

**PENDUGAAN PRODUKTIVITAS CABAI RAWIT DI KABUPATEN MAGELANG
DENGAN MEREDUKSI FREKUENSI AMATAN PANEN
MELALUI PENDEKATAN SIMULASI**

***Estimation of Cayenne Pepper Productivity In Magelang Regency by Reducing The
Frequency of Harvest Observation Through Simulation Approach***

Yohanes Purnama¹, Farit M. Afendi², Agus M. Soleh³

^{1,2,3}Departemen Statistika, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat - Indonesia
Telp. (0251) 8625481, Fax. (0251) 8625708
E-mail: hansjomario@gmail.com

(Makalah diterima 16 April 2019 – Disetujui 06 Desember 2019)

ABSTRAK

Salah satu kebijakan strategis dalam pengembangan hortikultura di Indonesia adalah pengembangan sistem informasi manajemen hortikultura. Hal yang menjadi perhatian utama dari kebijakan ini adalah upaya untuk memperoleh data yang akurat dalam waktu singkat melalui peningkatan metode pengumpulan dan pemrosesan data, peningkatan data dan informasi, dan sinkronisasi statistik hortikultura. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data cabai adalah mengukur produksi setiap panen. Hal demikian tentu sangat menguras tenaga, dana dan waktu yang tidak sedikit. Di samping itu, kendala lain yang dihadapi adalah letak plot contoh yang cukup sulit dijangkau. Berdasarkan kondisi ini, ada kebutuhan untuk menyederhanakan teknik pengumpulan data dengan mengurangi frekuensi pengamatan panen. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan simulasi. Data primer merupakan hasil survei produksi cabai rawit oleh Dirjen Hortikultura pada beberapa plot contoh di Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah tahun 2018. Data simulasi diperoleh dengan membangkitkan nilai produktivitas berdasarkan parameter-parameter dari data primer. Estimasi produktivitas melibatkan beberapa faktor seperti ukuran contoh (15, 45 dan 90), frekuensi amatan panen (1, 2 atau 3 kali) dan metode penarikan contoh (penarikan contoh acak sederhana dan penarikan contoh acak berlapis). Evaluasi hasil estimasi diukur dengan nilai varian dan nilai bias yang dihasilkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendugaan produktivitas menggunakan dua titik dengan metode stratified random sampling dan ukuran sampel 90 petani menghasilkan varietas dan bias terkecil. Titik panen terbaik adalah dua titik di tengah panen.

Kata kunci: produktivitas, metode penarikan contoh acak berlapis, simulasi

ABSTRACT

One of the strategic policies for developing horticulture in Indonesia is the development of a horticulture management information system. The main concern of the policy is to obtain accurate data in a short period through improving methods of collecting and processing data, increasing data and information, and synchronizing horticultural statistics. The method used to collecting chili data was measuring production in each harvest. This was very draining time, energy and funds that are not small. In addition, another obstacle faced is the location of sample plots that are quite difficult to reach. Based on these conditions, there was a need to simplify the technique of data collection by reducing the frequency of harvest observations. The data used in this study were primary and simulation data. Primary data is the result of a survey of cayenne pepper production by the General Director of Horticulture on several sample plots in Magelang District, Central Java Province in 2018. Simulation data were obtained by generating productivity values based on parameters from primary data. The variable generated was the productivity of each farmer per harvest. Estimation of productivity involves several factors such as sample sizes (15, 45 and 90), frequency of harvest observations (1, 2 or 3 times) and sampling methods (simple random sampling and stratified random sampling). Evaluation of the estimation results is measured by the variety and bias values. The results of the analysis show that the estimation of productivity using two points with stratified random sampling method and sample size of 90 farmers produce the smallest variety and bias. The best harvesting point were two points in the middle of the harvest.

Key words: productivity, stratified random sampling method, simulation

PENDAHULUAN

Hortikultura merupakan salah satu sektor strategis dalam bidang pertanian. Subsektor hortikultura memiliki kontribusi terhadap penyediaan produk pangan, budaya dan pariwisata, kesehatan dan kosmetika, perdagangan, penyerapan tenaga kerja serta penciptaan PDB (BPS dan Deptan, 2008). Salah satu kebijakan pengembangan hortikultura di Indonesia adalah pengembangan sistem informasi manajemen hortikultura. Hal yang menjadi perhatian utama dari kebijakan tersebut adalah untuk memperoleh data yang akurat dan mutakhir dalam waktu yang singkat melalui penyempurnaan metode pengumpulan serta pengolahan data dan informasi, peningkatan data dan informasi, dan sinkronisasi data statistik hortikultura (Zulkarnain, 2009). Data dan informasi tersebut nantinya diperlukan baik dalam proses pengambilan kebijakan, menyampaikan informasi, maupun dalam mengevaluasi kinerja.

Pada proses pengumpulan data hortikultura di lapangan, petugas seringkali mengalami kendala terutama untuk komoditas yang melakukan panen berulang seperti cabai. Cabai bisa dipanen 15-17 kali dalam satu periode tanam jika musim dan cara perawatannya baik. Namun umumnya hanya 10-12 kali (BPS, 2011). Metode yang digunakan untuk pengumpulan data cabai adalah melakukan pengukuran produksi yang dilakukan oleh petugas setiap kali panen. Para petugas di lapangan diharuskan untuk melakukan pengukuran secara berkala selama periode panen. Hal demikian tentu sangat menguras tenaga, dana dan waktu yang tidak sedikit. Di samping itu, kendala lain yang dihadapi adalah letak plot contoh yang cukup sulit dijangkau (Deptan, 2012).

