tahun terakhir tersebut, hanya tomat dan wortel yang menunjukkan pertumbuhan produksi positif. Pertumbuhan areal panen positif juga hanya ditunjukkan oleh kubis, wortel, dan tomat. Secara tidak langsung, hal ini memberikan gambaran semakin sulitnya melaksanakan program ekstensifikasi untuk meningkatkan produksi sayuran. Sementara itu, pertumbuhan hasil per satuan luas yang positif juga hanya diperlihatkan oleh 5 komoditas. Dua di antaranya, yaitu bawang merah dan kentang merupakan komoditas prioritas Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Secara umum, indikator perkembangan selama 10 tahun terakhir menunjukkan semakin beratnya tantangan ke depan yang harus dihadapi oleh institusi penelitian dan pengembangan tanaman sayuran.

Tabel 5 juga memberikan gambaran kontribusi pertumbuhan areal panen dan hasil per satuan luas terhadap pertumbuhan produksi. Pada periode

1979-1988, produksi bawang merah meningkat 1,6% per tahun. Peningkatan produksi ini berasal dari pertumbuhan areal panen sebesar 2,3% per tahun serta pertumbuhan hasil per satuan luas sebesar -0,7% per tahun. Walaupun hasil per satuan luas selama periode tersebut mengalami penurunan, kompensasi pertumbuhan areal panen ternyata masih dapat mendorong terjadinya pertumbuhan produksi yang meningkat. Pada periode 1989-1998, areal panen buncis menurun sebesar 6,1% per tahun. Namun demikian, selama periode bersangkutan hasil per satuan luas buncis meningkat rerata 10,4% per tahun, sehingga pertumbuhan produksi buncis masih bersifat positif (meningkat rerata 4,3% per tahun). Selama periode 1979-1988, 1989-1998, dan 1999-2006, produksi lobak terus menunjukkan pertumbuhan yang menurun. Hal ini terjadi tidak saja karena adanya penurunan areal panen, tetapi juga oleh penurunan hasil per satuan luas. Besaran pertumbuhan memberikan gambaran bahwa penurunan produksi lobak lebih didominasi oleh adanya kontribusi penurunan areal panen. Selama periode 1999-2006, peningkatan hasil per satuan luas kentang sebesar 0,7% per tahun ternyata tidak cukup mengkompensasi penurunan areal panen sebesar 0,8% per tahun. Hal ini menimbulkan konsekuensi penurunan produksi kentang rerata 0,1% per tahun selama periode tersebut.

Tabel 9 menunjukkan rerata pertumbuhan tahunan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas komoditas sayuran jangka panjang, mencakup periode 1969-2006. Analisis jangka

Tabel 5. Pertumbuhan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas tanaman sayuran
(Growth of production, harvested area, and yield of vegetable crops)

