

MODEL PENDUGAAN JUMLAH APHID (*Aphis craccivora* Koch) SECARA *IN SITU* PADA TANAMAN KACANG PANJANG (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

IN SITU ESTIMATION MODEL APHID (*Aphis craccivora* Koch) NUMBERS IN YARDLONG BEAN (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

Budi Waluyo dan Kuswanto
Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
Email : bwy-fp@brawijaya.ac.id

ABSTRACT

Aphids are interesting subjects for studying in yardlong bean because their high reproductive rates and colonizing habits lead to high unit density, rendering field enumeration difficult. Precision recording of the aphid numbers is a prerequisite to several ecological investigations and other studies related to their management. Regression analysis was made between aphid number and length of infestation. The study indicate that all regression models have reliable estimation of aphid numbers. Considered the simple model, linear model was found to estimate the aphid numbers for all target organ and infestation. In fresh terminal shoots under high-density infestation linear models $Y = 106.44X + 9.1794$ ($R^2 = 0.92$), under medium-density infestation $Y = 19.851X + 47.041$ ($R^2 = 0.80$) and low-density infestation $Y = 37.996X + 6.5431$ ($R^2 = 0.99$) were adequate. In leaf aphid numbers estimated by linear models $Y = 89.855X - 10.164$ ($R^2 = 0.95$) for high-density infestation, $Y = 72.273X - 20.019$ ($R^2 = 0.92$) for medium-density infestation, and $Y = 27.466X - 5.2019$ ($R^2 = 0.97$) low-density infestation. Linear model $Y = 69.911X + 3.8755$ ($R^2 = 0.99$) under high-density, $Y = 28.362X + 8.7382$ ($R^2 = 0.99$) under medium-density, and $Y = 12.772X + 0.8823$ ($R^2 = 0.87$) under low-density applied in vines. In pod $Y = 84.479X - 74.406$ ($R^2 = 0.97$) for high-density, $Y = 27.835X - 5.8115$ ($R^2 = 0.92$) for medium-density, and $Y = 32.264X - 5.0752$ ($R^2 = 0.95$) for low-density. In flowers $Y = 107.62X + 12.75$ ($R^2 = 0.96$) applied under high-density, $Y = 37.549X + 2.5083$ ($R^2 = 0.86$) under medium-density, and $Y = 37.528X + 4.1615$ ($R^2 = 0.99$) under low-density.

Key word : Aphids, *Aphis craccivora*, Yardlong bean, *Vigna sesquipedalis*, In Situ

ABSTRAK

Aphid merupakan subyek penelitian yang menarik dikaji pada kacang panjang, sebab aphid mempunyai laju reproduksi dan perilaku koloni yang mengarah pada kepadatan yang tinggi. Pengumpulan data dengan tingkat ketelitian tinggi dalam hubungannya dengan studi ekologi dan pengelolaan hama secara terpadu sangat sulit dilakukan di lapangan. Analisis regresi merupakan salah satu cara untuk menduga jumlah aphid secara *in situ* berdasarkan pola hubungan panjang koloni dengan jumlah aphid di dalam koloni. Aplikasi regresi dilakukan pada pucuk, daun, batang, bunga dan polong. Mempertimbangkan model yang paling sederhana maka model linier dengan reliabilitas dan akurasi tinggi digunakan untuk menduga jumlah aphid. Pada pucuk dengan infestasi tinggi dapat diduga dengan persamaan $Y = 106.44X + 9.1794$ ($R^2 = 0.92$), $Y = 19.851X + 47.041$ ($R^2 = 0.80$) pada infestasi sedang, dan $Y = 37.996X + 6.5431$ ($R^2 = 0.99$) untuk infestasi. Pada daun persamaan $Y = 89.855X - 10.164$ ($R^2 = 0.95$) untuk infestasi tinggi, $Y = 72.273X - 20.019$ ($R^2 = 0.92$) untuk infestasi sedang, dan $Y = 27.466X - 5.2019$ ($R^2 = 0.97$) untuk infestasi rendah. Persamaan linier $Y = 69.911X + 3.8755$ ($R^2 = 0.99$) untuk infestasi tinggi, $Y = 28.362X + 8.7382$ ($R^2 = 0.99$) untuk infestasi rendah, dan $Y =$

$12.772X + 0.8823$ ($R^2 = 0.87$) untuk infestasi rendah digunakan untuk menduga jumlah aphid pada batang. Pada polong $Y = 84.479X - 74.406$ ($R^2 = 0.97$) diterapkan pada infestasi tinggi, $Y = 27.835X - 5.8115$ ($R^2 = 0.92$) untuk infestasi sedang, dan $Y = 32.264X - 5.0752$ ($R^2 = 0.95$) untuk infestasi rendah. Pada bunga persamaan $Y = 107.62X + 12.75$ ($R^2 = 0.96$) digunakan untuk menduga jumlah aphid dengan infestasi tinggi, $Y = 37.549X + 2.5083$ ($R^2 = 0.86$) untuk infestasi rendah, dan $Y = 37.528X + 4.1615$ ($R^2 = 0.99$) untuk infestasi rendah.