Berangkat dari kondisi itu, muncul gagasan untuk menyederhanakan teknik pengumpulan data di lapangan dengan mengurangi frekuensi amatan panen. Evaluasi pengurangan frekuensi amatan panen dilakukan dengan pendekatan simulasi. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah mengevaluasi pengurangan frekuensi amatan panen dalam pendugaan produktivitas secara keseluruhan.

MATERI DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan simulasi. Data primer merupakan hasil survei produksi cabai rawit oleh Dirjen Hortikultura pada beberapa plot contoh di Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah tahun 2018. Data simulasi diperoleh dengan membangkitkan nilai produktivitas berdasarkan parameter-parameter dari data primer. Peubah yang dibangkitkan adalah produktivitas setiap petani per panen.

Data produktivitas petani dibangkitkan dengan model B-Spline Linier. B-spline merupakan model polinomial tersegmen pada suatu titik fokus yang disebut knot. Hal tersebut memberikan sifat fleksibilitas yang baik (Lyche and Morken). Menurut Budiantara *et al.* (dalam Sugiarti, 2012), bentuk umum regresi nonparametrik B-spline berorde m dengan k knot u_1, u_2, \dots, u_k dinyatakan sebagai

$$y_i = \sum_{j=1}^{m+k} \beta_j B_{j-m,m}(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

β_j adalah parameter model, $B_{j-m,m}$ adalah basis B-Spline ke- j berorde m , dengan $m=2, 3, 4$ dan x_i adalah variabel independent ke- i , ε_i adalah sisaan ke- i . Fungsi B-Spline secara rekursif didefinisikan sebagai:

$$B_{j,m}(x) = \frac{x - k_j}{k_{j+m-1} - k_j} B_{j,m-1}(x) + \frac{k_{j+m} - x}{k_{j+m} - k_{j+1}} B_{j+1,m-1}(x)$$

dengan

$$B_{j,1}(x) = \begin{cases} 1 & , & x \in [k_j, k_{j+1}] \\ 0 & , & \text{untuk } x \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

Dalam membangun fungsi B-Spline berorde m , diperlukan tambahan knot sebanyak $2m$. Koefisien β_j dapat diduga dengan metode kuadrat terkecil yaitu:

$$e^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Sehingga diperoleh:

$$\hat{\beta} = [B(x)'B(x)]^{-1}[B(x)'y]$$

dengan $B(x)$ adalah matriks berukuran $n \times (m+k)$

$$B(x) = \begin{pmatrix} B_{1-m,m}(x_1) & B_{2-m,m}(x_1) & \dots & B_{k,m}(x_1) \\ B_{1-m,m}(x_2) & B_{2-m,m}(x_2) & \dots & B_{k,m}(x_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{1-m,m}(x_n) & B_{2-m,m}(x_n) & \dots & B_{k,m}(x_n) \end{pmatrix}$$

Selain itu, parameter lain seperti ragam produktivitas, proporsi banyak petani contoh dalam kelompok terhadap total petani dan frekuensi panen setiap kelompok juga digunakan dalam pembangkitan data produktivitas. Langkah-langkah simulasinya yaitu:

1. Menentukan frekuensi panen pada masing-masing kelompok. Frekuensi panen untuk masing-masing kelompok adalah 17 kali.
2. Menentukan banyak petani contoh pada masing-masing kelompok. Jumlah petani yang dibangkitkan sebanyak 1000 petani. Banyak petani pada masing-masing kelompok ditentukan berdasarkan proporsi banyak petani dalam kelompok terhadap total petani. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

(Yohanes Purnama, Farit M. Afendi, Agus M. Soleh)

Tabel 1. Banyak petani contoh pada masing-masing kelompok

Kelompok	Banyak petani
1	$\frac{3}{15} \times 1000 = 200$
2	$\frac{3}{15} \times 1000 = 200$
3	$\frac{2}{15} \times 1000 = 130$
4	$\frac{1}{15} \times 1000 = 70$
5	$\frac{2}{15} \times 1000 = 130$
6	$\frac{1}{15} \times 1000 = 70$
7	$\frac{1}{15} \times 1000 = 70$
8	$\frac{2}{15} \times 1000 = 130$

3. Membangkitkan data produktivitas populasi. Data produktivitas populasi dibangkitkan berdasarkan model yang ada yaitu sebanyak 8 model. ymerupakan nilai dugaan produktivitas, X merupakan peubah penjelas yakni panen ke dan ϵ adalah sisaan. Selanjutnya, nilai produktivitas hasil bangkitan dari 8 model tersebut dijumlahkan dengan galatnya. $\epsilon \sim N(0,0.0727)$. Nilai simpangan baku diperoleh dari rata-rata simpangan baku kelompok contoh. Beberapa model yang digunakan untuk membangkitkan nilai produktivitas adalah sebagai berikut:

