

Seleksi Karakter Vegetatif yang Berpengaruh terhadap Jumlah Bunga dan Buah Kakao pada Agroekosistem Iklim Kering, Nusa Tenggara Timur (Selection of Vegetative Characters Affecting the Number of Flowers and Fruits of Cacao in Dry Climatic Agroecosystems, East Nusa Tenggara)

Edi Wardiana^{1*} dan Rubiyo²

¹Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Jl. Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357, Indonesia
Telp. (0266) 7070941; Faks. (0266) 6542087

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka Belitung, Jl. Mentok Km 4 Pangkal Pinang, Indonesia
Telp. (0717) 421797; Faks. (0717) 421797

*E-mail: ediwardiana@yahoo.com

Diajukan: 6 Januari 2015; Direvisi: 16 Februari 2015; Diterima: 28 April 2015

ABSTRACT

The growth and development of cacao during dry climate differ with there in wet climatic agroecosystems. In other side, information about interrelation among plant characters is needed for plant selection programs. The objectives of this research was to analyze the vegetative characters and number of flowers and fruits of cacao in dry climatic agroecosystems, Nusa Tenggara Timur (NTT), by using sequential path analysis (SPA) and structural equation modeling (SEM). The research was conducted in dry climatic agroecosystems at KP Maumere, NTT, with altitude 50 m above sea levels and sandy loam texture of soil, beginning from Januari until December 2013. The observation method was used in this study with two stages sampling procedures, purposive and simple random respectively, on the population of six cacao clones planted polyclonally in single rows in December 2011 with *Gliricidae* and *Musa* spp. as shading plants. Variable observed were twelve of vegetative characters, number of flowers and fruits per tree. Data were analyzed by using correlation, sequential path analysis (SPA) and structural equation modeling (SEM). Results showed that plant height, diameter and number of secondary branches positively and directly affected of 29, 45, and 80% respectively on the number of flowers per tree, whereas the diameter of primary branches negatively influenced of 72%. Number of flowers and diameter of secondary branches positively and directly affected of 32 and 37% respectively on the number of fruits per tree.

Keywords: cacao, dry climate, selection, sequential path analysis, structural equation model.

ABSTRAK

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao pada agroekosistem iklim kering berbeda dengan pertumbuhan dan perkembangan pada iklim basah. Di sisi lain, keterkaitan antar karakter tanamannya diperlukan dalam program seleksi tanaman. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakter vegetatif yang berpengaruh terhadap jumlah bunga dan buah kakao pada agroekosistem iklim kering di Nusa Tenggara Timur (NTT), melalui pendekatan analisis lintasan bertahap (ALB) dan model persamaan struktural (MPS). Penelitian dilakukan di lahan kering beriklim kering, KP Maumere, NTT, pada ketinggian tempat sekitar 50 m dpl dengan tekstur tanah lempung berpasir, mulai Januari sampai Desember 2013. Metode yang digunakan ialah observasi terhadap populasi enam klon kakao yang ditanam bulan Desember 2011 secara poliklonal dalam barisan tunggal dengan tanaman glirisidia dan pisang sebagai tanaman penayang. Contoh tanaman ditentukan dalam dua tahap sampling, pertama secara purposif dan kedua secara acak sederhana. Peubah yang diamati meliputi 12 karakter vegetatif serta jumlah bunga dan buah per pohon. Data dianalisis melalui metode korelasi, ALB, dan MPS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada populasi tanaman kakao di agroekosistem iklim kering, KP Maumere, NTT, karakter tinggi tanaman, jumlah dan diameter cabang sekunder berpengaruh secara langsung dan positif terhadap jumlah bunga per pohon masing-masing sebesar 29, 45, dan 80%, sedangkan diameter cabang primer pengaruhnya negatif sebesar 72%. Jumlah bunga dan diameter cabang sekunder berpengaruh secara langsung dan positif terhadap jumlah buah per pohon masing-masing sebesar 32 dan 37%.

Kata kunci: kakao, iklim kering, seleksi, analisis lintasan bertahap, model persamaan struktural.

