

PENGARUH VARIETAS DAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH TERHADAP PERKECAMBAHAN DAN FISIK BENIH KOPI ARABIKA

EFFECT OF VARIETIES AND FRUIT MATURATION STAGES ON GERMINATIONS AND PHYSICAL OF ARABICA COFFEE SEEDS

*Saefudin dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia
[*udzin61@gmail.com](mailto:udzin61@gmail.com)

(Tanggal diterima: 28 Agustus 2013, direvisi: 18 September 2013, disetujui terbit: 2 November 2013)

ABSTRAK

Salah satu ciri untuk menentukan perbedaan tingkat kematangan buah pada tanaman kopi adalah didasarkan pada perbedaan warna kulit buah dan atau berdasarkan umur buah yang dihitung dari hari setelah anthesis (HSA). Secara umum, panen buah berwarna merah dapat menghasilkan perkecambahan yang lebih baik dibandingkan dengan buah warna hijau. Percobaan ini dilakukan di Kebun Percobaan Pakuwon serta Rumah Kaca dan Laboratorium Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, mulai bulan April sampai Agustus 2013, dengan tujuan menganalisis pengaruh perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah terhadap perkecambahan dan komponen fisik benih kopi Arabika. Rancangan yang digunakan adalah petak terpisah yang diulang tiga kali. Sebagai petak utama adalah empat varietas kopi Arabika, yaitu Sigarar Utang, Kartika 1, S 795, dan Kartika 2. Sebagai anak petak adalah empat taraf tingkat kematangan buah yang secara operasional didefinisikan sebagai panen buah warna merah (≈ 249 HSA), kuning-kemerahan (≈ 241 HSA), kuning (≈ 233 HSA), dan hijau-kekuningan (≈ 225 HSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas dan tingkat kematangan buah berpengaruh terhadap kecepatan perkecambahan benih kopi Arabika. Varietas S 795 lebih cepat berkecambah dibandingkan varietas Sigarar Utang, Kartika 1, dan Kartika 2. Buah warna merah, kuning-kemerahan, dan kuning lebih cepat berkecambah dibandingkan buah warna hijau-kekuningan. Varietas Sigarar Utang memiliki bobot segar buah, bobot segar biji, dan bobot kering biji yang lebih tinggi serta kadar air biji yang rendah, diikuti oleh varietas S 795, Kartika 1, dan Kartika 2. Keberhasilan perkecambahan tidak hanya ditentukan oleh komponen mutu fisik benih, tetapi dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan.

Kata Kunci: Kopi Arabika, perkecambahan, komponen fisik benih, varietas, tingkat kematangan buah

ABSTRACT

One characteristic in determining the differences of fruit maturity levels in coffee is based on the difference in colour of epicarp or based on the ages of fruit that is calculated starting on a days after anthesis (HSA). In general, fruits in cherry level can result better germination than green level. This experiment was conducted at Pakuwon Experimental Station, Laboratory and Greenhouse of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, Sukabumi, beginning from April until August 2013. The objectives of this study was to analyze the effect of varieties and fruit maturation stages on germinations and physical components of Arabica coffee seeds. The split plot design with three replications was used in this study. The main plot factors were four varieties of Arabica coffee i.e. Sigarar Utang, Kartika 1, S 795, and Kartika 2. While the split plot factors were four level of fruit maturation stages defined operationally by harvest fruit in cherry level (≈ 249 HSA), redish-yellow level (≈ 241 HSA), yellow level (≈ 233 HSA), and yellowish-green level (≈ 225 HSA). The results showed that the difference in coffee varieties and fruit maturation stages affect the germination speed of Arabica coffee seed. S 795 more faster to germinate than Sigarar Utang, Kartika 1, and Kartika 2. Similarly, fruit in the cherry level, redish-yellow, and yellow more faster to germinate than fruit in the yellowish-green level. Sigarar Utang has the highest in fresh weight of fruit and seed and dry weight of seed, and the lowest in seed water content, followed by S 795, Kartika 1, and Kartika 2. The germination success not only determined by seed physical quality components but is also influenced by environmental factors.

Keywords: Arabica coffee, germination, seed physical component, variety, fruit maturation stages

PENDAHULUAN

Perbanyakannya benih pada tanaman kopi dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif, tergantung pada sifat penyerbukannya. Perbanyakannya benih melalui biji dapat dilakukan pada kopi spesies Arabika karena memiliki sifat menyerbuk sendiri (*self pollinated*). Keunggulan perbanyakannya benih kopi melalui biji di antaranya adalah dapat memproduksi benih dalam jumlah besar dengan periode waktu yang lebih singkat. Oleh karena itu, inovasi-inovasi teknologi yang berkaitan dengan masalah perbanyakannya tanaman kopi melalui biji, seperti penyediaan benih atau biji berkualitas, teknik dan uji perkecambahannya yang baik dan cepat, dan penanganan benih setelah perkecambahannya tetap diperlukan dan memegang peranan yang penting. Keberhasilan pertumbuhannya dan produksi tanaman kopi di lapang sangat ditentukan oleh keberhasilannya dalam penanganannya pada fase perbenihannya.

Kendala dalam produksi benih kopi dengan biji adalah tidak serempaknya proses pembungaannya dan perkembangan buahnya. Hal ini menyebabkan panen buah untuk keperluan benih harus dilakukan secara bertahap sesuai dengan tingkat kematangannya buahnya. Lamanya proses pematangannya buah berbeda-beda untuk tiap spesies kopi, biji kopi spesies Arabika mulai matang pada umur 210-250 hari setelah anthesis (HSA), kopi Robusta antara 300-350 HSA, kopi Liberika sekitar 360 HSA, dan kopi *Racemosa* hanya 90 HSA (Medina Filho *et al.*, 1984; Carvalho *et al.*, 1991). Selain pengaruh genetiknya (varietas), hal lain yang mempengaruhi tidak serempaknya proses pembungaannya dan pembuahannya kopi adalah faktor lingkungannya (Da Matta *et al.*, 2007).