Kata kunci : Aphids, *Aphis craccivora*, Kacang panjang, *Vigna sesquipedalis*, *In Situ*

PENDAHULUAN

Aphid (*Aphis craccivora* Koch; Homoptera: Aphididae) merupakan hama utama pada kacang panjang (Mudjiono, Trustinah dan Kasno, 1999). Kehilangan hasil akibat hama aphid yang tidak dikendalikan dapat mencapai 65.87% (Prabaningrum, 1996). Selain menyebabkan kerusakan secara langsung, aphid juga berperan sebagai vektor beberapa virus penyebab penyakit mosaik, sehingga kerusakan yang dapat diakibatkan kedua sumber ini bisa lebih tinggi lagi. Masalah lainnya aphid juga menghasilkan embun madu (*honeydew*) dan menyebabkan pertumbuhan jamur embun jelaga yang menghambat fotosintesis (Stoll, 1988).

Aphid mulai muncul pada saat tanaman masih muda, dan memperoleh makanan serta bereproduksi pada bagian tanaman yang sedang tumbuh dibandingkan dengan bagian-bagian yang sudah dewasa. Pada saat tanaman kacang panjang masih muda, aphid menyerang bagian dari sulur yang masih muda (pucuk), dan seiring perkembangan tanaman, aphid akan menyebar ke bagian lainnya. Umumnya aphid menyerang bagian pucuk-pucuk muda, batang, bunga, daun, dan polong. Aphid muda dan aphid dewasa memperoleh makanan dengan menghisap cairan sel tanaman. Telur berkembang di dalam induk dan keluar dalam bentuk nimfa. Dalam beberapa hari nimfa mencapai stadia reproduksi. Imago dapat menghasilkan 2-20 keturunan per hari pada kondisi yang sesuai (Hadiastono, 2004). Hal ini menyebabkan kepadatan populasi aphid meningkat secara cepat. Pada awal-awal infestasi aphid dewasa tidak mempunyai sayap dan bergerombol. Aphid bersayap muncul pada generasi selanjutnya dan menyebar ke tanaman lainnya. Di daerah tropis reproduksi aphid terjadi tanpa perkawinan dan sebagian besar koloni terdiri dari aphid betina (Schreiner, 2000; Ulrichs, 2001).

Aphid pada tanaman kacang panjang merupakan subyek menarik untuk dikaji dalam hubungannya dengan dinamika populasi. Tingginya laju reproduksi dan perilaku koloni mengarah kepada suatu unit kepadatan populasi yang tinggi yang dapat menyulitkan dalam penghitungan di lapangan. Pengambilan data jumlah aphid di lapangan secara akurat sangat diperlukan dalam beberapa penelitian ekologi dan beberapa studi yang berhubungan dengan pengendalian hama aphid secara terpadu. Koloni-koloni aphid membentuk permasalahan yang berbeda tergantung pada wilayah sebarannya. Koloni aphid biasanya lebih mudah ditemukan, namun lebih sulit untuk menentukan jumlah aphid pada satu koloni. Masalah di dalam observasi aphid adalah jumlahnya banyak dan ukurannya yang kecil sehingga membutuhkan waktu yang lama. Menghitung jumlah aphid secara individu tidak hanya mengkonsumsi waktu dan tenaga juga sangat sulit untuk memperoleh satu perkiraan yang tidak bias. Hal ini mendorong

untuk dilakukannya kajian untuk mengembangkan metode pendugaan jumlah aphid secara *in situ* pada tanaman kacang panjang.

Secara visual, infestasi setiap koloni aphid pada setiap bagian tanaman kacang panjang mempunyai kepadatan yang berbeda, yaitu populasi dengan tingkat kepadatan rendah, sedang, dan tinggi. Pengelolaan atau evaluasi aphid memerlukan suatu metode yang cepat untuk menentukan jumlah aphid. Kajian dilakukan untuk menentukan suatu model persamaan yang dapat menduga jumlah aphid di lapangan secara tepat. Metoda perhitungan pendugaan jumlah aphid dapat dilakukan setelah menentukan tingkat kepadatan infestasi aphid pada masing-masing bagian yang akan diukur, apakah rendah, sedang, dan tinggi. Studi ekologis dan hal yang mengintegrasikan keputusan-keputusan pengendalian hama aphid memerlukan dugaan yang dapat dipercaya dari jumlah aphid pada kondisi lapang. Model pendugaan berdasarkan regresi diharapkan dapat digunakan untuk menentukan secara cepat jumlah aphid pada kondisi lapang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada kacang panjang kultivar Hijau Super di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jatikerto Kromengan Kabupaten Malang pada bulan Januari – April 2006. Pengamatan serangan dilakukan pada lima bagian tanaman yang terserang, yaitu pucuk, daun, batang, bunga, dan polong. Infestasi aphid pada masing-masing bagian dibagi menjadi kepadatan tinggi, sedang, dan rendah. Kepadatan tinggi jika aphid pada satu koloni bertumpuk-tumbuk, sedang jika aphid pada satu koloni sebagian bertumpuk dan sebagian hanya satu lapisan, dan rendah jika aphid pada satu koloni yang diukur menyebar dan jarang.