Tanaman (Crops)	Periode (Periods)	Pertumbuhan produksi (Production growth)	Pertumbuhan areal panen (Harvested area growth)	Pertumbuhan hasil per satuan luas (Yield growth)
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	1969-1978	6,7	16,5	-9,8
	1979-1988	8,0	6,8	1,2
	1989-1998	4,3	-6,1	10,4
	1999-2006	-5,2	-0,9	-4,3
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	1969-1978	-0,7	1,4	-2,1
	1979-1988	0,7	3,9	-3,2
	1989-1998	1,7	2,4	-0,7
	1999-2006	-3,8	-0,7	-3,1
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	1969-1978	1,2	2,8	-1,6
	1979-1988	1,6	2,3	-0,7
	1989-1998	-1,6	3,9	-1,3
	1999-2006	-4,1	-4,8	0,7
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	1969-1978	-2,3	-3,7	1,4
	1979-1988	2,7	-0,3	3,0
	1989-1998	-8,5	-2,4	-6,1
	1999-2006	-3,0	-5,1	2,1
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	1969-1978	5,2	1,4	3,8
	1979-1988	1,6	3,4	-1,8
	1989-1998	11,3	-11,9	23,2
	1999-2006	-7,1	-4,7	-2,4
Kentang (<i>Potato</i>)	1969-1978	1,6	1,8	-0,2
	1979-1988	3,4	3,5	-0,1
	1989-1998	6,7	4,7	2,0
	1999-2006	-0,1	-0,8	0,7
Kubis (<i>Cabbage</i>)	1969-1978	8,3	7,3	1,0
	1979-1988	3,8	3,5	0,3
	1989-1998	6,5	3,9	2,6
	1999-2006	-1,7	0,2	-1,9
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	1969-1978	-6,5	-0,8	-5,7
	1979-1988	-3,8	-3,6	-0,2
	1989-1998	-20,7	-16,3	-4,4
	1999-2006	-8,7	-6,0	-2,7
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	1969-1978	6,3	4,2	2,1
	1979-1988	0,5	-0,6	1,1
	1989-1998	7,0	0,1	6,9
	1999-2006	-1,7	-0,7	-1,0
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	1969-1978	8,2	6,0	2,2
	1979-1988	4,6	2,6	2,0
	1989-1998	7,6	4,6	3,0
	1999-2006	-2,5	-3,2	0,7
Terung (<i>Eggplant</i>)	1969-1978	5,6	8,6	3,0
	1979-1988	0,1	-1,3	1,4
	1989-1998	5,5	-2,7	8,2
	1999-2006	-3,5	-0,3	-3,2
Tomat (<i>Tomato</i>)	1969-1978	4,0	4,9	-0,9
	1979-1988	1,0	3,2	-2,2
	1989-1998	10,3	-4,3	14,6
	1999-2006	0,6	0,2	0,4
Wortel (<i>Carrot</i>)	1969-1978	12,7	9,1	3,6
	1979-1988	0,6	3,6	-3,0
	1989-1998	0,6	1,3	-0,7
	1999-2006	1,6	2,5	-0,9

panjang pada dasarnya menghasilkan besaran tunggal pertumbuhan (tidak mengungkap dinamika atau fluktuasi) yang terjadi selama kurun waktu relatif panjang. Besaran tunggal tersebut harus diinterpretasi secara obyektif

dengan tetap mempertimbangkan bahwa di dalamnya terkandung tingkat pertumbuhan yang berfluktuasi.

Selama periode 1969-2006, tingkat pertumbuhan rerata produksi berbagai jenis

sayuran cukup bervariasi, yaitu berkisar antara -6,3-8,5% per tahun. Tingkat pertumbuhan rerata terendah diperlihatkan oleh bawang putih yang pertumbuhannya bahkan menurun dari tahun ke tahun, sedangkan tingkat pertumbuhan rerata tertinggi ditunjukkan oleh wortel. Sebagian besar sayuran (buncis, bawang merah, cabai merah, kentang, lobak, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel) menunjukkan pola pertumbuhan produksi yang bersifat meningkat dari tahun ke tahun. Tingkat pertumbuhan produksi rerata sayuran pada dasarnya dapat dipilah ke dalam pertumbuhan yang disebabkan oleh peningkatan areal panen dan peningkatan hasil per satuan luas. Tabel 9 memperlihatkan kontribusi peningkatan dari kedua komponen tersebut terhadap pertumbuhan produksi setiap jenis sayuran yang dianalisis. Pertumbuhan areal panen rerata selama periode 1969-2006

berkisar antara -7,5 sampai 6,6%. Pertumbuhan areal panen tertinggi diperlihatkan oleh tomat dan wortel, sedangkan terendah ditunjukkan oleh bawang putih yang pertumbuhan areal panennya bersifat menurun. Pertumbuhan hasil per satuan luas rerata selama periode 1969-2006 berkisar antara -2,5% sampai 6,8%. Pertumbuhan hasil per satuan luas tertinggi diperlihatkan oleh buncis dan terendah ditunjukkan oleh cabai merah. Dari sisi hasil per satuan luas ternyata cabai merah, mentimun, dan tomat menunjukkan pertumbuhan negatif. Secara implisit, hal ini mengindikasikan adanya pertumbuhan hasil per satuan luas yang cenderung menurun dari tahun ke tahun selama periode 1969-2006 untuk ketiga jenis sayuran tersebut.