a. $\hat{y} = 0.028B_{-1,2}(x) + 0.185B_{0,2}(x) + 0.0692B_{1,2}(x) + 0.112B_{2,2}(x) + 0.1004B_{3,2}(x)$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{7.99-x}{7.99-1}, & 1 \leq x \leq 7.99 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{7.99-1}, & 1 \leq x \leq 7.99 \\ \frac{11.4712-x}{11.4712-7.99}, & 7.99 < x \leq 11.4712 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-7.99}{11.4712-7.99}, & 7.99 \leq x \leq 11.4712 \\ \frac{12.1056-x}{12.1056-11.4712}, & 11.4712 < x \leq 12.1056 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-11.4712}{12.1056-11.4712}, & 11.4712 \leq x \leq 12.1056 \\ \frac{17-x}{17-12.1056}, & 12.1056 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{3,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-12.1056}{17-12.1056}, & 12.1056 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

b. Model pola produktivitas kelompok 2

$$\hat{y} = 0.0044 B_{-1,2}(x) + 0.0329 B_{0,2}(x) + 0.0519 B_{1,2}(x) + 0.0263 B_{2,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{3.6354-x}{3.6354-1}, & 1 \leq x \leq 3.6354 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{3.6354-1}, & 1 \leq x \leq 3.6354 \\ \frac{9.6706-x}{9.6706-3.6354}, & 3.6354 < x \leq 9.6706 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-3.6354}{9.6706-3.6354}, & 3.6354 \leq x \leq 9.6706 \\ \frac{17-x}{17-9.6706}, & 9.6706 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-9.6706}{17-9.6706}, & 9.6706 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

c. Model pola produktivitas kelompok 3

$$\hat{y} = 0.004 B_{-1,2}(x) + 0.376 B_{0,2}(x) + 0.4679 B_{1,2}(x) + 0.2163 B_{2,2}(x) + 0.2712 B_{3,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{8.3115-x}{8.3115-1}, & 1 \leq x \leq 8.3115 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{8.3115-1}, & 1 \leq x \leq 8.3115 \\ \frac{14.9135-x}{14.9135-8.3115}, & 8.3115 < x \leq 14.9135 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-8.3115}{14.9135-8.3115}, & 8.3115 \leq x \leq 14.9135 \\ \frac{15.486-x}{15.486-14.9135}, & 14.9135 < x \leq 15.486 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-14.9135}{15.486-14.9135}, & 14.9135 \leq x \leq 15.486 \\ \frac{17-x}{17-15.486}, & 15.486 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{3,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-15.486}{17-15.486}, & 15.486 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

d. Model pola produktivitas kelompok 4

$$\hat{y} = 0.098 B_{-1,2}(x) + 0.2653 B_{0,2}(x) + 0.0579 B_{1,2}(x) - 0.043 B_{2,2}(x) + 0.081 B_{3,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{5.1144-x}{5.1144-1}, & 1 \leq x \leq 5.1144 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-5.1144}{7-5.1144}, & 5.1144 \leq x \leq 7 \\ \frac{13.298-x}{13.298-7}, & 7 < x \leq 13.298 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-7}{13.298-7}, & 7 \leq x \leq 13.298 \\ \frac{17-x}{17-13.298}, & 13.298 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-13.298}{17-13.298}, & 13.298 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

e. Model pola produktivitas kelompok 5

$$\hat{y} = 0.0304 B_{-1,2}(x) + 0.1196 B_{0,2}(x) + 0.0266 B_{1,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{6.844-x}{6.844-1}, & 1 \leq x \leq 6.844 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{6.844-1}, & 1 \leq x \leq 6.844 \\ \frac{17-x}{17-6.844}, & 6.844 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-6.844}{17-6.844}, & 6.844 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

f. Model pola produktivitas kelompok 6

$$\hat{y} = 0.1042 B_{-1,2}(x) + 0.0534 B_{0,2}(x) - 0.0581 B_{1,2}(x) + 0.0618 B_{2,2}(x) + 0.1657 B_{3,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{6-x}{6-1}, & 1 \leq x \leq 6 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{6-1}, & 1 \leq x \leq 6 \\ \frac{10.99-x}{10.99-6}, & 6 < x \leq 10.99 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-6}{10.99-6}, & 6 \leq x \leq 10.99 \\ \frac{12.278-x}{12.278-10.99}, & 10.99 < x \leq 12.278 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-10.99}{12.278-10.99}, & 10.99 \leq x \leq 12.278 \\ \frac{17-x}{17-12.278}, & 12.278 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{3,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-12.278}{17-12.278}, & 12.278 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

g. Model pola produktivitas kelompok 7

$$\hat{y} = 0.074 B_{-1,2}(x) + 0.2029 B_{0,2}(x) + 0.0387 B_{1,2}(x) + 0.3034 B_{2,2}(x) + 0.1374 B_{3,2}(x) + 0.0758 B_{4,2}(x) + 0.1294 B_{5,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{4.4091-x}{4.4091-1}, & 1 \leq x \leq 4.4091 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{4.4091-1}, & 1 \leq x \leq 4.4091 \\ \frac{6.454-x}{6.454-4.4091}, & 4.4091 < x \leq 6.454 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-4.4091}{6.454-4.4091}, & 4.4091 \leq x \leq 6.454 \\ \frac{8.11-x}{8.11-6.454}, & 6.454 < x \leq 8.11 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-6.454}{8.11-6.454}, & 6.454 \leq x \leq 8.11 \\ \frac{10-x}{10-8.11}, & 8.11 < x \leq 10 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{3,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-8.11}{10-8.11}, & 8.11 \leq x \leq 10 \\ \frac{12.278-x}{12.278-10}, & 10 < x \leq 12.278 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{4,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{12.278-10}, & 10 \leq x \leq 12.278 \\ \frac{17-x}{17-12.278}, & 12.278 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{5,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-12.278}{17-12.278}, & 12.278 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