Data diambil dengan cara mengukur panjang koloni dalam satuan cm pada masing-masing bagian tanaman dan dilakukan pada tingkat kepadatan yang berbeda. Setelah diukur, bagian tanaman dipotong dan dimasukkan secara hati-hati ke dalam wadah tertutup, dibawa ke laboratorium, kemudian jumlah aphid dihitung secara teliti. Jumlah koloni pada masing-masing bagian dan masing-masing tingkat kepadatan sepuluh sampel. Data diuji berdasarkan analisis persamaan regresi linier dan nonlinier untuk tiga kategori kepadatan pada masing-masing bagian tanaman. Panjang koloni aphid sebagai faktor independen (X) dan jumlah aphid sebagai faktor dependen (Y).

Persamaan regresi untuk menduga jumlah aphid : linier $Y = m + bX$; polinomial $Y = b + C_1X + C_2X^2 + C_3X^3 + \dots + C_6X^6$; Logaritmik $Y = C \ln X + b$; eksponensial $Y = C e^{bX}$; power $Y = C X^b$. Y = jumlah aphid, X = panjang koloni aphid, m = intersep, b = slop, C dan b = konstanta, ln = log natural, e = nilai natural. Nilai R² merupakan indikator reliabilitas atau kehandalan model prediksi. Reliabilitas tinggi jika nilai R² sama dengan atau mendekati 1. Jika terdapat lebih dari satu model dengan nilai R² tinggi, maka disarankan untuk menggunakan model yang paling sederhana. Uji kecocokan antara jumlah aphid observasi dengan jumlah aphid harapan dilakukan dengan uji t.

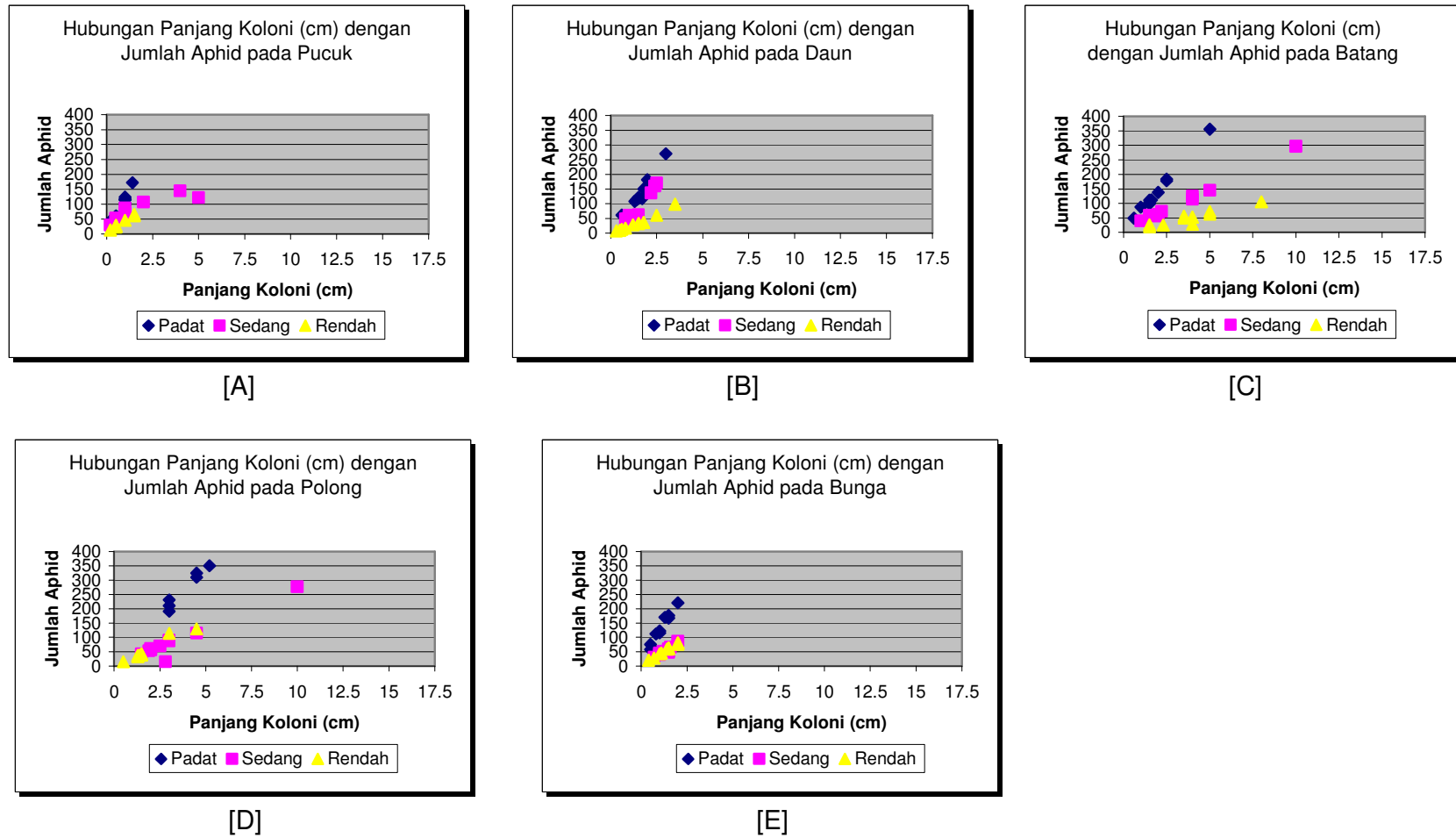
HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua model regresi dibangun berdasarkan pada pola sebaran data hubungan antara panjang koloni dengan jumlah individu di dalam koloni pada