Untuk keperluan produksinya benih, panen buahnya harus sudah mencapai matang fisiologis. Delouche (1983) menyatakan bahwa berat kering dan viabilitasnya benih akan mencapai titik maksimum ketika benih memasuki matang fisiologis, dan pada keadaan matang fisiologis ini benih memiliki vigor maksimum. Penentuan saat panen buahnya biasanya ditentukan berdasarkan atas perubahannya warna kulit buahnya, kekerasannya kulit buahnya, dan rontoknya buahnya atau biji, serta pecahnya kulit buahnya. Tolok ukurnya yang dapat digunakan untuk menentukan waktu yang tepat untuk pemanenannya (matang fisiologis)

adalah benih memiliki daya kecambahannya dan berat kering maksimum tetapi dengan kadar air benih minimum.

Dalam memproduksinya benih kopi secara komersial maka direkomendasikan untuk panen buah yang telah matang penuh yaitu pada tahap warna buah merah (tingkat *cherry*), karena buah yang dipanen dengan kriteria tersebut dapat menghasilkan nilai perkecambahannya dan vigor benih yang lebih baik dibandingkan warna buah kuning-kehijauan (Veiga *et al.*, 2007 dan Rosa *et al.*, 2010). Perubahan warnanya buah kopi mulai hijau sampai menjadi merah merupakan informasi penting sebagai salah satu kriteria tingkat kematangannya buah, apabila tidak tersedia informasi lainnya tentang kriteria kematangannya secara fisiologi dan biokimia yang terjadi pada *pericarp* dan *endosperm* (Guyot *et al. dalam* Eira *et al.*, 2006; Mendes *et al. dalam* Baliza *et al.*, 2012). Perubahan warnanya kulit luar buah (*exocarp*) kopi mulai dari hijau, kuning, dan sampai merah merupakan gejala menghilangnya pigmen-pigmen klorofil dan mulai terakumulasi *anthocyan* selama tahap akhir pematangannya buah (Martin-Lopez *et al.*, 2003), kecuali varietas-varietas yang secara genetiknya memang memiliki karakter buah warnanya kuning, seperti varietas "Yellow Catura" atau "Yellow Catuai" akan tetap berwarna kuning sampai pada tahap pematangannya buahnya (Bittenbender dan Smith, 2008).

Penentuan tingkat kematangannya buah kopi berdasarkan perbedaan warnanya kulit buah bersifat sangat praktis. Pada umumnya pelaksanaannya panen buah kopi di tingkat lapangan dilakukan dengan cara dipetik satu per satu berdasarkan perbedaan warnanya untuk menjaga kualitas hasilnya yang baik. Penentuan panen buah kopi didasarkan umurnya buah dinilai kurang praktis, di samping terdapatnya perbedaan umurnya antara satu buah dengan buah lain, baik pada cabang buah yang sama maupun pada cabang yang berlainan. Informasi tentang tingkat kematangannya buah yang didasarkan pada umurnya buah dapat digunakan sebagai informasi dasar yang bersifat umum. Penghitungannya tingkat kematangannya buah seperti ini dapat dilakukan melalui perhitungan jumlah HSA (Medina Filho *et al.*, 1984; Carvalho *et al.*, 1991), atau jumlah hari setelah pembungaannya secara serempak (HSP) (Sondahl dan Sharp *dalam* Pezzopane *et al.*, 2011)

sampai kriteria buah matang yang telah ditetapkan sebelumnya dengan kriteria tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah terhadap perkecambahan dan komponen fisik benih kopi Arabika.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon serta Rumah Kaca dan Laboratorium Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Parungkuda, Sukabumi, mulai bulan April sampai dengan Agustus 2013. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian ± 450 meter di atas permukaan laut, dengan jenis tanah latosol dan tipe iklim B (Schmidt and Fergusson).

Percobaan disusun dalam rancangan petak terpisah; petak utama adalah empat varietas kopi Arabika dan anak petak adalah empat tingkat kematangan buah dengan ulangan sebanyak tiga kali, sehingga seluruhnya terdapat 48 satuan percobaan. Keempat varietas kopi Arabika yang diuji sebagai petak utama adalah Sigarar Utang, Kartika 1, S 795, dan Kartika 2, sedangkan sebagai anak petak adalah empat tingkat kematangan buah berdasarkan perbedaan warna kulit buah, yaitu warna merah (*cherry*), kuning-kemerahan (*redish-yellow*), kuning (*yellow*), dan hijau-kekuningan (*yellowish-green*). Apabila diasumsikan bahwa faktor lingkungan dinilai konstan, maka untuk mengkuantifikasi kriteria kematangan buah berdasarkan perbedaan warna dapat didekati dengan kriteria umur. Pendekatan ini didasarkan pada hasil penelitian Medina Filho *et al.*, (1984) dan Carvalho *et al.* (1991) yang telah menemukan bahwa biji kopi spesies Arabika mulai matang pada umur 210-250 HSA, sedangkan hasil identifikasi yang telah dilakukan Estanislau *dalam* Eira *et al.* (2006) diketahui bahwa buah kopi Arabika dengan tingkat warna kulit buah hijau-kekuningan memiliki umur sekitar 225 HSA. Selanjutnya hasil pengamatan Rusli (2013) terhadap buah kopi varietas Arabika di KP. Pakuwon ternyata memerlukan waktu rata-rata sekitar 8 hari untuk berubah warna dari hijau ke kuning, kuning ke merah muda, dan merah muda ke merah tua.