h. Model pola produktivitas kelompok 8

$$\hat{y} = 0.032B_{-1,2}(x) + 0.235B_{0,2}(x) + 0.1634B_{1,2}(x) + 0.0133B_{2,2}(x)$$

$$B_{-1,2}(x) = \begin{cases} \frac{7.982-x}{7.982-1}, & 1 \leq x \leq 7.982 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{0,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-1}{7.982-1}, & 1 \leq x \leq 7.982 \\ \frac{9.548-x}{8.548-7.982}, & 7.982 < x \leq 8.548 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{1,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-7.982}{8.548-7.982}, & 7.982 \leq x \leq 8.548 \\ \frac{17-x}{17-8.548}, & 8.548 < x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

$$B_{2,2}(x) = \begin{cases} \frac{x-8.548}{17-8.548}, & 8.548 \leq x \leq 17 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

4. Menghitung produktivitas total seluruh petani. Formula yang digunakan untuk menghitung produktivitas total seluruh petani adalah sebagai berikut:

$$Y = \sum_{j=1}^8 \sum_{i=1}^{l_j} \sum_{k=1}^{17} y_{ijk}$$

dengan:

Y = Produktivitas total seluruh petani.

y_{ijk} = Nilai produktivitas petani ke- i pada kelompok ke- j dan panen ke- k .

l_j = Jumlah petani pada setiap kelompok ($l_1=200, l_2=200, l_3=130, l_4=70, l_5=130, l_6=70, l_7=70, l_8=130$).

5. Pengambilan petani contoh (c) dengan skenario ukuran contoh yaitu 15, 45 dan 90. Pengambilan petani contoh dilakukan pada 2 kondisi yaitu:

a. Pengambilan contoh acak sederhana (PCAS) dari populasi.

b. Pengambilan contoh acak berlapis (PCAB) dari populasi. Banyak petani contoh yang diambil secara acak dari masing-masing kelompok ditentukan berdasarkan proporsi jumlah petani contoh dalam kelompok terhadap total petani. Banyak petani contoh untuk masing-masing kelompok dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$n_j = \frac{l_j}{N} \times c$$

dengan:

n_j = Banyak petani contoh yang terambil pada masing-masingkelompok

l_j = Jumlah petani pada setiap kelompok

c = Skenario ukuran contoh (15, 45 dan 90)

N = Total petani (1000)

6. Pengambilan titik
Pendugaan produktivitas dilakukan dengan 3 skenario yaitu pengukuransatu, dua atau tiga kali panen. Penentuan waktunya melibatkan 3 titik sepanjang periode panen yaitu awal panen, pertengahan panen dan akhir panen. Kombinasi pengambilan titiknya disajikan pada tabel 2.

7. Melakukan pendugaan produktivitas.

a. Menghitung rata-rata produktivitas populasi

$$\bar{P} = \frac{Y}{1000}$$

b. Menghitung rata-rata produktivitas petani tiap panen

$$\bar{p}_k = \frac{\sum_{i=1}^N y_{ik}}{N}, k = 1, 2, \dots, 17$$

Tabel 2. Kombinasi pengambilan titik

Banyak titik	Awal panen	Tengah panen	Akhir panen	Kode	
1	1			A100	
		1		A010	
			1	A001	
2	1	1		A110	
		1	1	A011	
	1		1	A101	
		2		A200	
	2		2		A020
				2	A002

Tabel 2. Kombinasi pengambilan titik

Banyak titik	Awal panen	Tengah panen	Akhir panen	Kode
3	1	1	1	A111
	1	2		A120
		1	2	A012
	1		2	A102
	2	1		A210
		2	1	A021
	2		1	A201
	3			A300
			3	A030
				3

c. Menghitung besaran bobot untuk masing-masing titik panen

$$b_k = \frac{\bar{P}}{\bar{p}_k}$$

d. Pendugaan dengan metode PCAS

$$\hat{D}_F = \frac{\sum_{f=1}^F c_{kF} \times b_{kF}}{F}, F = 1, 2, 3$$

$$\bar{r}_F = \frac{\sum_{i=1}^c \hat{D}_{Fi}}{c} \text{ (Scheaffer et al., 2012)}$$

e. Pendugaan dengan metode PCAB

$$\hat{B}_F = \frac{\sum_{f=1}^F c_{kF} \times b_{kF}}{F}, F = 1, 2, 3$$

$$\bar{y}_{jF} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \hat{B}_{Fi}}{n_{jF}}$$

$$\bar{t}_F = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^8 l_j \bar{y}_{jF} \text{ (Scheaffer et al., 2012)}$$