masing-masing bagian tanaman kacang panjang, dan pada berbagai tingkat kepadatan infestasi (Gambar 1). Sebaran data hubungan antara panjang koloni dan jumlah aphid di dalam koloni menunjukkan terdapat tiga arah kemiringan pada pengamatan infestasi padat, sedang, dan rendah. Pendugaan jumlah aphid pada pucuk dengan infestasi padat menunjukkan model eksponensial merupakan penduga yang paling baik dengan reliabilitas 97% (Tabel 1). Reliabilitas model yang lainnya, yaitu polinomial 96%, power 93%, linier 92%, dan logaritmik 81%. Pada koloni dengan infestasi sedang, model terbaik adalah polinomial orde 2 dengan reliabilitas 95%, diikuti dengan model power ($R^2 = 0.93$), logaritmik ($R^2 = 0.89$), linier ($R^2 = 0.80$), dan model eksponensial ($R^2 = 0.69$). Model yang paling cocok untuk menduga jumlah aphid pada pucuk dengan infestasi rendah adalah linier dan polinomial orde 2 yang mempunyai reliabilitas 99%, diikuti model power dengan reliabilitas 98%, dan logaritmik dan eksponensial dengan reliabilitas 92%. Sebaran data hubungan panjang koloni dengan jumlah aphid di pucuk ditampilkan pada Gambar 1[A].

Berdasarkan kehandalan yang mencapai 80% maka dapat dikemukakan semua model dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid berdasarkan panjang koloni, kecuali model eksponensial yang mempunyai nilai R^2 paling rendah untuk menduga jumlah aphid pada pucuk dengan infestasi sedang. Mempertimbangkan bahwa sebuah model harus dibuat dalam bentuk yang paling sederhana dan harus memenuhi kehandalan (Verghese dan Jayanthi, 2002) maka model linier dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid di dalam koloni pada pucuk, yaitu $Y = 106.44X + 9.1794$ ($R^2 = 0.92$) untuk infestasi padat, $Y = 19.851X + 47.041$ ($R^2 = 0.80$) untuk sedang, dan $Y = 37.996X + 6.5431$ ($R^2 = 0.99$) untuk rendah. Pendugaan yang lebih akurat dapat diperoleh dengan menggunakan model yang lebih kompleks dan tingkat reliabilitasnya yang lebih tinggi.

Pendekatan model regresi untuk pola sebaran hubungan panjang koloni dan jumlah aphid di dalam koloni pada daun (Gambar 1[B]) menunjukkan reliabilitas yang tinggi. Pada infestasi padat, model polinomial orde 2 mempunyai kehandalan yang paling tinggi, yaitu 97%. Model yang lainnya adalah linier dan eksponensial mempunyai tingkat reliabilitas 95%, power dengan tingkat reliabilitas 93%, dan logaritmik 78% (Tabel 2). Pada infestasi aphid sedang, model polinomial orde 2 menunjukkan reliabilitas paling tinggi, yaitu 98%, disusul dengan eksponensial dengan reliabilitas 93%, linier 92%, power 87%, dan logaritmik 85%. Model polinomial orde 2 untuk menduga jumlah aphid dengan infestasi rendah pada daun menunjukkan reliabilitas paling tinggi, yaitu 99%. Reliabilitas yang tinggi juga ditunjukkan oleh model power yaitu 98%, linier 97%, dan eksponensial 93%. Sedangkan model logaritmik menunjukkan reliabilitas 78%. Akurasi yang tinggi untuk pendugaan jumlah aphid pada koloni di daun diperlihatkan oleh model polinomial orde 2, baik pada infestasi tinggi, sedang, atau rendah. Model linier merupakan model pendugaan yang paling sederhana. Dibandingkan dengan model polinomial orde 2, model linier mempunyai reliabilitas di atas 90%, sehingga dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid di daun pada berbagai tingkat infestasi, yaitu padat $Y = 89.855X - 10.164$ ($R^2 = 0.95$), sedang $Y = 72.273X - 20.019$ ($R^2 = 0.92$), dan rendah $Y = 27.466X - 5.2019$ ($R^2 = 0.97$). Jika ingin diperoleh tingkat akurasi tinggi maka dapat menggunakan model polinomial orde 2.