Atas dasar ketiga pendapat tersebut, maka empat tingkat kematangan buah berdasarkan warna buah pada penelitian ini dapat menghasilkan dugaan bahwa buah warna hijau-kekuningan berumur ± 225 HSA, warna kuning berumur ± 233 HSA ($\approx 225+8$), warna kuning-kemerahan berumur ± 241 HSA ($\approx 233+8$), dan warna merah berumur ± 249 HSA ($\approx 241+8$).

Bahan percobaan berupa buah kopi diperoleh dari pertanaman koleksi kopi Arabika KP Pakuwon dengan umur tanaman 22 bulan. Panen buah dilakukan secara serempak untuk keempat varietas dengan empat kriteria kematangan buah yang berbeda sesuai dengan perlakuan yang dicoba. Buah hasil seleksi kemudian dibagi ke dalam dua kelompok besar. Kelompok 1 digunakan sebagai bahan percobaan perkecambahan benih, sedangkan kelompok 2 digunakan sebagai bahan percobaan komponen fisik benih.

Peubah yang diukur dalam percobaan perkecambahan benih adalah persentase dan kecepatan perkecambahan. Peubah pada komponen fisik benih meliputi: bobot segar satu butir buah, bobot segar satu butir biji, bobot kering satu butir biji, dan persentase kadar air biji. Untuk memperoleh data perkecambahan, disemai sebanyak 50 butir benih untuk setiap satuan percobaan seperti yang telah dilakukan oleh Rosa *et al.* (2005) pada benih kopi Robusta serta Veiga *et al.* (2007), Baliza *et al.* (2012), dan Hilst *et al.* (2012) pada benih kopi Arabika. Media pengecambahan benih adalah pasir halus dengan kotak perkecambahan yang terbuat dari kayu albisia. Untuk memperoleh data komponen fisik benih, diperlukan benih kopi sebanyak 3600 butir dengan perincian 100 butir untuk pengukuran bobot segar buah dan biji dan 25 butir untuk pengukuran bobot kering serta kadar air biji. Bobot kering dan kadar air biji diperoleh melalui pemanasan secara alami (panas sinar matahari langsung).

Penghitungan persentase perkecambahan benih dilakukan mulai hari ke-30 setelah semai (HSS) mengikuti *Rules for Seed Analysis* (Brasil, 2009), dengan selang waktu delapan hari sekali sampai umur 62 HSS, dengan rumus sebagai berikut:

$$PP = \frac{JBB_n}{JTB} \times 100\%$$

Keterangan:

- PP = Persentase perkecambahan
 JBB_n = Jumlah benih yang berkecambah normal pada umur n hari setelah semai (HSS)
 JTB = Jumlah total benih yang dikecambahkan.

Peubah kecepatan perkecambahan dihitung berdasarkan jumlah waktu yang diperlukan untuk mengecambahkan benih normal sebanyak 10, 20, 30, 40, 50, dan 60% dari total benih yang disemai, dengan notasi R_n (n = persentase perkecambahan) (Ching dalam Thomson dan El-Kassaby, 1993) dan indeks kecepatan munculnya kecambah (IKM) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Edmond and Drapala dalam Pires *et al.*, 2012) :

$$IKM = \frac{(JH_{30} \cdot JB_{30}) + (JH_{31} \cdot JB_{31}) + \dots + (JH_{62} \cdot JB_{62})}{(JB_{30} + JB_{31} + \dots + JB_{62})}$$

Keterangan:

- IKM = Indeks kecepatan muncul
 JH_n = Jumlah hari ke-n
 JB_n = Jumlah benih yang berkecambah pada hari ke-n.

Kriteria kecambah normal ditandai dengan munculnya hipokotil yang berukuran minimal dua kali panjang benih, atau berukuran lebih dari 2 cm seperti yang telah dilakukan oleh Baliza *et al.* (2012). Data yang terkumpul kemudian dianalisis melalui analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji

beda rata-rata menggunakan metode Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Varietas terhadap Persentase dan Kecepatan Perkecambahan

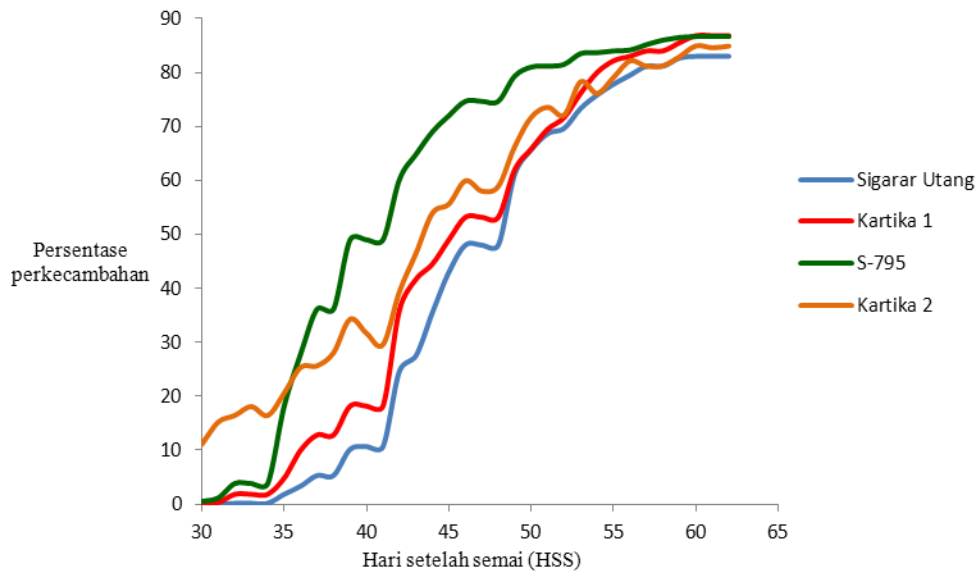
Persentase perkecambahan benih yang selama 62 hari perkecambahan berkisar antara 64 sampai 100%. Dengan dicapainya nilai maksimum 100% mengindikasikan bahwa kisaran waktu perkecambahan tersebut sudah dapat dikategorikan cukup optimal. Namun demikian, dengan angka kisaran tersebut menunjukkan adanya variasi persentase perkecambahan yang cukup tinggi yang diakibatkan oleh perbedaan varietas yang digunakan serta perbedaan warna buah kopi yang dipanen.