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang umum dibudidayakan di lahan kering, sehingga pertumbuhan dan hasilnya sangat tergantung pada karakter dan kondisi iklim setempat. Unsur iklim yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, pembungaan, dan pematangan kakao di antaranya ialah curah hujan dan suhu (Adjaloo *et al.*, 2010; Ojo dan Sadiq, 2010; Omolaja *et al.*, 2009). Oleh karena itu, kakao yang ditanam di bawah kondisi agroekosistem iklim kering akan memiliki karakteristik pertumbuhan dan hasil yang berbeda dengan yang ditanam pada agroekosistem iklim basah. Menurut Ditjenbun (2011), suatu daerah dengan bulan kering (curah hujan <60 mm) selama 5 bulan berturut-turut dalam satu tahunnya termasuk ke dalam kelas “sesuai marjinal”, sedangkan apabila >5 bulan termasuk kelas “tidak sesuai” untuk budi daya tanaman kakao. Di lain pihak, Almeida dan Valle (2007) dalam kesimpulannya mengemukakan pentingnya inovasi teknologi budi daya kakao di lahan-lahan dengan iklim yang “agak-gersang” (*semi-arid*) dalam upaya mengurangi ancaman hama dan penyakit yang sering menyerang kakao di daerah-daerah beriklim basah.

Secara umum pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao, termasuk juga yang dibudidayakan di daerah beriklim kering, terdiri atas tiga fase penting, yaitu fase vegetatif, fase generatif, dan fase hasil (produksi). Ketiga fase tersebut saling berhubungan antara satu dengan lainnya, sehingga informasi tersebut sangat penting dan bermanfaat terutama untuk kegiatan seleksi tanaman. Melalui informasi tersebut maka seleksi produksi tinggi dapat dilakukan pada fase yang lebih dini, tidak harus menunggu tanaman berproduksi, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya seleksi.

Metode dasar yang umum digunakan untuk mengetahui keterkaitan atau hubungan antara satu karakter dengan karakter lainnya ialah metode korelasi. Keterbatasan yang dimiliki oleh metode ini di antaranya ialah tidak mampu menjelaskan secara detail tentang fenomena hubungan sebab-akibat (kausal). Hubungan kausal salah satunya dapat dideteksi dengan metode regresi walaupun masih ter-

dapat keterbatasan dalam memisahkan hubungan atau pengaruh yang bersifat langsung maupun tidak langsung. Keterbatasan metode regresi ini dapat dijawab dengan metode lainnya, yaitu metode analisis lintasan/AL (*path analysis*) (Karadag, 2012).

Pada AL, semua peubah prediktor dianalisis hanya dalam satu kali tahapan, dan secara simultan pengaruh langsung dan tidak langsung dianalisis terhadap peubah respon (Mokhtassi *et al.*, 2011). Apabila pengaruh karakter vegetatif dan generatif terhadap hasil dianalisis melalui pendekatan AL, maka peneliti akan kehilangan informasi tentang hubungan antara karakter vegetatif dengan hasil, apabila hasil analisisnya hanya karakter generatif saja yang berpengaruh nyata. Pada kondisi yang demikian, maka seleksi tanaman tidak dapat dilakukan pada fase yang lebih dini (fase vegetatif), tetapi harus menunggu sampai tanaman memasuki fase generatif.

Keterbatasan AL seperti yang telah dikemukakan tersebut dapat dijawab melalui analisis lintasan secara bertahap/ALB (*sequential path analysis*) yang di dalam aplikasinya dilakukan secara bertahap sesuai dengan sekuen yang terjadi pada suatu rantai hubungan yang dianalisis. ALB telah banyak digunakan dalam penelitian pertanian seperti pada tanaman kopi (Marandu *et al.*, 2004), gula bit (Firouzabadi *et al.*, 2011), tembakau (Maleki *et al.*, 2011), dan tanaman *safflower* (Mohammadi *et al.*, 2012). Pada tanaman kakao, ALB belum pernah dilakukan, sementara Almeida *et al.* (1994) menganalisis hubungan karakter vegetatif dengan hasil dilakukan dengan metode AL. Demikian juga halnya yang dilakukan oleh Anita-Sari dan Susilo (2013) dalam menganalisis hubungan komponen hasil dengan berat biji didasarkan pada metode AL.