8. Pengulangan pengambilan contoh.

Langkah 5, 6 dan 7 diulangi sebanyak 100 kali. Selanjutnya, menghitung rata-rata hasil pendugaan produktivitas pada setiap ulangan untuk mengukur bias dan ragam dugaanya. Pengukuran bias dan ragam dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi. Formula untuk menghitung rata-rata, ragam dan bias sebagai berikut:

a. Menghitung rata-rata dari pengulangan PCAS pada masing-masing titik

$$\bar{R}_F = \frac{\sum_{u=1}^U \bar{r}_{uF}}{U}, F = 1, 2, 3$$

b. Menghitung rata-rata dari pengulangan PCAB pada masing-masing titik

$$\bar{T}_F = \frac{\sum_{u=1}^U \bar{t}_{uF}}{U}, F = 1, 2, 3$$

c. Menghitung bias pada PCAS

$$Z_F = \bar{R}_F - \bar{P}$$

d. Menghitung bias pada PCAB

$$Q_F = \bar{T}_F - \bar{P}$$

e. Menghitung ragam pada PCAS

$$S_r^2 = \frac{\sum_{u=1}^U (\bar{r}_u - \bar{R})^2}{U-1}$$

f. Menghitung ragam pada PCAB

$$S_t^2 = \frac{\sum_{u=1}^U (\bar{t}_u - \bar{T})^2}{U-1}$$

Keterangan:

- \bar{P} = Rata-rata produktivitas populasi.
- \hat{D}_F = Pendugaan dengan metode PCAS.
- \hat{B}_F = Pendugaan dengan metode PCAB.
- \bar{r}_F = Rata-rata produktivitas pada setiap ulangan PCAS.
- \bar{t}_F = Rata-rata produktivitas pada setiap ulangan PCAB.
- \bar{R}_F = Rata-rata umum produktivitas hasil pengulangan PCAS.
- \bar{T}_F = Rata-rata umum produktivitas hasil pengulangan PCAB.
- c = Skenario ukuran contoh (15, 45 dan 90).
- U = Banyak ulangan pengambilan contoh (100 kali).
- F = Banyak amatan panen (1, 2 atau kali).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Data

Eksplorasi dilakukan berdasarkan pola produktivitas masing-masing plot contoh. Secara umum, plot contoh yang diamati di Kabupaten Magelang melakukan panen sebanyak 17 kali. Jenis cabai yang ditanam petani adalah Cabai Rawit. Range produktivitas berkisar antara 0.54-5.2 ton/ha dengan rata-rata 2.185 ton/ha dan luas panen berkisar antara 0.1-0.2 ha.

Pendugaan Produktivitas Berdasarkan Metode Penarikan Contoh (MPC)

Hasil dugaan produktivitas dengan metode PCAS dan PCAB menunjukkan bahwa metode PCAB lebih baik

(Yohanes Purnama, Farit M. Afendi, Agus M. Soleh)

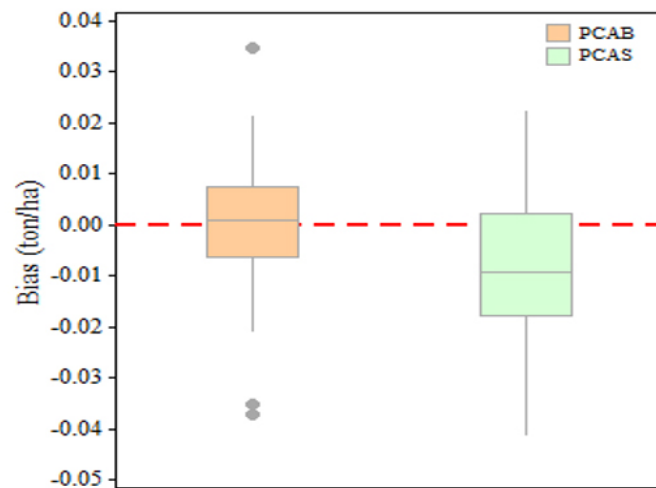
dibandingkan metode PCAS. Hal ini tergambar jelas dari boxplot bias yang dihasilkan. Nilai tengah bias yang dihasilkan oleh metode PCAB berada di sekitar nilai nol sedangkan nilai tengah bias yang dihasilkan oleh metode PCAS masih cukup jauh dari nilai nol yaitu sekitar -0.0094 ton/ha. Artinya bahwa, pendugaan dengan metode PCAS masih berbias ke bawah dari nilai parameter sebenarnya dengan selisih sekitar 9 Kg/ha lebih kecil dari nilai sebenarnya.

Namun demikian, ada beberapa nilai dugaan dari metode PCAB yang masih beririsan dengan metode PCAS. Kondisi demikian tentu wajar karena pada proses pendugaan juga melibatkan dua faktor lainnya yaitu frekuensi amatan panen dan banyak ukuran contoh yang diambil. Secara umum, pendugaan dengan metode PCAB lebih baik daripada metode PCAS disebabkan karena pola produktivitas yang membentuk delapan

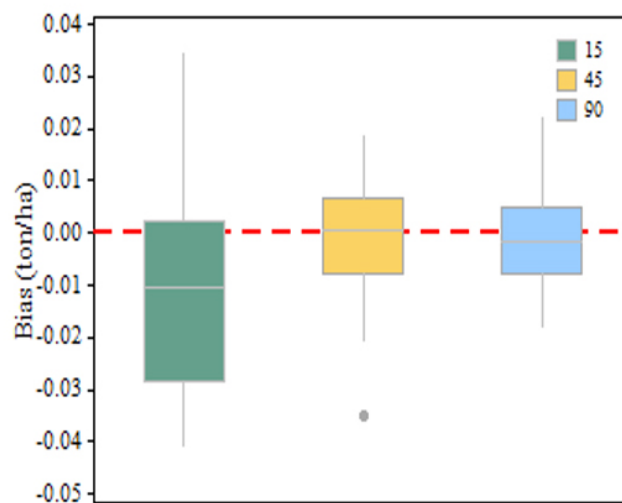
kelompok yang berbeda. Jadi, pendugaan dengan proses pengacakan yang melibatkan keterwakilan contoh dari masing-masing kelompok memberi kontribusi yang baik terhadap nilai ragam dugaan dan bias yang kecil.