Perbandingan antara kontribusi areal panen dan hasil per satuan luas terhadap pertumbuhan

Tabel 6. Arah pertumbuhan produksi periode jangka pendek (*Trend-sign of short-term production growth*)

Tanaman (Crops)	1969-1978	1979-1988	1989-1998	1999-2006
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	+	+	+	-
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	-	+	+	-
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	+	+	-	-
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	-	+	-	-
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	+	+	+	-
Kentang (<i>Potato</i>)	+	+	+	-
Kubis (<i>Cabbage</i>)	+	+	+	-
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	-	-	-	-
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	+	+	+	-
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	+	+	+	-
Terung (<i>Eggplant</i>)	+	+	+	-
Tomat (<i>Tomato</i>)	+	+	+	+
Wortel (<i>Carrot</i>)	+	+	+	+

Tabel 7. Arah pertumbuhan areal panen periode jangka pendek (*Trend-sign of short-term harvested area growth*)

Tanaman (Crops)	1969-1978	1979-1988	1989-1998	1999-2006
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	+	+	+	-
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	+	+	+	-
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	+	+	+	-
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	-	-	-	-
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	+	+	-	-
Kentang (<i>Potato</i>)	+	+	+	-
Kubis (<i>Cabbage</i>)	+	+	+	+
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	-	-	-	-
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	+	-	+	-
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	+	+	+	-
Terung (<i>Eggplant</i>)	+	-	-	-
Tomat (<i>Tomato</i>)	-	-	+	+
Wortel (<i>Carrot</i>)	+	+	+	+

Tabel 8. Arah pertumbuhan hasil per satuan luas periode jangka pendek (*Trend-sign of short-term yield growth*)

Tanaman (Crops)	1969-1978	1979-1988	1989-1998	1999-2006
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	-	+	+	-
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	-	-	-	-
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	-	-	-	+
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	+	+	-	+
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	+	-	+	-
Kentang (<i>Potato</i>)	-	-	+	+
Kubis (<i>Cabbage</i>)	+	+	+	-
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	-	-	-	-
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	+	+	+	-
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	+	+	+	+
Terung (<i>Eggplant</i>)	+	+	+	-
Tomat (<i>Tomato</i>)	-	-	+	+
Wortel (<i>Carrot</i>)	+	-	-	-

produksi dapat memberikan informasi mengenai faktor dominan pendorong pertumbuhan. Tabel 9 menunjukkan bahwa sumber dominan yang menyebabkan peningkatan produksi bawang merah, cabai merah, kentang, lobak, mentimun, petsai, tomat, dan wortel selama periode 1969-2006 adalah peningkatan areal panen. Sedangkan peningkatan hasil per satuan luas merupakan sumber dominan bagi pertumbuhan produksi buncis, bawang daun, bawang putih, kubis, dan terung. Hal ini mengimplikasikan bahwa, peningkatan/pertumbuhan produksi sebagian sayuran (*major/prioritas*) di Indonesia cenderung masih lebih didorong oleh adanya

insentif kebijakan pemerintah melalui pemberian subsidi terhadap harga masukan dan harga luaran, maupun penyediaan infrastruktur yang menunjang operasionalisasi kebijakan harga tersebut di lapangan. Peranan inovasi teknologi dalam memacu pertumbuhan produksi selama periode analisis ternyata hanya terindikasikan oleh sayuran *minor/non-prioritas*.

Analisis *Trend* Stabilitas Hasil per Satuan Luas

Variabilitas hasil per satuan luas agregat memiliki implikasi penting terhadap pasar dan harga domestik. Konsumen dan produsen akan

Tabel 9. Pertumbuhan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas tanaman sayuran, 1969-2006 (*Growth of production, harvested area, and yield of vegetable crops, 1969-2006*)