Salah satu model statistika yang dapat digunakan untuk menilai tingkat kesesuaian dan atau validitas hasil dari ALB ialah Model Persamaan Struktural/MPS (*structural equation modeling*). MPS ini merupakan model analisis konfirmasi yang di dalam penyusunan spesifikasi modelnya didasarkan pada teori dan hasil-hasil penelitian yang telah berkembang secara baik (Lei dan Wu, 2007). Penelitian ini bertujuan menganalisis karak-

ter vegetatif yang berpengaruh terhadap jumlah bunga dan buah kakao yang ditanam pada agroekosistem iklim kering, NTT, melalui pendekatan ALB dan MPS.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Maumere, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTT, mulai bulan Januari sampai Desember 2013. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian tempat sekitar 50 m di atas permukaan laut dengan tekstur tanah lempung berpasir (RPN, 2011) dan tipe iklim kering dengan curah hujan sekitar 1.200 mm dengan 6–8 bulan kering (curah hujan <60 mm per bulan) per tahun (Prawoto, 2008). Data-data unsur iklim pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Bahan

Obyek penelitian terdiri atas enam klon kakao, yaitu Sulawesi 01, Sulawesi 02, ICCRI 03, ICCRI 04, SCA 6, dan ICS 13 yang ditanam bulan Desember 2011 secara poliklonal dalam barisan tunggal dengan tanaman glirisidia (*Gliricidae* spp.) dan pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai tanaman penutup. Di samping itu, ditanam juga tanaman penutup tanah *Calapogonium caeruleum*. Pupuk kandang dan pupuk anorganik diberikan dengan dosis yang disajikan pada Tabel 2.

Metode

Metode penelitian yang digunakan ialah metode observasi dengan penentuan pohon contoh yang dilakukan dalam dua tahap. Pertama, dilakukan secara *purposive* berdasarkan jumlah tanaman yang telah memasuki fase pembungaan dan pembuahan, dan diperoleh sebanyak 362 pohon

Tabel 1. Data-data unsur iklim di KP Maumere, NTT tahun 2013.

| Bulan | Suhu udara (°C) | | | Rata-rata kelembaban udara (%) | Jumlah curah hujan (mm) | Banyaknya hari hujan (hari) |
|-----------|-----------------|---------|-----------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Maksimum | Minimum | Rata-rata | | | |
| Januari | 32,4 | 23,6 | 27,0 | 88 | 353,0 | 25 |
| Pebruari | 34,6 | 23,5 | 27,3 | 80 | 311,7 | 18 |
| Maret | 34,3 | 22,8 | 27,2 | 87 | 89,7 | 16 |
| April | 35,6 | 22,6 | 27,8 | 80 | 150,7 | 7 |
| Mei | 34,4 | 22,8 | 27,9 | 81 | 86,7 | 14 |
| Juni | 33,1 | 21,6 | 27,0 | 82 | 78,4 | 13 |
| Juli | 32,8 | 21,0 | 27,9 | 81 | 1,0 | 3 |
| Agustus | 32,5 | 21,0 | 26,9 | 73 | 29,0 | 7 |
| September | 33,6 | 21,6 | 27,5 | 68 | 0,0 | 0 |
| Oktober | 36,3 | 22,0 | 29,1 | 71 | 55,7 | 3 |
| Nopember | 36,2 | 24,0 | 29,0 | 76 | 59,9 | 14 |
| Desember | 34,4 | 23,3 | 28,1 | 82 | 209,6 | 17 |
| Jumlah | 410,2 | 269,8 | 332,7 | 949,0 | 1.425,4 | 137,0 |
| Rata-rata | 34,1 | 22,5 | 27,7 | 79,1 | 118,8 | 11,4 |

Sumber: Stasiun Klimatologi Kupang, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

Tabel 2. Rekomendasi pemupukan areal Obatua, Kecamatan Lio Timur, Kabupaten Ende.

| Umur (tahun) | Urea | SP-36 | KCl | Pupuk kandang liter/pohon/tahun |
|--------------|------------------|-------|-----|---------------------------------|
| | g/pohon/semester | | | |
| 0–1 | 35 | – | – | 10 |
| 1–2 | 60 | – | – | 10 |
| 2–3 | 120 | – | – | 20 |
| 3–4 | 200 | – | – | 20 |
| >4 | 300 | – | – | 30 |

Sumber: Prawoto (2008).

(34,15%) dari populasi awal 1.060 pohon. Kedua, dilakukan secara acak sederhana (*simple random sampling*) sebanyak 38 pohon (10,50%) dari populasi 362 pohon hasil sampling yang pertama.