Pendugaan Produktivitas Berdasarkan Ukuran Contoh

Nilai dugaan yang dihasilkan dari ketiga ukuran contoh memperlihatkan tren menurun baik pada ragam maupun bias seiring dengan bertambahnya ukuran contoh yang terambil. Pada ukuran contoh 15, nilai tengah bias sebesar -0.0116 ton/ha dengan ragam 0.0004 ton/ha. Nilai tengah bias untuk ukuran contoh 45 sebesar -0.0011 ton/ha dengan ragam 0.0001 ton/ha. Nilai tengah bias pada ukuran contoh 90 lebih kecil daripada ukuran contoh 15 dan 45 yaitu sebesar -0.001 ton/ha. Hal yang



Gambar 1. Boxplot bias berdasarkan MPC



Gambar 2. Boxplot bias berdasarkan ukuran contoh

menarik bahwa, penurunan nilai bias pada ukuran contoh 15 ke 45 cukup besar. Namun, nilai tengah bias pada ukuran contoh 45 dan 90 hampir sama.

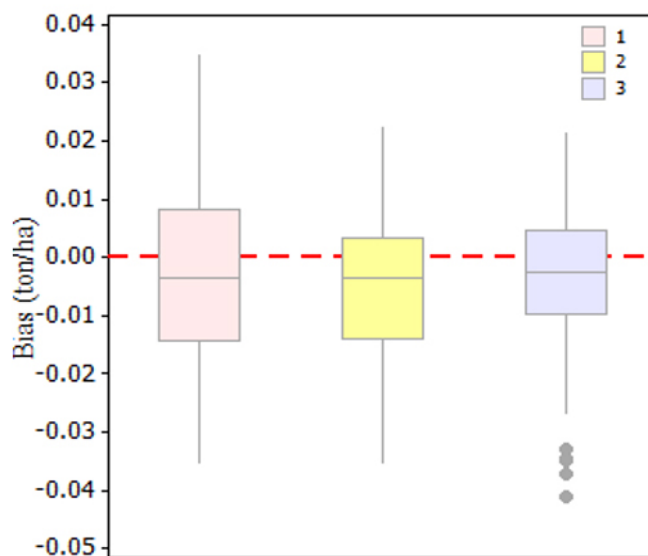
Pendugaan Produktivitas Berdasarkan Banyak Amatan Panen yang Diukur

Pendugaan produktivitas dilihat dari frekuensi amatan panen yang diukur kurang lebih mengkonfirmasi bahwa dugaan dengan melibatkan dua atau tiga titik lebih baik daripada hanya melibatkan satu saja. Nilai ragam dugaan dan bias semakin menurun ketika banyak amatan panen yang diukur semakin bertambah. Nilai ragam dugaan terbesar pada pengukuran satu kali panen, sedangkan ragam dugaan pada pengukuran dua dan tiga kali panen sama. Hal ini memberikan gambaran bahwa pendugaan dengan melibatkan dua atau titik panen memberikan hasil yang hampir sama baiknya.

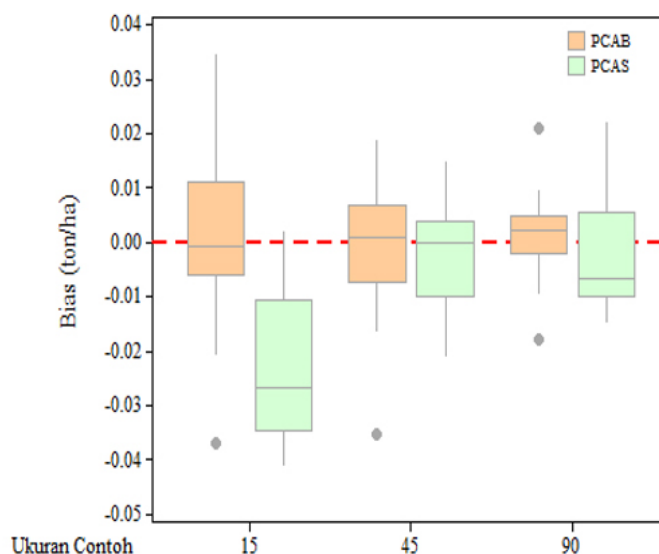
Pendugaan Produktivitas dengan Kombinasi MPC dan Ukuran Contoh

Gambar4 menunjukkan bahwa bertambahnya ukuran contoh memberikan efek terhadap penurunan nilai bias dan ragam dugaan. Kondisi ini terjadi baik pada metode PCAS maupun PCAB. Pendugaan dengan metode PCAS pada ukuran contoh 15 petani menghasilkan ragam yang cukup besar dan nilai bias yang sangat jauh berbeda dari ukuran contoh lainnya. Range nilai bias sekitar -0.041-0.002 ton/ha dengan nilai tengah -0.024 ton/ha. Hal ini berarti bahwa pendugaan dengan metode PCAS untuk ukuran contoh 15 petani berbias sekitar 24 Kg/ha lebih kecil dari parameter sebenarnya.