Perbedaan persentase perkecambahan karena adanya perbedaan varietas mulai terlihat pada pengamatan kedua (38 HSS) dan berangsur-angsur mengalami perubahan sejalan dengan perubahan waktu pengamatan. Sampai umur 46 HSS, varietas S 795 menghasilkan perkecambahan tertinggi dan diikuti oleh Kartika 1, Sigara Utang, dan Kartika 2. Selanjutnya pada pengamatan 54 HSS terjadi perubahan yang cukup nyata, varietas S 795, Kartika 1, dan Sigara Utang tidak memperlihatkan perbedaan. Varietas Kartika 2 merupakan varietas yang rendah persentase perkecambahannya, walaupun tidak berbeda dengan Kartika 1 dan Sigara Utang. Pada akhir percobaan (62 HSS), keempat varietas yang diuji tidak lagi memperlihatkan perbedaan yang nyata (Tabel 1; Gambar 1).

Tabel 1. Persentase perkecambahan pada 30, 38, 46, 54, dan 62 hari setelah semai (HSS) berdasarkan pada perbedaan varietas kopi Arabika
 Table 1. Percentage of coffee seed germination at 30, 38, 46, 54, and 62 days after sowing (HSS) based on differences in varieties of Arabica coffee

Varietas	Persentase perkecambahan				
	30 HSS	38 HSS	46 HSS	54 HSS	62 HSS
Sigarar Utang	0,00 a	5,33 c	48,00 bc	75,83 ab	83,00 a
Kartika 1	0,03 a	12,83 b	53,17 b	80,00 ab	86,33 a
S 795	0,50 a	36,17 a	74,67 a	83,67 a	86,67 a
Kartika 2	0,00 a	3,50 c	41,50 c	72,50 b	78,83 a
KK (%)	220,32	18,83	6,44	9,68	9,23

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSS = hari setelah semai
 Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level; HSS = days after sowing



Gambar 1. Kurva persentase perkecambahan benih empat varietas kopi Arabika
Figure 1. Percentage of seed germination curves in four varieties of Arabica coffee

Fluktuasi nilai persentase perkecambahan yang terjadi selama periode pengamatan (30-62 HSS) memberikan indikasi bahwa keempat varietas kopi Arabika yang diuji memiliki kesamaan kinerja dalam menghasilkan benih selama 62 hari perkecambahan. Perbedaan yang terjadi pada 38, 46, dan 54 HSS tidak dapat digunakan sebagai informasi yang tepat untuk menilai persentase perkecambahan dari suatu varietas, mengingat proses perkecambahannya masih berlangsung terus secara normal. Penilaian yang tepat adalah setelah perkecambahan berakhir, yaitu pada 62 HSS, yang memperlihatkan tidak adanya perbedaan persentase perkecambahan untuk keempat varietas yang diuji. Penelitian ini menunjukkan bahwa mutu genetik benih yang berkaitan dengan kinerja perkecambahan pada keempat varietas kopi Arabika yang diuji memiliki kesamaan Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa perkecambahan benih kopi pada umumnya memiliki kesamaan jika pada spesies yang sama, tetapi akan berbeda jika spesiesnya berbeda (Medina Filho *et al.*, 1984; Carhalho *et al.*, 1991).

Pada periode pengamatan awal (30 HSS), terjadi variasi yang cukup tinggi antar varietas yang diuji dan kemudian menurun sejalan dengan meningkatnya waktu perkecambahan. Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien keragaman (KK) yang

semakin menurun sejalan dengan bertambahnya umur perkecambahan (Tabel 1). Tingginya variasi perkecambahan pada 30 HSS dikarenakan pada umur tersebut dari sebanyak 150 butir benih yang disemaikan untuk setiap varietas, ternyata varietas Kartika 1 dan S 795 baru berkecambah masing-masing 2 dan 3 benih, sementara itu varietas Sigarar Utang dan Kartika 2 belum mulai berkecambah. Namun demikian, berdasarkan data yang diperoleh bahwa secara umum proses perkecambahan yang terjadi pada kondisi rumah kaca ini sudah dapat dikategorikan optimal apabila dibandingkan kondisi lapang maupun kondisi laboratorium benih.

Pada kondisi laboratorium dengan lingkungan yang terkendali ternyata perkecambahan benih kopi dimulai umur 7 HSS yang ditandai dengan munculnya tonjolan pada benih yang disebut *radicle*, dan selanjutnya diikuti dengan munculnya hipokotil, akar primer dan akar lateral sampai 30 HSS. Pada 45 HSS baru muncul daun dari kotiledon (Da Silva *et al.*, 2004; Rosa *et al.*, 2010). Sedangkan pada kondisi lapang yang faktor lingkungannya sulit untuk dikendalikan ternyata benih kopi Arabika baru muncul ke permukaan tanah sekitar 50 sampai 60 HSS, dan bila suhu rendah meningkat menjadi sekitar 90 HSS (Maestri *et al. dalam* Eira *et al.*, 2006).