Gambar 1. Sebaran Hubungan Panjang Koloni dan Jumlah Individu Aphid per Koloni: [A] Pucuk, [B] Daun, [C] Batang, [D] Polong, dan [E] Bunga

Figure 1. Scatters Between Colony Length and Individual Aphid Numbers in A Colony : [A] Fresh Terminal Shoots , [B] Leaf, [C] Vine, [D] Pod, and [E] Flower

Tabel 1. Model Pendugaan Jumlah Aphid pada Pucuk
 Table 1. Estimation Model Number of Aphid in Fresh Terminal Shoot

Model/Model	Persamaan/Formula	
Padat/High density		
Linier/Linear	$Y = 106.44X + 9.1794$	$R^2 = 0.92$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 68.09\ln(X) + 117.73$	$R^2 = 0.81$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 53.892X^2 + 20.054X + 38.531$	$R^2 = 0.96$
Power/Power	$Y = 114.65X^{0.7699}$	$R^2 = 0.93$
Eksponensial/Exponential	$Y = 35.251e^{1.1514X}$	$R^2 = 0.97$
Sedang/Medium density		
Linier/Linear	$Y = 19.851X + 47.041$	$R^2 = 0.80$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 34.791\ln(X) + 76.789$	$R^2 = 0.89$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = -7.9871X^2 + 61.338X + 19.401$	$R^2 = 0.95$
Power/Power	$Y = 69.767X^{0.4638}$	$R^2 = 0.93$
Eksponensial/Exponential	$Y = 48.747e^{0.2412X}$	$R^2 = 0.69$
Rendah/Low density		
Linier/Linear	$Y = 37.996X + 6.5431$	$R^2 = 0.99$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 27.354\ln(X) + 47.46$	$R^2 = 0.92$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = -4.699X^2 + 46.703X + 3.5819$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 45.097X^{0.7977}$	$R^2 = 0.98$
Eksponensial/Exponential	$Y = 14.415e^{1.0348X}$	$R^2 = 0.92$

Tabel 2. Model Pendugaan Jumlah Aphid pada Daun
 Table 2. Estimation Model Number of Aphid In Leaf

Model/Model	Persamaan/Formula	
Padat/High density		
Linier/Linear	$Y = 89.855X - 10.164$	$R^2 = 0.95$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 121.79\ln(X) + 84.969$	$R^2 = 0.78$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 13.904X^2 + 38.332X + 32.259$	$R^2 = 0.97$
Power/Power	$Y = 87.107X^{0.9044}$	$R^2 = 0.93$
Eksponensial/Exponential	$Y = 47.13e^{0.6107X}$	$R^2 = 0.95$
Sedang/Medium density		
Linier/Linear	$Y = 72.273X - 20.019$	$R^2 = 0.92$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 106.59\ln(X) + 54.381$	$R^2 = 0.85$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 52.508X^2 - 102.48X + 102.59$	$R^2 = 0.98$
Power/Power	$Y = 54.253X^{1.1128}$	$R^2 = 0.87$
Eksponensial/Exponential	$Y = 25.163e^{0.7488X}$	$R^2 = 0.93$
Rendah/Low density		
Linier/Linear	$Y = 27.466X - 5.2019$	$R^2 = 0.97$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 31.964\ln(X) + 30.223$	$R^2 = 0.78$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 3.8985X^2 + 13.167X + 3.7888$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 22.786X^{1.0322}$	$R^2 = 0.98$
Eksponensial/Exponential	$Y = 8.5171e^{0.7743X}$	$R^2 = 0.93$

Tabel 3. Model Pendugaan Jumlah Aphid pada Batang
 Table3. Estimation Model Number of Aphid In Vine