Tanaman (Crops)	Pertumbuhan produksi (<i>Production growth</i>)	Pertumbuhan areal panen (<i>Harvested area growth</i>)	Pertumbuhan hasil per satuan luas (<i>Yield growth</i>)
	%		
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	5,1	- 1,7	6,8
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	- 1,6	- 2,7	1,1
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	2,8	2,3	0,5
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	- 6,3	- 7,5	1,2
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	1,1	3,6	- 2,5
Kentang (<i>Potato</i>)	5,2	3,1	2,1
Kubis (<i>Cabbage</i>)	- 1,0	- 2,8	1,8
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	- 2,7	- 2,0	- 0,7
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	2,6	3,6	- 1,0
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	5,0	4,5	0,5
Terung (<i>Eggplant</i>)	2,5	- 4,2	6,7
Tomat (<i>Tomato</i>)	4,0	6,6	- 0,7
Wortel (<i>Carrot</i>)	8,5	6,6	1,9

Tabel 10. Estimasi trend stabilitas hasil per satuan luas: Residual absolut, 1969-2006 (Trend estimation of yield stability: Absolute residuals, 1969-2006)

Tanaman (Crops)	δ_0		δ_1		Adjusted R ²
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	1,477	***	- 0,010		- 0,005
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	0,831	***	- 0,002		- 0,026
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	0,896	***	- 0,011		0,019
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	0,785	***	- 0,002		- 0,025
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	1,223	***	- 0,009		- 0,014
Kentang (<i>Potato</i>)	0,871	***	0,011		- 0,005
Kubis (<i>Cabbage</i>)	1,512	***	0,014		- 0,011
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	0,049		0,089	***	0,280
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	1,648	***	- 0,023	*	0,037
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	1,133	***	- 0,017	**	0,078
Terung (<i>Eggplant</i>)	1,176	***	- 0,010		- 0,013
Tomat (<i>Tomato</i>)	1,949	***	- 0,015		- 0,007
Wortel (<i>Carrot</i>)	0,894	***	- 0,004		- 0,023

merasa diuntungkan dengan harga stabil yang pada dasarnya berhubungan erat dengan pengurangan variabilitas hasil per satuan luas (Cuddy dan Della Valle 1978). Tabel 10 menunjukkan bahwa estimasi stabilitas absolut δ_1 hanya berbeda nyata untuk lobak, mentimun, dan petsai. Selama periode 1969-2006, variabilitas absolut hasil per satuan luas lobak meningkat, sedangkan mentimun dan petsai menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil per satuan luas lobak selama periode tersebut kurang stabil, sedangkan mentimun dan petsai lebih stabil. Walaupun sebagian besar sayuran lainnya juga menunjukkan kecenderungan variabilitas yang negatif, namun tidak dapat diinterpretasi lebih lanjut karena secara statistik tidak berbeda nyata.

Tabel 11 memperlihatkan hasil estimasi stabilitas hasil per satuan luas relatif terhadap trend pertumbuhannya. Koefisien δ_1 yang berbeda nyata dan bertanda negatif mengindikasikan bahwa selama periode 1969-2006, variabilitas relatif hasil per satuan luas buncis, bawang daun, bawang merah, bawang putih, cabai merah, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel bersifat menurun. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas hasil per satuan luas berbagai komoditas tersebut relatif terhadap trend pertumbuhannya dapat dikategorikan lebih stabil.

Informasi stabilitas absolut dan relatif di atas menggambarkan variabilitas hasil per satuan luas agregat 1969-2006 dan hanya mengklasifikasikan kecenderungan kurang stabil dan lebih stabil

Tabel 11. Estimasi trend stabilitas hasil per satuan luas: Residual absolut relatif, 1969-2006 (Trend estimation of yield stability: Relative absolute residuals, 1969-2006)

Tanaman (Crops)	δ_0		δ_1		Adjusted R ²
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	0,601	***	- 0,015	***	0,448
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	0,246	***	- 0,005	***	0,199
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	0,242	***	- 0,006	***	0,211
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	0,213	***	- 0,003	**	0,076
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	0,699	***	- 0,017	***	0,293
Kentang (<i>Potato</i>)	0,119	***	- 0,001		0,010
Kubis (<i>Cabbage</i>)	0,140	***	- 0,001		0,010
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	0,148	**	0,004		0,029
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	0,346	***	- 0,008	***	0,212
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	0,177	***	- 0,004	***	0,215
Terung (<i>Eggplant</i>)	0,411	***	- 0,009	***	0,166
Tomat (<i>Tomato</i>)	0,590	***	- 0,015	***	0,419
Wortel (<i>Carrot</i>)	0,132	***	- 0,003	**	0,128