Pada Tabel 2 dan Gambar 2 dapat diketahui bahwa parameter kecepatan berkecambah yang didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk mengecambahkan secara normal sebanyak 10-60% dari total benih, ternyata varietas S 795 memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan varietas-varietas lainnya. Hal ini diduga bahwa varietas S 795 memiliki masa adaptasi lebih lama dengan kondisi lingkungan di Indonesia karena varietas ini mulai diintroduksi dari India pada tahun 1954. Kopi varietas S 795 saat ini telah banyak menyebar ke sentra-sentra produksi kopi di

Indonesia, dan salah satu keunggulannya adalah memiliki biji normal yang cukup tinggi dan toleran terhadap lahan-lahan marjinal. Sementara itu, varietas Sigarar Utang merupakan varietas unggul lokal yang ditemukan di Tapanuli Utara dan asal-usul genetiknya tidak jelas. Varietas Kartika 1 dan 2 merupakan varietas hasil seleksi negatif dari populasi CIFIC 520-3 yang diintroduksi dari Portugal tahun 1985, dengan karakter spesifik yang dimilikinya adalah tipe pertumbuhannya yang katai (Baon, 2011).

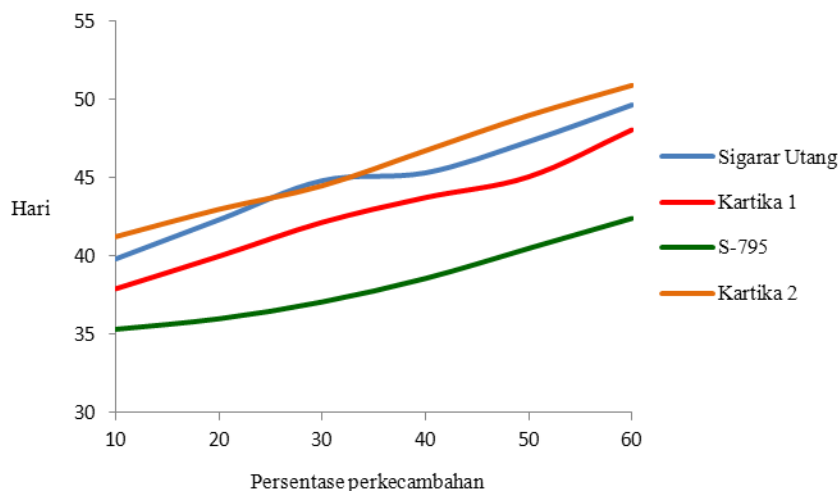
Tabel 2. Waktu yang diperlukan untuk berkecambah 10-60% dari total benih dan indeks kecepatan muncul (IKM) berdasarkan pada perbedaan varietas kopi Arabika

Table 2. Times required for 10-60% of total seeds to germinate and the emergence speed index (IKM) based on differences in varieties of Arabica coffee

Varietas	Waktu yang diperlukan untuk berkecambah						IKM
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	
	hari						
Sigarar Utang	39,83 ab	42,33 a	44,83 b	45,33 b	47,33 ab	49,67 ab	60,90 ab
Kartika 1	37,92 bc	40,00 a	42,17 c	43,75 c	45,08 b	48,08 b	59,91 b
S 795	35,33 c	36,00 b	37,08 d	38,58 d	40,50 c	42,42 c	56,26 c
Kartika 2	41,25 a	43,00 a	44,50 a	46,75 a	49,00 a	50,92 a	61,55 a
KK (%)	5,28	5,31	0,83	2,24	3,81	3,36	1,21

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; IKM = indeks kecepatan muncul

Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level; IKM = emergence speed index



Gambar 2. Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan 10-60% kecambah pada empat varietas kopi Arabika
Figure 2. Time required for 10-60% of total seeds to germinate in four varieties of Arabica coffee

Parameter kecepatan berkecambah sangat penting dalam suatu industri perbenihan komersial karena berkaitan dengan aspek pemenuhan target permintaan benih dalam jumlah besar dengan waktu yang relatif lebih singkat. Walaupun varietas S 795 ini memiliki persentase perkecambahan yang sama dengan vareitas lainnya sampai 62 HSS (Tabel 1), tetapi kelebihan yang dimilikinya adalah dapat menyediakan benih kopi secara cepat dalam waktu relatif singkat dibandingkan ketiga varietas lainnya. Rosa *et al.* (2010) mengemukakan pentingnya parameter kecepatan perkecambahan melalui upaya memperpendek waktu uji perkecambahan benih kopi menjadi 15 HSS tanpa mengurangi kualitas benih yang akan diproduksi. Melalui percepatan uji perkecambahan ini dapat bermanfaat dalam mempercepat produksi benih walaupun dalam jumlah yang relatif besar sehingga upaya pemenuhan kebutuhan konsumen dalam waktu singkat dapat dicapai.

Pengaruh Tingkat Kematangan Buah terhadap Persentase dan Kecepatan Perkecambahan

Berdasarkan pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa tingkat kematangan buah kopi berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan hanya pada 38 dan 46 HSS, sedangkan pada awal (30 HSS) dan akhir-akhir percoabaan (54 dan 62 HSS) tidak berpengaruh nyata. Pada 38 dan 46 HSS, buah yang dipanen dengan warna kuning (≈ 233 HSA), kuning-kemerahan (≈ 241 HSA), dan merah (≈ 249 HSA) menghasilkan persentase

perkecambahan yang sama, tetapi ketiganya cenderung lebih baik bila dibandingkan panen buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA). Hal ini pun dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa terjadi jarak kurva cukup lebar antara buah yang dipanen warna kuning sampai merah (≈ 233 – 249 HSA) dengan panen buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA), sementara pada umur lainnya (30, 54, dan 62 HSS) jarak tersebut tidak terlalu lebar. Jadi, dalam hal ini perbedaan persentase perkecambahan yang terjadi pada 38 dan 46 HSS lebih mengindikasikan pada perbedaan kecepatan perkecambahan.