Peubah Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada umur tanaman 24 bulan setelah tanam terhadap 14 peubah yang meliputi: (1) tinggi tanaman (TT), diukur dari permukaan tanah sampai pucuk tertinggi; (2) diameter pangkal batang (DPB), diukur pada jarak 5 cm dari permukaan tanah; (3) jumlah cabang primer (JCP); (4) diameter cabang primer (DCP), diukur pada cabang pertama dengan jarak 5 cm dari pertautan dengan cabang utama; (5) jarak cabang primer pertama (JRKCP), diukur mulai dari tempat pertautan antara cabang primer pertama dengan cabang utama sampai dengan permukaan tanah; (6) jumlah cabang sekunder (JCS); (7) diameter cabang sekunder (DCS), diukur pada cabang pertama dengan jarak 5 cm dari pertautan dengan cabang primer; (8) jarak cabang sekunder pertama (JRKCS), diukur mulai dari tempat pertautan dengan cabang primer sampai dengan pangkal cabang primer; (9) diameter tajuk (DT), rata-rata tajuk terluar arah utara-selatan dan barat-timur; (10) rasio tinggi tanaman dengan rata-rata diameter tajuk (TT_DT); (11) rasio jumlah cabang sekunder dengan cabang primer (JCS_JCP); (12) jumlah ruas cabang primer (JRCP); (13) jumlah bunga per pohon (JBG); dan (14) jumlah buah per pohon (JBH).

Analisis Data

Data dianalisis secara berurutan dengan tiga metode yang berbeda, yaitu metode korelasi, ALB, dan analisis MPS. Analisis korelasi dilakukan antara semua karakter vegetatif dengan jumlah bunga dan buah per pohon. Analisis berikutnya ialah ALB yang dilakukan dengan dua tahap analisis. Pertama, dianalisis karakter jumlah buah sebagai peubah terikat dengan semua karakter vegetatif dan jumlah bunga sebagai peubah bebas, dan tahap kedua, karakter jumlah bunga sebagai peubah terikat dengan semua karakter vegetatif sebagai peubah bebas. Untuk menghindari efek multikolinieritas pada ALB, maka dilakukan

seleksi peubah bebas secara bertatar (Zhong *et al.*, 2012). Analisis tahap akhir ialah analisis MPS yang tujuannya untuk mengkonfirmasi dan menilai validitas hasil ALB yang telah dilakukan sebelumnya. Keseluruhan analisis data ini dilakukan dengan bantuan software statistik SPSS dan AMOS versi 17,0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Korelasi antar Karakter Vegetatif dengan Jumlah Bunga dan Buah

Berdasarkan hasil analisis korelasi, diperoleh lima karakter vegetatif (DPB, JCS, DCS, DT, dan JCS_JCP) yang berkorelasi nyata dan positif dengan jumlah bunga, dan satu karakter (TT_DT) yang berkorelasi negatif. Sedangkan terhadap jumlah buah diperoleh empat karakter (DPB, DCP, DCS, dan JBG) yang berkorelasi secara nyata dan positif (Tabel 3).

Metode korelasi hanya menjelaskan hubungan antara dua peubah tetapi tidak mampu menjelaskan hubungan kausal (sebab-akibat) antarpeubah yang dimaksud. Oleh karena itu, untuk lebih menjelaskan lebih jauh tentang fenomena hubungan yang dimaksud diperlukan ALB. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Opgen-Rhein dan Strimmer (2007) serta Mohammadi *et al.* (2012), bahwa nilai korelasi itu tidak sama dengan nilai kausal.

Analisis Lintasan Bertahap

Analisis ini dilakukan dalam dua tahap sesuai dengan sekuen perkembangan tanaman kakao, yaitu perkembangan vegetatif, generatif (JBG), dan hasil (JBH). Tahap pertama, karakter jumlah buah (JBH) sebagai peubah terikat dengan semua karakter lainnya (karakter vegetatif dan JBG) sebagai peubah bebas; dan tahap kedua, antara karakter jumlah bunga (JBG) sebagai peubah terikat dengan semua karakter vegetatif sebagai peubah bebas. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 4 dan diagram lintasnya ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada analisis tahap pertama JBH secara nyata dan positif dipengaruhi langsung oleh DCS dan JBG.