Tabel 12. Koefisien variasi produksi, luas panen, dan hasil per satuan luas tanaman sayuran (Coefficients of variation for production, harvested area, and yield of vegetable crops)

Tanaman (Crops)	1969-1978	1979-1988	1989-1998	1999-2006	1969-2006
Koefisien variasi produksi (Coefficient of variation of production), %					
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	22,50	35,66	31,40	10,10	75,3
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	41,91	38,47	14,58	27,70	75,4
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	17,61	32,04	17,24	8,53	57,5
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	27,97	72,36	17,72	39,66	81,2
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	17,66	34,02	38,22	25,47	63,2
Kentang (<i>Potato</i>)	38,36	33,26	25,09	8,06	67,3
Kubis (<i>Cabbage</i>)	34,20	40,88	18,85	6,67	62,9
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	36,95	20,94	37,13	77,14	57,2
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	17,53	26,20	20,36	14,51	49,8
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	34,23	32,66	21,87	11,33	66,1
Terung (<i>Eggplant</i>)	13,87	13,53	19,89	12,20	45,2
Tomat (<i>Tomato</i>)	48,86	29,63	30,47	9,53	77,6
Wortel (<i>Carrot</i>)	64,50	49,91	21,67	17,66	85,3
Koefisien variasi areal panen (Coefficient of variation of harvested area), %					
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	36,32	31,81	22,53	11,06	48,4
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	41,39	14,51	12,37	14,20	48,1
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	10,65	13,31	13,65	8,65	31,3
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	22,69	50,47	7,31	47,81	64,7
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	5,68	38,38	44,23	11,93	43,4
Kentang (<i>Potato</i>)	21,11	20,24	19,90	8,72	46,7
Kubis (<i>Cabbage</i>)	30,80	18,94	13,18	6,72	43,7
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	29,00	18,49	28,52	32,18	34,1
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	16,38	34,48	3,35	8,87	32,4
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	32,46	15,72	18,65	10,54	51,2
Terung (<i>Eggplant</i>)	19,42	34,75	9,37	11,64	35,0
Tomat (<i>Tomato</i>)	29,99	37,20	19,71	7,60	47,7
Wortel (<i>Carrot</i>)	49,00	36,92	14,51	11,93	67,4
Koefisien variasi hasil per satuan luas (Coefficient of variation of yield), %					
Buncis (<i>Kidney bean</i>)	21,61	15,63	29,07	12,05	49,2
Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	13,19	27,60	6,49	14,28	36,6
Bawang merah (<i>Shallots</i>)	16,03	21,22	5,73	6,94	32,1
Bawang putih (<i>Garlic</i>)	17,07	28,96	12,06	10,17	27,3
Cabai merah (<i>Hot pepper</i>)	19,22	30,86	41,85	16,20	55,2
Kentang (<i>Potato</i>)	20,02	17,50	7,20	7,43	30,9
Kubis (<i>Cabbage</i>)	11,26	25,36	8,10	4,28	29,5
Lobak (<i>Chinese radish</i>)	18,80	21,34	14,57	56,75	42,9
Mentimun (<i>Cucumber</i>)	14,77	14,58	19,66	6,95	34,9
Petsai (<i>Chinese cabbage</i>)	10,88	18,35	7,09	4,69	22,5
Terung (<i>Eggplant</i>)	9,52	23,97	22,96	4,54	43,7
Tomat (<i>Tomato</i>)	19,87	13,44	31,78	6,85	52,4
Wortel (<i>Carrot</i>)	18,91	13,98	7,95	7,15	32,9

saja. Hal ini membatasi kemungkinan untuk mengetahui dinamika atau perkembangan stabilitas selama periode 1969-2006 serta untuk mengkaji komparabilitas stabilitas antarkomoditas. Pendekatan koefisien variasi pada Tabel 12 tidak saja dimaksudkan untuk mengatasi keterbatasan

tersebut, tetapi juga untuk melengkapi informasi menyangkut variabilitas produksi dan variabilitas areal panen.