Kesimpulan sementara yang dapat dikemukakan adalah bahwa tingkat kematangan buah berdasarkan pada warna buah panen mulai dari hijau-kekuningan (≈ 225 HSA), kuning (≈ 233 HSA), kuning-kemerahan (≈ 241 HSA), dan sampai warna merah (≈ 241 HSA) tidak berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan. Hal yang dapat terjadi pada penelitian ini adalah bahwa buah kopi yang dipanen warna kulit buah hijau-kekuningan (≈ 225 HSA) secara fisiologis telah memasuki kriteria matang fisiologis tetapi kondisinya belum siap untuk melakukan perkecambahan karena tidak didukung oleh kondisi kulit buah yang masih keras dengan kadar air masih terlalu tinggi. Dalam hal ini, tingkat kematangan buah secara fisiologis pada buah warna hijau-kekuningan tidak sejalan dengan tingkat perubahan warna buah menuju kuning atau merah, disebabkan oleh faktor lingkungan yang kurang mendukung, terutama sekali intensitas cahaya matahari dan suhu udara.

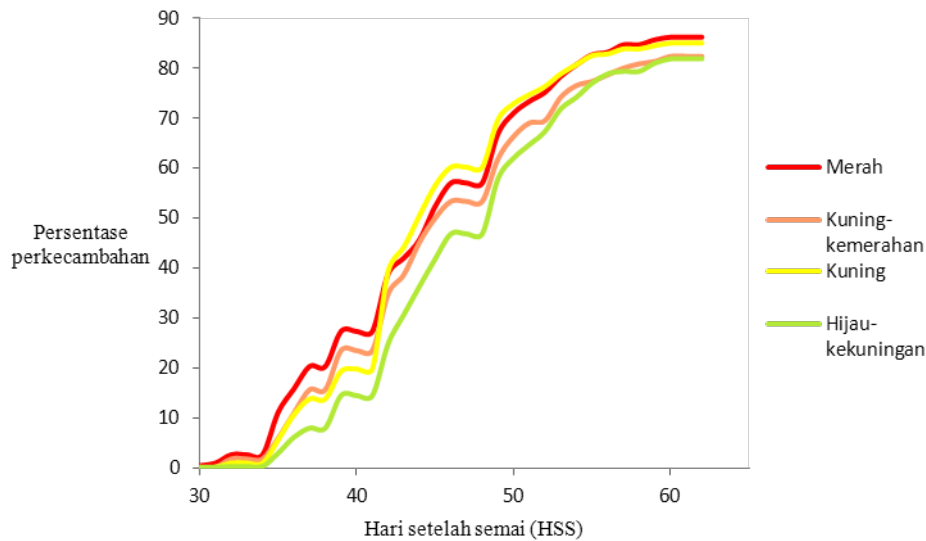
Tabel 3. Persentase perkecambahan pada 30, 38, 46, 54, dan 62 hari setelah semai (HSS) berdasarkan pada perbedaan empat tingkat kematangan buah kopi Arabika

Table 3. Percentage of germination at 30, 38, 46, 54, and 62 days after sowing (HSS) based on differences in four level of fruit maturation stages of Arabica coffee

Tingkat kematangan buah	Persentase perkecambahan				
	30 HSS	38 HSS	46 HSS	54 HSS	62 HSS
Merah (≈ 249 HSA)	0,50 a	27,33 a	57,00 ab	78,33 a	86,17 a
Kuning-kemerahan (≈ 241 HSA)	0,17 a	23,50 a	53,33 ab	74,17 a	82,33 a
Kuning (≈ 233 HSA)	0,00 a	19,50 ab	60,17 a	78,83 a	85,00 a
Hijau-kekuningan (≈ 225 HSA)	0,17 a	14,50 b	46,83 b	71,50 a	81,83 a
KK (%)	318,67	33,93	13,04	10,30	8,76

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSS = hari setelah semai; HSA = hari setelah anthesis

Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level; HSS = days after sowing; HSA = days after anthesis



Gambar 3. Kurva persentase perkecambahan kopi pada empat tingkat kematangan buah kopi Arabika
Figure 3. Percentage of seed germination curves in four levels of fruit maturation stages of Arabica coffee

Buah yang dipanen dalam penelitian ini berasal dari populasi tanaman kopi Arabika yang ditanam dengan tanaman penaung kelapa Genjah Salak. Kehadiran tanaman penaung pada pertanaman kopi merupakan salah satu bagian dari faktor lingkungan yang akan mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia pematangan buah. Buah yang agak terlindungi dan kurang mendapatkan sinar matahari langsung akan memiliki kecepatan perubahan warna menuju merah relatif lebih lambat bila dibandingkan dengan buah yang langsung mendapat sinar matahari penuh.

Beberapa faktor lingkungan dan manajemen pengelolaan tanaman akan dapat memodifikasi secara fisiologis proses perkembangan buah kopi menuju matang fisiologis. Sebagai contoh, pertanaman kopi dengan menggunakan naungan dan kopi yang ditanam pada elevasi yang tinggi umumnya memiliki ukuran biji yang lebih besar dan periode pematangan buahnya relatif lebih lama (Da Matta, 2004; Guyot *et al.* dan Muschler dalam De Castro dan Marraccini, 2006; Vaast *et al.*, 2006; Da Matta *et al.*, 2007). Demikian juga halnya dengan perbedaan letak buah pada cabang yang sama atau pada cabang berlainan memerlukan waktu yang berbeda pula dalam proses pematangannya dikarenakan perbedaan jumlah radiasi matahari yang dapat diserap buah

(Midgarden dan Lira, 2006; Vaast *et al.*, 2006). Selanjutnya ditinjau dari suhu ternyata berpengaruh terhadap periode pematangan buah; suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kematangan tidak lengkap (*incomplete maturation*) dan buah kering sebelum waktunya. Bahkan suhu dapat mempengaruhi secara nyata terhadap penampilan dan komposisi biji kopi (Da Silva *et al.*, 2005; Joët *et al.*, 2010).

Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa benih kopi yang diperoleh dari panen buah warna hijau pada populasi tanaman dengan tingkat naungan 35 dan 50% menghasilkan persentase *radicle* dan kecambah normal yang lebih tinggi dibandingkan panen buah hijau dari populasi tanpa naungan (cahaya matahari penuh) (Baliza *et al.*, 2012). Buah kopi yang dipanen warna hijau-kekuningan, baik yang dikecambahkan pada kondisi segar (sebelum pengeringan) maupun pada kondisi setelah pengeringan (pengeringan cepat/*fast drying* maupun lambat/*slow drying*), ternyata memiliki persentase perkecambahan berturut-turut sebesar 97, 92, dan 89%, hampir sama dengan buah yang dipanen warna merah yaitu berturut-turut 96, 92, dan 90%. Demikian juga halnya dengan penelitian secara *in vitro* yang menggunakan media Murashige dan Skoog (MS) pada embrio buah kopi yang dipanen warna hijau-kekuningan dan

dikecambahkan pada kondisi segar ternyata menghasilkan persentase perkecambahan sebesar 97%, hampir sama dengan embrio yang berasal dari buah kopi yang dipanen warna merah, yaitu 100%. Perkecambahan pada kondisi setelah pengeringan, baik pengeringan yang cepat maupun lambat, ternyata embrio kopi yang dipanen warna hijau-kekuningan menghasilkan persentase perkecambahan masing-masing 83 dan 97%, hampir sama dengan buah yang dipanen warna merah, yaitu masing-masing 58 dan 94% (Estanislau dalam Eira *et al.*, 2006).

Pembahasan-pembahasan di atas pada intinya menjelaskan pentingnya faktor lingkungan dalam mempengaruhi terhadap proses-proses fisiologi dan biokimia yang terjadi dalam proses pematangan buah kopi dan kaitannya dengan keberhasilan perkecambahan benih. De Castro dan Marraccini (2006) mengemukakan pentingnya informasi tentang adaptasi dan perkembangan tanaman kopi dikaitkan dengan perubahan faktor lingkungan yang akan mempengaruhi terhadap proses-proses sitologi, molekuler, dan biokimia serta ekspresi gen tanaman pada tahap pembentukan dan pematangan buah.

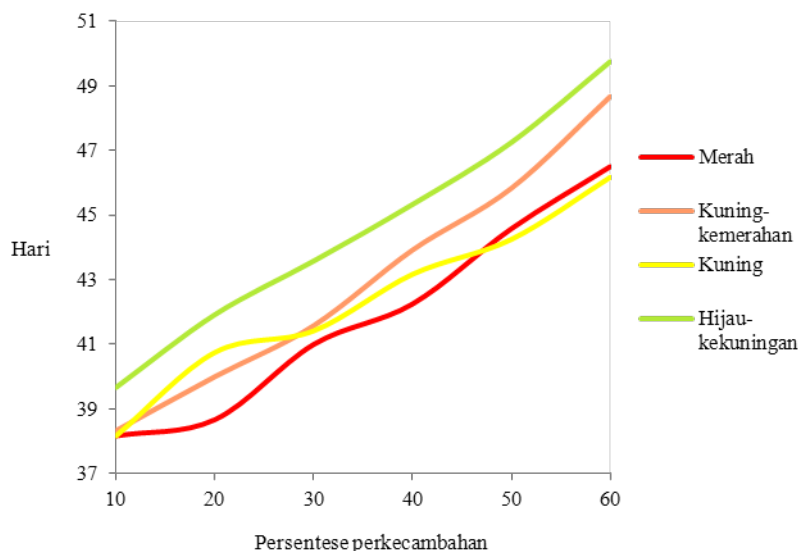
Tabel 4. Waktu yang diperlukan untuk berkecambah 10-60% dari total benih dan indeks kecepatan muncul (IKM) berdasarkan pada perbedaan empat tingkat kematangan buah

Table 4. The times required for 10-60% of total seeds to germinate and the emergence speed index based on differences in four level of fruit maturation stages

Tingkat kematangan buah	Waktu yang diperlukan untuk berkecambah					IKM	
	10%	20%	30%	40%	50%		60%
 hari						
Merah (≈249 HSA)	38,17 a	38,67 b	41,00 b	42,25 b	44,58 b	46,50 bc	59.64 b
Kuning-kemerahan (≈241 HSA)	38,33 a	40,00 ab	41,58 ab	43,92 ab	45,83 ab	48,67 ab	59.46 ab
Kuning (≈233 HSA)	38,17 a	40,75 ab	41,42 ab	43,17 ab	44,25 b	46,17 c	59.29 b
Hijau-kekuningan (≈225 HSA)	39,67 a	41,92 a	43,58 a	45,33 a	47,25 a	49,75 a	60.84 a
KK (%)	4,77	5,86	5,32	4,69	4,31	4,07	2.28

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSA = hari setelah anthesis; IKM = indeks kecepatan muncul

Notes : Numbers followed by same letters in each coloumn are not significantly different at 5% level HSA = days after anthesis; IKM = emergence speed index



Gambar 4. Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan 10-60% kecambah pada empat tingkat kematangan buah
Figure 4. Time required for 10-60% of total seeds to germinate in four levels of fruit maturation stages

Buah yang dipanen warna merah (≈ 249 HSA) lebih cepat berkecambah dibandingkan dengan buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA). Sedangkan buah yang dipanen warna kuning (≈ 233 HSA) dan kuning-kemerahan (≈ 241 HSA) memiliki kecepatan berkecambah yang sama dengan buah panen warna merah (≈ 249 HSA) (Tabel 4). Hal ini disebabkan buah yang dipanen dengan kriteria warna kuning (≈ 233 HSA), kuning kemerahan (≈ 241 HSA), dan warna merah (≈ 249 HSA) telah memasuki matang fisiologis dan bagian kulit luarnya (*epicarp*) mulai melunak serta kadar airnya sudah menurun sehingga benih dengan kondisi yang demikian telah siap untuk melakukan perkecambahan. Delouche (1983) mengemukakan bahwa kriteria matang fisiologis benih yang siap untuk melakukan perkecambahan tidak hanya

ditentukan oleh perubahan warna buah saja, tetapi ditentukan juga oleh kriteria mulai melunaknya serta pecahnya kulit buah.