Model/Model	Persamaan/Formula	
Padat/High density		
Linier/Linear	$Y = 69.911X + 3.8755$	$R^2 = 0.99$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 138.37\ln(X) + 68.114$	$R^2 = 0.85$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 1.4618X^2 + 61.496X + 12.827$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 76.136X^{0.9196}$	$R^2 = 0.98$
Eksponensial/Exponential	$Y = 55.184e^{0.4113X}$	$R^2 = 0.90$
Sedang/Medium density		
Linier/Linear	$Y = 28.362X + 8.7382$	$R^2 = 0.99$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 102.49\ln(X) + 3.7878$	$R^2 = 0.86$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 0.4736X^2 + 23.233X + 17.464$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 37.455X^{0.8556}$	$R^2 = 0.97$
Eksponensial/Exponential	$Y = 42.038e^{0.2144X}$	$R^2 = 0.92$
Rendah/Low density		
Linier/Linear	$Y = 12.772X + 0.8823$	$R^2 = 0.87$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 43.322\ln(X) - 3.1401$	$R^2 = 0.77$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 0.3222X^2 + 9.8553X + 6.2444$	$R^2 = 0.87$
Power/Power	$Y = 14.443X^{0.907}$	$R^2 = 0.80$
Eksponensial/Exponential	$Y = 16.827e^{0.2495X}$	$R^2 = 0.77$

Tabel 4. Model Pendugaan Jumlah Aphid pada Polong
 Table 4. Estimation Model Number of Aphid In Pod

Model/Model	Persamaan/Formula	
Padat/High density		
Linier/Linear	$Y = 84.479X - 74.406$	$R^2 = 0.97$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 575.32\ln(X) - 512.73$	$R^2 = 0.85$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 3.1014X^2 + 28.071X + 111.34$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 64.175X^{1.0551}$	$R^2 = 0.98$
Eksponensial/Exponential	$Y = 154.6e^{0.143X}$	$R^2 = 0.96$
Sedang/Medium density		
Linier/Linear	$Y = 27.835X - 5.8115$	$R^2 = 0.92$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 120.66\ln(X) - 38.689$	$R^2 = 0.81$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 1.0021X^2 + 16.07X + 16.593$	$R^2 = 0.92$
Power/Power	$Y = 24.538X^{0.9759}$	$R^2 = 0.50$
Eksponensial/Exponential	$Y = 32.733e^{0.2184X}$	$R^2 = 0.53$
Rendah/Low density		
Linier/Linear	$Y = 32.264X - 5.0752$	$R^2 = 0.95$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 59.666\ln(X) + 26.791$	$R^2 = 0.83$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = -2.5939X^2 + 45.863X - 18.182$	$R^2 = 0.95$
Power/Power	$Y = 27.741X^{1.0603}$	$R^2 = 0.97$
Eksponensial/Exponential	$Y = 17.619e^{0.5109X}$	$R^2 = 0.88$

Tabel 5. Model Pendugaan Jumlah Aphid pada Bunga
 Table 5. Estimation Model Number of Aphid In Flower

Model	Persamaan	
<i>Padat/High density</i>		
Linier/Linear	$Y = 107.62X + 12.75$	$R^2 = 0.96$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 109.57\ln(X) + 131.78$	$R^2 = 0.95$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = -18.002X^2 + 150.01X - 7.9607$	$R^2 = 0.97$
Power/Power	$Y = 120.57X^{0.9297}$	$R^2 = 0.94$
Eksponensial/Exponential	$Y = 45.383e^{0.8824X}$	$R^2 = 0.89$
<i>Sedang/Medium density</i>		
Linier/Linear	$Y = 37.549X + 2.5083$	$R^2 = 0.86$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 44.216\ln(X) + 41.657$	$R^2 = 0.79$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = 19.189X^2 - 13.352X + 33.825$	$R^2 = 0.90$
Power/Power	$Y = 40.898X^{0.8698}$	$R^2 = 0.87$
Eksponensial/Exponential	$Y = 19.568e^{0.7143X}$	$R^2 = 0.89$
<i>Rendah/Low density</i>		
Linier/Linear	$Y = 37.528X + 4.1615$	$R^2 = 0.99$
Logaritmik/Logaritmik	$Y = 39.257\ln(X) + 47.155$	$R^2 = 0.94$
Polinomial (2)/Polynomial (2)	$Y = -1.347X^2 + 40.98X + 2.3387$	$R^2 = 0.99$
Power/Power	$Y = 42.295X^{0.8875}$	$R^2 = 0.99$
Eksponensial/Exponential	$Y = 16.886e^{0.8089X}$	$R^2 = 0.95$

Pendugaan jumlah aphid pada batang berdasarkan pola sebaran antara panjang koloni dan jumlah aphid di dalam koloni (Gambar 1[C]) menunjukkan pada setiap tingkatan infestasi model linier mempunyai reliabilitas yang tinggi (Tabel 3). Pada infestasi padat persamaan $Y = 69.911X + 3.8755$ ($R^2 = 0.99$) dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid dalam koloni dengan tingkat akurasi yang tinggi. Persamaan $Y = 28.362X + 8.7382$ ($R^2 = 0.99$) digunakan untuk menduga jumlah aphid dengan infestasi sedang pada batang, dan $Y = 12.772X + 0.8823$ ($R^2 = 0.87$) digunakan untuk menduga jumlah aphid batang dengan infestasi rendah. Penggunaan model yang lain dapat dipertimbangkan, namun dengan memperhatikan kesederhanaan model dengan tingkat akurasi tinggi maka model linier sederhana dapat diandalkan.