Nilai bias dan ragam dugaan pada metode PCAS membaik untuk ukuran contoh 45 dan 90 petani meskipun belum turun secara konsisten. Berbeda halnya dengan pendugaan menggunakan metode PCAB. Nilai tengah



Gambar 3. Boxplot bias berdasarkan banyak amatan panen yang diukur



Gambar 4. Boxplot bias berdasarkan MPC dan ukuran contoh

(Yohanes Purnama, Farit M. Afendi, Agus M. Soleh)

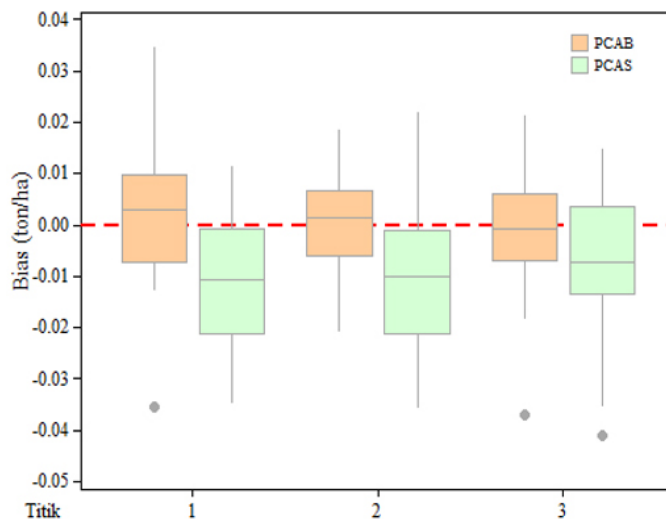
bias yang dihasilkan terlihat secara konsisten berada di sekitaran nilai nol. Hal ini kurang lebih bermakna bahwa pendugaan dengan metode PCAB menghasilkan nilai-nilai duga yang hampir sama dengan parameter yang sebenarnya. Besaran nilai ragam dugaannya juga terlihat semakin mengecil seiring bertambahnya ukuran contoh.

Pendugaan Produktivitas dengan Kombinasi MPC dan Banyak Amatan Panen

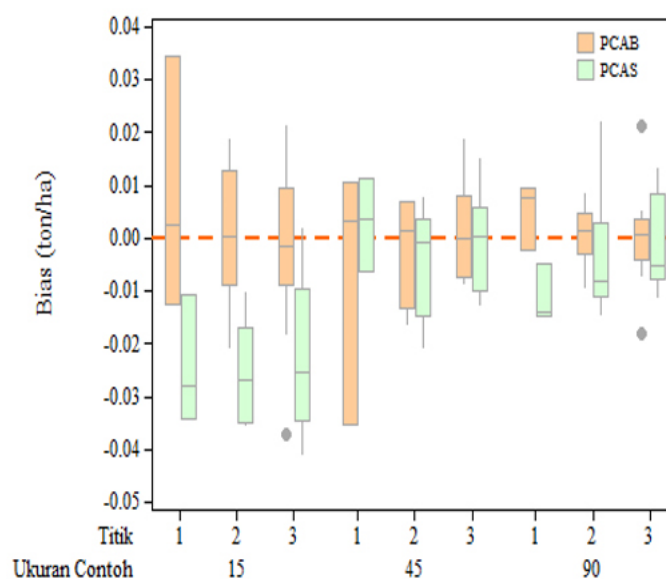
Nilai ragam duga yang diperoleh dengan metode PCAS dan PCAB berdasarkan banyak titik panen yang diukur mengindikasikan adanya penurunan yang konsisten. Semakin banyak amatan panen yang diukur maka semakin kecil pula nilai ragam dugaannya. Ragam duga yang dihasilkan dengan metode PCAB lebih kecil daripada metode PCAS pada semua titik panen yang diamati. Ragam duga terkecil pada pengukuran dua kali yaitu sebesar 0.0001 ton/ha dengan nilai tengah sebesar -0.0001 ton/ha.

Pendugaan Produktivitas dengan Kombinasi MPC, Banyak Amatan Panen dan Ukuran Contoh

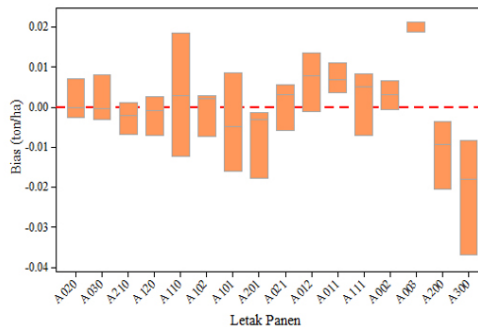
Secara umum keragaman yang dihasilkan pendugaan dengan kombinasi MPC, banyak amatan panen dan ukuran contoh menunjukkan bahwa metode PCAB lebih unggul daripada metode PCAS. Nilai tengah bias terbesar hasil pendugaan dengan metode PCAS pada ukuran contoh 15 petani untuk semua titik panen yang diamati. Performa nilai bias pada metode PCAS cukup membaik ketika ukuran contohnya bertambah. Namun demikian, keragaman yang dihasilkan dari metode PCAS pada ukuran contoh 45 cukup bersaing dengan keragaman yang dihasilkan oleh metode PCAB. Bisa dilihat bahwa hasil pendugaan menggunakan metode PCAS pada ukuran contoh 45 dengan banyak amatan panen satu kali, justru lebih baik daripada metode PCAB. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ragam yang lebih kecil.