Tabel 3. Korelasi antara karakter vegetatif dengan jumlah bunga dan jumlah buah.

| Karakter vegetatif (kode karakter) | Jumlah bunga/pohon | Jumlah buah/pohon |
|--|--------------------|-------------------|
| Tinggi tanaman (TT) | 0,30 | 0,18 |
| Diameter pangkal batang (DPB) | 0,50 ** | 0,38 * |
| Jumlah cabang primer (JCP) | 0,09 | 0,002 |
| Jarak cabang primer pertama (JRKCP) | 0,01 | -0,07 |
| Diameter cabang primer (DCP) | 0,31 | 0,37 * |
| Jumlah cabang sekunder (JCS) | 0,55 ** | 0,30 |
| Jarak cabang sekunder pertama (JRKCS) | -0,06 | -0,08 |
| Diameter cabang sekunder (DCS) | 0,56 ** | 0,55 ** |
| Diameter tajuk (DT) | 0,48 ** | 0,27 |
| Rasio tinggi tanaman dengan diameter tajuk (TT_DT) | -0,33 * | -0,16 |
| Rasio jumlah cabang sekunder dengan primer (JCS_JCP) | 0,47 ** | 0,29 |
| Jumlah ruas cabang primer (JRCP) | -0,06 | -0,12 |
| Jumlah bunga/pohon (JBG) | - | 0,53 ** |
| Jumlah buah/pohon (JBH) | - | - |

*p<0,05; **p<0,01.

Tabel 4. Pengaruh langsung dan tidak langsung karakter vegetatif terhadap JBH dan JBG.

| Kode karakter | Pengaruh langsung | Pengaruh tidak langsung | Nilai R ² |
|-------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
| Tahap I terhadap JBH : | | | |
| DCS | 0,37* | 0,18 | 0,37** |
| JBG | 0,32* | 0,21 | |
| Tahap II terhadap JBG : | | | |
| TT | 0,29* | 0,01 | 0,56** |
| DCP | -0,72** | 1,03 | |
| JCS | 0,45** | 0,10 | |
| DCS | 0,80** | -0,31 | |

*p<0,05; **p<0,01.

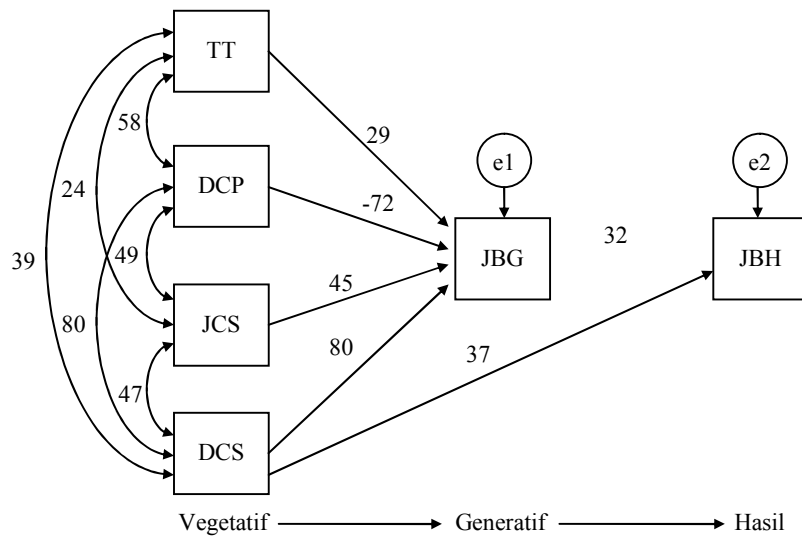
Pada analisis tahap kedua, JBG dipengaruhi secara langsung dan positif oleh TT, JCS, dan DCS, sedangkan DCP pengaruhnya negatif. Selanjutnya, pada Gambar 1 diperlihatkan adanya hubungan kausal (sebab-akibat) antar dua peubah yang ditunjukkan oleh gambar “panah kepala satu”, dan hubungan korelasi yang ditunjukkan oleh gambar “panah kepala dua” (Antonakis *et al.*, 2010; Garson, 2008), yang lebih menjelaskan lagi bahwa antara keduanya memang berbeda makna.