Sebaran data hubungan panjang koloni dengan jumlah aphid di dalam koloni pada polong ditampilkan pada Gambar 1[D]. Pada infestasi padat, model polinomial orde 2 memperlihatkan reliabilitas 99%, diikuti dengan model power dengan reliabilitas 98%, linier 97%, eksponensial 96%, dan logaritmik 85% (Tabel 4). Semua model yang mempunyai reliabilitas di atas 90% mempunyai tingkat akurasi tinggi. Oleh karena itu pendekatan model linier sebagai model yang paling sederhana dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid pada polong dengan infestasi padat, yaitu $Y = 84.479X - 74.406$ ($R^2 = 0.97$). Pada infestasi sedang, model yang dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid di dalam koloni adalah linier dan polinomial orde 2 dengan reliabilitas 92%. Model-model yang lainnya mempunyai reliabilitas di bawah 90%. Mempertimbangkan kesederhanaan model, maka model linier dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid dengan infestasi rendah pada polong, yaitu $Y = 27.835X - 5.8115$ ($R^2 = 0.92$). Pada infestasi rendah, jumlah aphid dapat diduga dengan model power dengan reliabilitas 97%. Model linier dan polinomial orde 2 mempunyai reliabilitas 95%, eksponensial 88%,

dan logaritmik 83%. Jika menginginkan hasil yang sangat akurat maka dapat digunakan model power, sedangkan jika mempertimbangkan model yang sederhana dengan reliabilitas tinggi maka disarankan untuk menggunakan model linier $Y = 32.264X - 5.0752$ ($R^2 = 0.95$).

Pendugaan jumlah aphid dengan infestasi tinggi pada bunga dapat menggunakan model dengan reliabilitas tertinggi 97% yaitu polinomial orde 2. Sebaran data hubungan antara panjang koloni dengan jumlah aphid di dalam koloni ditampilkan pada Gambar 1[E]. Model yang lainnya dengan reliabilitas tinggi yaitu linier 96%, logaritmik 95%, power 94%, dan eksponensial 89% (Tabel 5). Diantara model-model tersebut, linier merupakan model yang paling sederhana dan mempunyai kelayakan untuk menduga jumlah aphid dengan infestasi tinggi pada bunga dengan reliabilitas tinggi, yaitu $Y = 107.62X + 12.75$ ($R^2 = 0.96$). Pada infestasi sedang, model linier dapat digunakan untuk menduga jumlah aphid dengan reliabilitas 86%, yaitu $Y = 37.549X + 2.5083$ ($R^2 = 0.86$).

Tabel 6. Hasil Uji Jumlah Aphid dan Varians Observasi dengan Jumlah Aphid Dan Varians Harapan pada Tiap Organ dan Tiap Tingkat Infestasi Berdasarkan Pendugaan Model Linier

Tables 6. Test Result of Observed Aphid Numbers and Varians with Expected Aphid and Varians in Three Arbitrary Infestation Classes Under Linear Model Estimation

Organ/ Organ	Infestasi/ Infestation	Jumlah Aphid Observasi/ Obs. Aphid Numbers	Jumlah Aphid Harapan/ Exp. Aphid Numbers	Varians Observasi / Observed Variance	Varians Harapan/ Expected Variance	Koefisien Korelasi/ Correlation Coefficient
Pucuk/ Shoot	Padat/High dens.	107.10	107.10	1138.77	1052.38	0.96
	Sedang/Med. dens.	79.20	79.20	1276.18	1020.01	0.89
	Rendah/Low dens.	33.90	33.90	301.43	297.72	0.99
Daun/ Leaf	Padat/High dens.	136.30	136.30	3127.57	2979.28	0.98
	Sedang/Med. dens.	85.50	85.50	2459.83	2277.40	0.96
	Rendah/Low dens.	33.80	33.80	760.62	742.31	0.99
Batang/ Vine	Padat/High dens.	141.60	141.60	7299.16	7255.84	1.00
	Sedang/Med. dens.	102.90	102.90	5858.32	5819.95	1.00
	Rendah/Low dens.	49.80	49.80	700.84	609.01	0.93
Polong/ Pod	Padat/High dens.	459.50	459.50	122919.3	119829.9	0.99
	Sedang/Med. dens.	86.60	86.60	5242.49	4818.83	0.96
	Rendah/Low dens.	53.00	53.00	1397.33	1323.18	0.97
Bunga/ Flower	Padat/High dens.	127.90	127.90	2996.54	2883.93	0.98
	Sedang/Med. dens.	53.20	53.20	230.84	198.17	0.93
	Rendah/Low dens.	55.20	55.20	445.51	441.91	1.00

Keterangan : $t_{(0.05, 9)} = 2.26$, $t_{(0.05, 8)} = 2.30$, $F_{(0.05, 9, 9)} = 3.19$