Sebagian jenis sayuran (buncis, bawang putih, cabai merah, kubis, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel) menunjukkan koefisien variasi

yang menurun pada periode 1999-2006 dibanding periode-periode sebelumnya. Hal ini memberikan indikasi bahwa hasil per satuan luas beberapa jenis sayuran tersebut cenderung semakin stabil. Sebaliknya, beberapa jenis sayuran lainnya (bawang daun, bawang merah, kentang, dan lobak) memperlihatkan kecenderungan instabilitas hasil per satuan luas yang semakin tinggi. Sementara itu, secara agregat dalam kurun waktu 1969-2006, koefisien variasi hasil per satuan luas terendah ditunjukkan oleh petersai, sedangkan tertinggi diperlihatkan oleh cabai merah.

Kecenderungan ke arah lebih stabil juga diperlihatkan oleh koefisien variasi produksi beberapa jenis sayuran mulai dari periode 1969-1978 sampai ke periode 1999-2006. Namun demikian, besaran koefisien variasi agregat (1969-2006) yang tinggi, relatif terhadap koefisien variasi per sepuluh-tahunan mengindikasikan tingginya ketidak-stabilan produksi sayuran selama periode jangka panjang.

Delapan jenis sayuran (buncis, bawang merah, cabai merah, kentang, kubis, petersai, tomat, dan wortel) menunjukkan koefisien variasi yang menurun pada periode 1999-2006 dibanding periode-periode sebelumnya. Hal ini memberikan indikasi bahwa areal panen beberapa jenis sayuran tersebut cenderung semakin stabil. Sebaliknya, 5 jenis sayuran lainnya (bawang daun, bawang putih, lobak, mentimun, dan terung) memperlihatkan kecenderungan ketidak-stabilan areal panen yang semakin tinggi. Sementara itu, dalam kurun waktu jangka panjang, 1969-2006, koefisien variasi areal panen terendah ditunjukkan oleh bawang merah, sedangkan tertinggi diperlihatkan oleh wortel.

Koefisien variasi areal panen dan hasil per satuan luas pada dasarnya merupakan dekomposisi dari koefisien variasi produksi. Koefisien variasi areal panen bawang daun, bawang putih, kentang, kubis, petersai, dan wortel lebih tinggi dibanding koefisien variasi hasil per satuan luasnya. Upaya peningkatan produksi perlu diawali dengan identifikasi penyebab ketidak-stabilan areal panen, terutama berkaitan dengan profitabilitas komoditas sayuran tersebut. Sebaliknya, koefisien variasi hasil per satuan luas buncis, bawang merah, cabai merah, lobak, mentimun, terung, dan tomat lebih tinggi dibanding koefisien variasi areal panennya. Hal ini mengindikasikan kebutuhan untuk mengidentifikasi penyebab

ketidak-stabilan hasil per satuan luas beberapa jenis sayuran tersebut dari sisi penelitian, penyuluhan, maupun kebijakan.

KESIMPULAN

1. Model kuadratik *trend* jangka panjang 1969-2006 tidak menangkap indikasi adanya pelambatan hasil per satuan luas. Namun demikian, pada analisis kuadratik *trend* per sepuluh-tahunan, indikasi perlambatan hasil per satuan luas ditunjukkan oleh buncis, bawang merah, bawang putih, cabai merah, lobak, dan petersai pada periode tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa analisis jangka pendek dapat secara lebih akurat menggambarkan *trend* hasil per satuan luas dibanding analisis jangka panjang.
2. Pertumbuhan produksi, areal panen, dan hasil per satuan luas per sepuluh-tahunan sangat berfluktuasi, tidak saja besarnya, tetapi juga arahnya. Fokus penelaahan pada periode terakhir (1999-2006), menunjukkan beberapa indikasi peringatan yang perlu mendapat perhatian lebih serius. Selama periode 10 tahun terakhir tersebut, hanya tomat dan wortel yang menunjukkan pertumbuhan produksi positif. Pertumbuhan areal panen positif juga hanya ditunjukkan oleh kubis, wortel, dan tomat. Secara tidak langsung, hal ini memberikan gambaran semakin sulitnya melaksanakan program ekstensifikasi. Sementara itu, pertumbuhan hasil per satuan luas yang positif juga hanya diperlihatkan oleh 5 komoditas dan 2 di antaranya (bawang merah dan kentang) adalah komoditas prioritas Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Secara umum, indikator perkembangan selama 10 tahun terakhir menunjukkan semakin beratnya tantangan ke depan yang harus dihadapi oleh institusi penelitian dan pengembangan tanaman sayuran.
3. Selama periode 1969-2006, tingkat pertumbuhan produksi rerata tahunan terendah diperlihatkan oleh bawang putih (-6,3%), sedangkan tertinggi ditunjukkan oleh wortel (8,5%). Pertumbuhan areal panen terendah ditunjukkan oleh bawang putih (-7,5%), sedangkan tertinggi oleh tomat dan wortel