Ditinjau dari hasil pengujian melalui MPS ternyata modelnya dinilai sesuai (*fit*) dengan yang ada pada populasinya, karena ketujuh kriteria pengujian dapat terpenuhi (Tabel 5). Suatu MPS dikatakan sesuai (*fit*) apabila memiliki nilai Chi-square (χ^2) yang tidak nyata ($p > 0,05$); nilai GFI, AGFI, NFI, RFI, dan CFI antara 0,90–1,00; dan nilai of RMSEA < 0,08 (Barrett, 2007; Hoe, 2008; Hooper *et al.*, 2008).

ALB merupakan metode pengembangan dari AL yang dalam analisisnya dilakukan secara ber-

tahap sesuai dengan sekuensi karakter-karakter yang menyusun model hubungan yang dimaksud (Mohammadi *et al.*, 2012). Dalam diagram yang disajikan pada Gambar 1, JBG merupakan peubah *endogenous* yang bertindak sebagai peubah mediasi antara karakter vegetatif dengan JBH. Menurut Wu dan Zumbo (2008) serta Van Acker dan Witlox (2010), peubah mediasi merupakan peubah ketiga yang “menjembatani” suatu hubungan sebab-akibat, dan peubah mediasi ini biasanya berkorelasi dengan peubah bebas yang menjadi penyebab dalam hubungan yang dimaksud.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa makin meningkat tinggi tanaman serta jumlah dan diameter cabang sekunder, maka makin banyak jumlah bunga yang terbentuk. Pengaruh tersebut masing-masing sebesar 29, 45, 80%. Sebaliknya, makin besar diameter cabang primer maka makin sedikit jumlah bunga yang terbentuk dan besarnya pengaruh tersebut sebesar 72% (Tabel 5; Gambar 1).



Gambar 1. Diagram lintasan hasil MPS antara karakter vegetatif dengan karakter generatif (JBG) dan hasil (JBH).

Tabel 5. Hasil pengujian model persamaan struktural terhadap diagram lintas yang dibangun berdasarkan pada nilai lintasan bertahap.

| Hubungan kausal | Nilai estimasi | Galat baku | Kriteria pengujian |
|-----------------|----------------|------------|--|
| TT JBG | 0,29 * | 0,01 | $\chi^2 = 0,48$ (p = 0,92) (sesuai) |
| DCP JBG | -0,72 ** | 0,63 | GFI = 0,99 (sesuai) |
| JCS JBG | 0,45 ** | 0,33 | AGFI = 0,97 (sesuai) |
| DCS JBG | 0,80 ** | 0,90 | NFI = 0,99 (sesuai) |
| JBG JBH | 0,32 * | 0,08 | RFI = 0,98 (sesuai) |
| DCS JBH | 0,37 * | 0,39 | CFI = 1,00 (sesuai) RMSEA = 0,00 (sesuai) |

*p<0,05; **p<0,01.

Terjadinya hubungan yang negatif antara diameter cabang primer dengan jumlah bunga kemungkinan besar disebabkan oleh adanya proses pemangkasan cabang primer yang umumnya hanya disisakan cukup tiga cabang/pohon dengan tujuan untuk memperkuat dan menyokong pertumbuhan cabang-cabang sekunder. Di samping itu, dengan pemangkasan cabang primer dapat memberikan peluang yang cukup bagi sinar matahari untuk masuk ke lingkungan pertanaman. Oleh karena itu, dibatasinya jumlah cabang primer melalui pemangkasan menyebabkan pertumbuhan diameternya meningkat sehingga mampu mendukung serta memperkuat tumbuhnya cabang-cabang sekunder yang memiliki hubungan positif dengan karakter jumlah bunga. Hasil penelitian ini pun menunjukkan bahwa makin banyak jumlah bunga yang terbentuk dan makin besar diameter cabang sekunder, maka semakin banyak jumlah buah yang dihasilkan per

pohon, dan besarnya pengaruh tersebut masing-masing 32 dan 37% (Tabel 5; Gambar 1). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pada tanaman kakao umur 1-3 tahun, karakter tinggi batang merupakan salah satu karakter yang dapat digunakan untuk mengestimasi kapasitas hasil (Garcia dan Nicolella, 1985 dalam Almeida dan Valle, 2007), dan karakter ini berhubungan secara positif dengan jumlah buah sehat/pohon dan bobot kering biji/pohon (Almeida *et al.*, 1994). Pada penelitian ini, karakter tinggi batang akan sejalan atau identik dengan karakter tinggi tanaman.