Model lain yang mempunyai reliabilitas tinggi adalah polinomial orde 2, eksponensial, dan power masing masing mempunyai reliabilitas 90%, 89%, dan 87%. Model yang mempunyai reliabilitas lebih rendah adalah logaritmik (79%). Pada infestasi rendah, pendugaan jumlah aphid pada bunga dapat menggunakan model linier, polinomial orde 2, dan power dengan reliabilitas mencapai 99%. Model eksponensial dan logaritmik masing-masing mempunyai reliabilitas 95% dan 94%. Pemilihan model yang sederhana dengan akurasi tinggi mengarahkan

penggunaan model linier sebagai penduga jumlah aphid dengan infestasi rendah pada bunga, yaitu $Y = 37.528X + 4.1615$ ($R^2 = 0.99$).

Pendugaan jumlah aphid pada kacang panjang semuanya diarahkan pada penggunaan model regresi linier. Hal ini karena model sederhana dan berdasarkan pada reliabilitas mempunyai kehandalan yang tinggi. Pendugaan juga dapat menggunakan model yang lain jika menginginkan tingkat akurasi tinggi. Pengujian nilai koefisien korelasi yang diperoleh dari akar kuadrat nilai koefisien determinasi menunjukkan terdapat hubungan yang sangat erat antara titik-titik pengamatan (nilai observasi) dengan garis yang menghubungkan rata-rata nilai pengamatan (nilai harapan) pada taraf uji t 5%. Berdasarkan data pengamatan, model-model yang dibangun nyata pada reliabilitas 40% (nyata pada nilai minimal $R^2 = 0.42$, $r = 0.65$; pada $t[\alpha = 0.05, db = (10-2)]$).

Uji t dilakukan untuk mengetahui beda nilai rata-rata jumlah aphid observasi per koloni dengan jumlah aphid harapan, dan signifikansi koefisien korelasi. Uji F dilakukan untuk mengetahui perbedaan varians observasi dengan varians harapan pada penggunaan model linier (Tabel 6). Hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata jumlah aphid per koloni observasi dengan jumlah aphid per koloni harapan ($t_{(0.05, 9)} = 2.26$) pada berbagai organ dan berbagai tingkat infestasi. Hasil perbandingan varians observasi dengan varians harapan menunjukkan tidak terdapat perbedaan pencaran data dari setiap titik pengamatan ($F_{(0.05, 9, 9)} = 3.19$). Koefisien korelasi dari setiap model linier pada berbagai tingkat infestasi menunjukkan adanya hubungan yang sangat erat antara nilai pengamatan dengan nilai rata-rata harapan ($t_{(0.05, 8)} = 2.30$). Hal ini menunjukkan model linier sederhana mampu menduga jumlah aphid pada tanaman kacang panjang dengan tingkat akurasi tinggi dan dapat diandalkan. Pada penelitian ekologi, toleransi ketepatan pendugaan adalah sebesar 25% dari nilai galat (Southwood, 1978).

KESIMPULAN

Jumlah aphid pada tanaman kacang panjang di lapangan dapat diduga secara cepat dan akurat dengan menggunakan persamaan model regresi. Penggunaan model pendugaan didasarkan pada tingkat kesederhanaan model. Model regresi linier sederhana mempunyai ketepatan model, keakuratan, dan repeatibilitas tinggi untuk menduga jumlah aphid pada berbagai bagian tanaman dan berbagai tingkat infestasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui PHB XIV/1 tahun 2006

DAFTAR PUSTAKA

Moedjiono, Trustinah dan A. Kasno. 1999. Toleransi Genotipe Kacang Panjang terhadap Komplek Hama dan Penyakit. Dalam Prosiding Simposium V PERIPI Jatim (Ed. S. Ashari *et al.*), pp. 279-287. Universitas Brawijaya, Malang

- Prabaningrum, L. 1996. Kehilangan Hasil Panen Kacang Panjang (*Vigna sinensis* Stikm) akibat Serangan Kutu Kacang *Aphis craccivora* Koch. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran, pp 355-359
- Verghese A and P. D. K. Jayanthi. 2002. A technique for quick estimation of aphid numbers in field. *Curr. Sci*, 82(9):1165 – 1168.
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations*, Chapman & Hall, London.
- Stoll, G.. 1988. *Natural Crop Protection in the Tropics*. Arecol, Switzerland.
- Hadiastono, T.. 2004. Pola Sebaran Vektor *M. persicae* SulZ dan Intensitas Serangan Potato Leaf Roll Virus pada Tanaman Kentang, *Agrivita* 26(2).
- Ulrichs, C.. 2001. Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch, *Sternorrhyncha : Aphididae*, AVRDC, Taiwan.
- Schreiner, I.. 2000. Cowpea Aphid (*Aphis craccivora* Koch). *Agricultural Pest of the Pasific*, 6, ADAP, Guam