Gambar 5. Boxplot bias berdasarkan MPC dan banyak amatan panen



Gambar 6. Boxplot bias berdasarkan MPC, banyak amatan panen dan ukuran contoh



Gambar 7.Boxplot bias berdasarkan letak titik panen yang diukur

Sementara jika menelusuri nilai bias dari metode PCAB pada berbagai ukuran contoh dan banyak amatan panen terlihat konsisten berada di sekitar nilai nol. Hanya saja beberapa nilai ragam dugaannya masih cukup besar dan berbeda cukup jauh dari yang lainnya. Hal ini terdeteksi pada ukuran contoh 15 dan 45 petani dengan banyak amatan panen satu kali. Meskipun demikian, umumnya nilai tengah bias yang dihasilkan dengan metode PCAB masih lebih kecil daripada metode PCAS. Hal ini mengkonfirmasi bahwa pendugaan dengan metode PCAB memang wajar lebih baik karena pola produktivitas cabai yang membentuk delapan kelompok. Artinya bahwa, mengambil petani secara acak sederhana dari populasi tidak menjamin keterwakilan contoh dari tiap-tiap kelompok. Dengan demikian, secara keseluruhan pendugaan produktivitas dengan kombinasi metode PCAB, ukuran contoh 90 petani dan amatan panen sebanyak dua kali memberikan hasil yang lebih baik daripada yang lainnya. Pendugaan dengan kombinasi tiga faktor tersebut mengarah pada satu kesimpulan bahwa pendugaan terbaiknya adalah pendugaan menggunakan metode PCAB yang melibatkan ukuran contoh sebanyak 90 petani dengan banyak amatan panen dua kali.

Pendugaan Produktivitas Berdasarkan Letak Titik Panen yang Diukur (awal, tengah, akhir)

Performa nilai tengah bias dugaan dan ragam menggunakan metode PCAB dengan pengukuran dua dan tiga titik menunjukkan bahwa pendugaan dengan mengamati dua atau tiga titik sekaligus pada pertengahan panen lebih baik dari yang lainnya. Kondisi yang paling buruk adalah ketika melakukan pengukuran pada awal panen sekaligus atau pengamatan tiga titik sekaligus pada akhir panen. Nilai bias dan ragam yang dihasilkan cukup besar. Nilai tengah bias terkecil pada pengukuran dua kali di tengah panen yaitu 0.0014 ton/ha. Artinya bahwa secara rata-rata tiap petani memiliki bias sekitar 1.4 Kg/ha lebih besar dari parameter yang sebenarnya. Hal ini sejalan dengan hasil temuan sebelumnya bahwa pendugaan dengan melibatkan dua atau tiga titik dengan metode PCAB menghasilkan nilai bias dan ragam yang lebih kecil dibandingkan ketika hanya mengamati satu kali panen saja.

Menariknya adalah bahwa, pendugaan dengan mengamati tiga titik sekaligus pada pertengahan

panen juga menghasilkan performa yang hampir sama baiknya dengan pengukuran dua kali pada pertengahan panen. Nilai ragam yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda. Berangkat dari kondisi ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sebaiknya pendugaan dilakukan dengan kombinasi dua kali pengukuran pada pertengahan panen, teknik PCAB dan ukuran contoh 90 petani.

KESIMPULAN

Pendugaan produktivitas dengan melibatkan tiga faktor yaitu metode penarikan contoh (PCAS dan PCAB), ukuran contoh (15, 45 dan 90) dan frekuensi amatan panen (1,2 dan 3 kali) menghasilkan nilai dugaan yang cukup baik. Kombinasi tiga faktor tersebut mengerucut pada satu kesimpulan bahwa pendugaan menggunakan dua titik dengan metode PCAB dan ukuran contoh 90 petani menghasilkan ragam dan bias yang paling kecil. Titik amatan panen terbaik adalah dua titik pada pertengahan panen.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik dan [Deptan] Departemen Pertanian. 2008. Buku Pedoman Pengumpulan Data Hortikultura tahun 2008. Jakarta: BPS dan Deptan.
 [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. Laporan Data Bulanan Sosial Ekonomi. Edisi ke-9, Jakarta: BPS.
 [Deptan] Departemen Pertanian, Pusat Data dan Informasi Pertanian. 2012. Buku Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan dan Hortikultura 2012. Jakarta: Deptan.
 Scheaffer, R.L., W. Mendenhall, R.L Ott, and K.G. Gerow. 2012. Elementary Survey Sampling. Boston: CENGAGE Learning.
 Sugiarti, H. 2012. Kesesuaian Metode Regresi Nonparametrik Spline, B-Spline, dan P-Spline dalam Menduga Kurva Regresi. Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Terbuka.
 Zulkarnain, H. 2009. Dasar Dasar Hortikultura. Jakarta: PT Bumi Aksara.