Bunga dan buah kakao biasanya muncul di ketiak bekas daun (*leaf scars*) pada batang utama, dan atau pada cabang-cabang yang telah berkayu (Bartley, 2005; Niemenak *et al.*, 2009), sehingga makin banyak jumlah serta makin besar diameter cabang sekunder, maka makin banyak jumlah bunga dan buah yang akan terbentuk. Di sisi lain,

dikemukakan juga bahwa hasil buah pada tanaman kakao sangat dipengaruhi oleh jumlah bunga yang muncul dan persentase buah yang diserbuki atau dibuahi, serta dipengaruhi juga oleh persentase buah muda yang mampu berkembang sampai menjadi masak (Puslitkoka, 2008).

Hasil analisis ini lebih bersifat spesifik lokasi karena sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh setempat. Oleh karena itu, secara statistik hasil ini dinilai memiliki validitas eksternal yang rendah sehingga hanya berlaku untuk populasi per-tanaman kakao pada agroekosistem iklim kering, KP Maumere, NTT. Implikasi yang diperoleh dari hasil penelitian ini ialah bahwa untuk populasi per-tanaman kakao pada agroekosistem iklim kering, KP Maumere, NTT, terdapat empat karakter vegetatif yang dapat digunakan sebagai dasar seleksi produksi tinggi pada tahap yang lebih dini (tahap pertumbuhan vegetatif), sehingga dapat menghemat waktu dan biaya seleksi. Karakter tinggi tanaman serta jumlah dan diameter cabang sekunder dapat digunakan sebagai kriteria seleksi positif, sedangkan diameter cabang primer dapat digunakan sebagai kriteria seleksi negatif. Pada tahap lebih lanjut (tahap pertumbuhan generatif), jumlah bunga per pohon dapat digunakan sebagai kriteria seleksi positif.

KESIMPULAN

Pada populasi tanaman kakao di agroekosistem iklim kering, KP Maumere, NTT, karakter tinggi tanaman, jumlah, dan diameter cabang sekunder berpengaruh secara langsung dan positif masing-masing sebesar 29, 45, dan 80% terhadap jumlah bunga per pohon, sedangkan diameter cabang primer berpengaruh negatif sebesar 72%. Jumlah bunga dan diameter cabang sekunder berpengaruh secara langsung dan positif masing-masing sebesar 32 dan 37% terhadap jumlah buah per pohon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ujang Ahyar Saputra, SP sebagai Kepala KP Maumere, BPTP Nusa Tenggara Timur, beserta para staf yang telah memfasilitasi dan mendukung pelaksanaan penelitian ini serta dalam pengumpulan data di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjaloo, M.K., W. Oduro, and B.K. Banful. 2010. Floral phenology of Upper Amazon cocoa trees: implications for reproduction and productivity of cocoa. *ISRN Agronomy*. 2012:1–8. A doi:10.5402/2012/461674.
- Almeida, A-A.F. de and R.R. Valle. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant. Physiol.* 19:425–448.
- Almeida, C.M.V.C., R. Vencovsky, C.D. Cruz, and B.G.D. Bartley. 1994. Path analysis of yield components of cacao hybrids. *Rev. Brasil. Genet.* 17(2):181–186.
- Anita-Sari, I. dan A.W. Susilo. 2013. Pengembangan kriteria seleksi karakter berat biji pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pendekatan analisis sidik lintas. *Pelita Perkebunan* 29(3):174–181.
- Antonakis, J., S. Bendahan, P. Jacquart, and R. Lalive. 2010. On making the causal claims: A review and recommendations. *The Leader. Quart.* 21:1086–1120.
- Barrett, P. 2007. Structural equation modeling: Adjudging model fit. *Person. and Individ. Diff.* 42:815–824.
- Bartley, B.G.D. 2005. *The genetic diversity of cacao and its utilization*. CABI Publishing, UK.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2011. *Pedoman teknis praktek budi daya kakao yang baik*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Firouzabadi, M.B., N. Farrokhi, and M. Parsaeyan. 2011. Sequential path analysis of some yield and quality components in sugar beet grown in normal and drought conditions. *Italian J. Agron.* 6:45–51.
- Garson, G.D. 2008. Path analysis. www2.faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/path.htm. (diakses 10 Maret 2008).
- Hoe, S.L. 2008. Issues and procedures in adopting structural equation modeling technique. *J. Appl. Quant. Meth.* 3(1):76–83.