(6,6%). Sementara itu, pertumbuhan hasil per satuan luas rerata tahunan berkisar antara -2,5% (cabai merah) sampai 6,8% (buncis).

4. Sumber dominan peningkatan produksi bawang merah, cabai merah, kentang, lobak, mentimun, petsai, tomat, dan wortel selama periode 1969-2006 adalah peningkatan areal panen. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan/pertumbuhan produksi sayuran prioritas tersebut cenderung masih lebih didorong oleh adanya insentif kebijakan pemerintah melalui subsidi harga masukan, maupun penyediaan infrastruktur yang menunjang operasionalisasi kebijakan harga tersebut. Sementara itu, peningkatan hasil per satuan luas yang merupakan sumber dominan bagi pertumbuhan produksi buncis, bawang daun, bawang putih, kubis, dan terung menunjukkan bahwa peranan inovasi teknologi dalam memacu pertumbuhan produksi selama periode 1969-2006 baru terlihat dampaknya pada sayuran non-prioritas.
5. Selama periode 1969-2006, variabilitas absolut hasil per satuan luas lobak meningkat, sedangkan mentimun dan petsai menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil per satuan luas lobak secara absolut kurang stabil, sedangkan mentimun dan petsai lebih stabil. Dalam jangka panjang, stabilitas relatif hasil per satuan luas buncis, bawang daun, bawang merah, bawang putih, cabai merah, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel terhadap *trend* pertumbuhannya dapat dikategorikan lebih stabil.
6. Berdasarkan besaran koefisien variasi per sepuluh-tahunan, buncis, bawang putih, cabai merah, kubis, mentimun, petsai, terung, tomat, dan wortel menunjukkan hasil per satuan luas yang cenderung semakin stabil. Sebaliknya, bawang daun, bawang merah, kentang, dan lobak memperlihatkan kecenderungan ketidak-stabilan hasil per satuan luas yang semakin tinggi. Sementara itu, secara agregat dalam kurun waktu 1969-2006, koefisien variasi hasil per satuan luas terendah ditunjukkan oleh petsai, sedangkan tertinggi diperlihatkan oleh cabai merah.

SARAN

1. Berdasarkan kontribusinya terhadap variasi produksi, upaya peningkatan produksi bawang daun, bawang putih, kentang, kubis, petsai, dan wortel perlu diawali dengan identifikasi penyebab ketidak-stabilan areal panen, terutama berkaitan dengan profitabilitas komoditas sayuran tersebut. Sementara itu, upaya peningkatan produksi buncis, bawang merah, cabai merah, lobak, mentimun, terung, dan tomat perlu ditempuh melalui identifikasi penyebab ketidak-stabilan hasil per satuan luas dari sisi penelitian, penyuluhan, maupun kebijakan.
2. Merespons indikasi perlambatan hasil per satuan luas untuk beberapa jenis sayuran, kegiatan penelitian pemuliaan berorientasi peningkatan daya hasil masih perlu mendapat prioritas. Namun demikian, hampir tidak adanya varietas sayuran hasil penelitian yang berkembang di tingkat petani sampai saat ini, perlu dipertimbangkan sebagai umpan balik untuk mengkaji ulang pengertian keberhasilan program. Jumlah atau kuantitas varietas yang dilepas tidak cukup untuk menjawab permasalahan di lapangan, jika tidak disertai dengan dampak adopsinya di tingkat petani. Orientasi penelitian pemuliaan yang memberi penekanan ketahanan terhadap hama penyakit serta cekaman lingkungan juga perlu mendapat perhatian lebih besar berkaitan dengan potensinya untuk mengurangi variabilitas hasil per satuan luas.

PUSTAKA

1. Calderini, D.F. and G.A. Slafer. 1998. Changes in Yield and Yield Stability in Wheat During the 20th Century. *Field Crops Res.* 57(3):335-347.
2. Cassman, K. G. 1999. Ecological Intensification of Cereal Production Systems: Yield Potential, Soil Quality, and Precision Agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96: 5952-5959.
3. Cornish, P.S., P. Ridge, G. Hammer, D. Butler, J. Moll, and I. Macrow. 2007. Wheat Yield Trends in the Northern Grains Region. *J. Royal Soc. Western Aust.* 98:67-71.
4. Costa, M. H. and J. A. Foley. 2000. Combined Effects of Deforestation and Doubled Atmospheric CO₂ Concentrations on the Climate of Amazonia. *J. Climate* 13:18-34.

5. Cuddy, J.A. and P.A. Della Valle. 1978. Measuring Instability of Time Series Data. *Oxford Bull. Econ. and Stat.* 40:79-85.
6. Direktorat Jenderal Hortikultura. 2007. *Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Buah, Sayuran, Tanaman Hias dan Biofarmaka Tahun 2006*. Direktorat Jenderal Hortikultura, Departemen Pertanian. 124 Hlm.
7. Duvick, D. N. and K. G. Cassman. 1999. Post-green Revolution Trends in Yield Potential of Temperate Maize in the North-Central United States. *Crop Sci.* 39:1622-1630.
8. Evans, L.T. 1997. Adapting and Improving Crops: The Endless Task. *Philosophical Transactions of the Royal Society London: Biol. Sci.* 352(1536):901-906.
9. Hafner, S. 2003. Trends in Maize, Rice, and Wheat Yields for 188 Nations Over the Past 40 Years: A Prevalence of Linear Growth. *Agric. Ecosys. and Environ.* 97(1):275-283.
10. Hamblin, A. and G. Kyneur. 1993. Trends in Wheat Yield and Soil Fertility in Australia. *J. Royal Soc. Western Aust.* 71:77-81
11. Henderson-Sellers, A., R. E. Dickinson, T. B. Durbridge, P. J. Kennedy, K. McGuffie, and A. J. Pitman, 1993: Tropical Deforestation: Modeling Local to Regional-Scale Climate Change. *J. Geophys. Res.* 98(D4):7289-7315.
12. Kendall, H. and D. Pimentel. 1994. Constraints on the Expansion of the Global Food Supply. *Ambio.* 23(3): 198-205.
13. Krause, J. 2007. Agricultural Yield Expectations Under Climate Change – A Bayesian Approach. *101st Seminar of the European Association of Agricultural Economics*, Berlin, Germany. 18 p.
14. Luttrell, C.B and R.A. Gilbert. 1976. Crop Yields: Random, Cyclical, or Bunchy. *Amer. J. Agric. Econ.* 58(3):521-531.
15. Reilly, J., F. Tubiello, B. McCarl, D. Abler, R. Darwin, K. Fuglie, S. Hollinger, C. Izaurralde, S. Jagtap, J. Jones, L. Mearns, D. Ojima, E. Paul, K. Paustian, S. Riha, N. Rosenberg, and C. Rosenzweig. 2003. U.S. Agriculture and Climate Change: New Results. *Climatic Change.* 57(1-2):43-67.
16. Sumarno. 2005. Indonesia Tak Lagi Kaya Sumberdaya Pertanian. *Kompas*, 21 September 2005.
17. United Nations. 2003. World Population Prospects: The 2002 Revision. United Nation Population Division. [Available online at <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm>. [14 Juni 2008]
18. Webster, J. P. G. and N. T. Williams. 1988. Changes in Cereal Production and Yield Variability on Farms in South East England. *J. Agr. Econ.* 39(3):324-336.