- Hooper, D., J. Coughlan, and M. Mullen. 2008. Structural equation modeling: Guidelines for determining model fit. *Electron. J. Buss. Res. Meth.* 6(1):53–60.
- Karadag, E. 2012. Basic features of structural equation modeling and path analysis with its place and importance in educational research methodology. *Bulgarian J. Sci. and Educ. Policy* 6(1):194–212.
- Lei, P-W. and Q. Wu. 2007. Introduction to structural equation modeling: Issues and practical considerations. Instructional topics in educational measurement. The Pennsylvania State University, USA.
- Maleki, H.H., G. Karimzadeh, R. Darvishzadeh, and A. Saraffii. 2011. Correlation and sequential path analysis of some agronomic traits in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) to improve dry leaf yield. *Asian J. Crop. Sci.* 5(12):1644–1648.
- Marandu, E.F.T., S.O.W.M. Reuben, and R.N. Misangu. 2004. Genotypic correlation and path influence among components of yield in selected Robusta coffee (*Coffea canephora* L.) clones. *West Afric. J. Appl. Ecol.* 5:11–20.
- Mohammadi, M., P. Sharifi, R. Karimzadeh, and M.K. Sheafazadeh. 2012. Sequential path analysis for determination of relationships between yield and oil content and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Inter. J. Agric. Res. and Review* 2(4):410–415.
- Mokhtassi, B.A., G.A. Akbari, M.J. Mirhadi, E. Zand, and S. Soufizadeh. 2011. Path analysis of the relationships between seed yield and some morphological and phenological traits in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Euphytica* 148:261–268.
- Niemenak, N., C. Cilas, C. Rohsius, H. Bleiholder, U. Meier, and R. Lieberei. 2009. Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma* sp.): Codification and description according to the BBHC scale. *Ann. Appl. Biol.* 155:1–12.
- Ojo, A.D. and I. Sadiq. 2010. Effect of climate change on cocoa yield: A case of cocoa research institute (CRIN) farm, Oluyole Local Government Ibadan Oyo State. *J. Sustain. Develop. in Africa* 12(1):350–358.
- Omolaja, S.S., P. Aikpokpotion, S. Oyedeji, and D.E. Wioko. 2009. Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. *Afric. Crop Sci. J.* 17(1):42–48.
- Opgen-Rhein, R. and K. Strimmer. 2007. From correlation to causation networks: a simple approximate learning algorithm and its application to high-dimensional plant gene expression data. *Methodology article. BMC Systems Biology* 1(37):1–10.
- Prawoto, A.A. 2008. Integrasi klon kakao harapan dengan budi daya dan pengelolaan yang sesuai untuk lahan marjinal, terhadap produksi dan kualitas biji di Donggala dan Ende. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Tahun 2008. Proyek Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI). Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2008. Panduan lengkap budi daya kakao. Kiat mengatasi permasalahan praktis. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Riset Perkebunan Nusantara. 2011. Pengujian klon kakao unggul dan teknik pengelolaan pertanaman yang sesuai untuk lahan kering iklim kering NTT. Laporan Akhir Pengadaan Jasa Konsultasi Penelitian Perkebunan (No. 01/JK-Pen/I.4/2011). Kontrak Pengadaan Barang dan Jasa Nomor: 63/KPBJ/I.4/07/2011, tanggal 8 Juli 2011. Buku-2. hlm. 1-27.
- Van Acker, V. and F. Witlox. 2010. Car ownership as a mediating variable in car travel behavior research using a structural equation modeling approach to identify its dual relationship. *J. Transp. Geograph.* 18(1):65–74.
- Wu, A.D. and B.D. Zumbo. 2008. Understanding and using mediators and moderators. *Soc. Indic. Res.* 87:367–392.
- Zhong, W., T. Zhang, Y. Zhu, and J.S. Liu. 2012. Correlation pursuit: Forward stepwise variable selection for index models. *J. Royal Stat. Soc.* 74(5):849–870.
-