Komponen Fisik Benih

Ditinjau dari data komponen fisik benih berdasarkan pada perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah (Tabel 5), keempat varietas yang diuji memperlihatkan perbedaan yang nyata. Varietas Sigarar Utang memiliki bobot segar buah, bobot segar biji, dan bobot kering biji yang lebih tinggi serta kadar air biji yang rendah, kemudian diikuti oleh varietas S 795, Kartika 1, dan Kartika 2. Kartika 1 dan Kartika 2 memiliki kesamaan pada bobot segar buah, bobot kering biji, dan kadar air biji.

Tabel 5. Komponen fisik benih kopi berdasarkan pada perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah
Table 5. Coffee seed physical components based on differences in varieties and fruit maturation stages

Perlakuan	Bobot segar buah/butir (g)	Bobot segar biji/butir (g)	Bobot kering biji/butir (g)	Kadar air Biji (%BK)
Varietas :				
Sigarar Utang	1,37 a	0,87 a	0,54 a	37,50 b
Kartika 1	1,17 b	0,72 c	0,37 c	47,72 a
S 795	1,17 b	0,76 b	0,45 b	40,11 b
Kartika 2	1,17 b	0,68 d	0,35 c	48,71 a
KK (%)	4,79	5,73	7,71	10,70
Tingkat Kematangan Buah :				
Merah (≈ 249 HSA)	1,05 c	0,68 b	0,44 a	36,39 c
Kuning-kemerahan (≈ 241 HSA)	1,16 b	0,70 b	0,42 ab	40,58 b
Kuning (≈ 233 HSA)	1,35 a	0,81 a	0,41 b	49,66 a
Hijau-kekuningan (≈ 225 HSA)	1,31 a	0,83 a	0,41 b	50,60 a
KK (%)	5,27	6,61	5,62	11,37

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%; HSA = hari setelah anthesis
Notes : Numbers followed by same letters in each column are not significantly different at 5% level; HSA = days after anthesis

Tabel 6. Korelasi antara komponen fisik benih dengan perkecambahan benih kopi
Table 6. Correlation between seed physical components and seed germination of coffee

Parameter perkecambahan benih	Komponen fisik benih			
	Bobot segar buah/butir	Bobot segar biji/butir	Bobot kering biji/butir	Kadar air biji
PP 30 HSS	-0,07	-0,14	-0,12	0,04
PP 38 HSS	-0,07	-0,02	-0,05	0,09
PP 46 HSS	-0,03	0,04	-0,002	0,11
PP 54 HSS	-0,05	-0,09	-0,12	0,14
PP 62 HSS	-0,01	-0,01	-0,14	0,15
R ₁₀	-0,01	-0,04	-0,01	-0,06
R ₂₀	0,11	0,07	0,09	-0,10
R ₃₀	0,08	-0,02	-0,02	-0,01
R ₄₀	0,07	0,04	0,06	-0,10
R ₅₀	-0,05	-0,06	-0,02	-0,09
R ₆₀	-0,02	-0,02	-0,01	-0,04

Keterangan : PP = persentase perkecambahan; HSS = hari setelah semai; R_n = waktu yang diperlukan untuk berkecambah sebanyak n% dari total benih

Notes : PP = percentage of germination; HSS = days after sowing; R_n = times required for n% of total seeds to germinate

Berdasarkan pada perlakuan tingkat kematangan dapat diketahui bahwa tingkat kematangan buah dengan kriteria warna merah (≈ 249 HSA) dan kuning-kemerahan (≈ 241 HSA) memiliki bobot kering biji lebih tinggi dan kadar air biji lebih rendah. Warna buah panen merah (≈ 249 HSA) dan kuning-kemerahan (≈ 241 HSA) diduga telah memasuki matang fisiologis dan telah siap untuk melakukan perkecambahan. Sebagian kriteria matang fisiologis benih dan benih siap untuk melakukan perkecambahan di antaranya adalah berat kering benih mencapai maksimum dengan kadar air biji sudah mulai menurun (Delouche, 1983; Kermode, 1990; De Castro dan Marraccini, 2006) serta mulai melunak dan pecahnya kulit buah (Delouche, 1983). Sedangkan untuk buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA) kadar airnya masih relatif tinggi dan kulit buahnya masih keras, walaupun diduga telah memasuki tahap matang fisiologis seperti yang telah dibahas sebelumnya.

Dalam penelitian ini, indikator-indikator komponen mutu fisik benih yang diperoleh bukan merupakan satu-satunya faktor penentu keberhasilan perkecambahan. Hal ini dapat dilihat dari nilai korelasinya yang tidak nyata dengan persentase dan kecepatan perkecambahan (Tabel 6). Faktor yang menjadi penentu keberhasilan perkecambahan benih kopi tidak hanya ditentukan oleh bobot kering maksimum dan kadar air yang rendah, tetapi dipengaruhi juga oleh berbagai faktor lingkungan lain di antaranya suhu, intensitas cahaya, peran asam absisat (ABA), peran asam giberelin (GA3), dan peran enzim-enzim lainnya (De Castro dan Marraccini, 2006; Eira *et al.*, 2006). Untuk menganalisis secara tuntas tentang karakteristik biji kopi selama proses pematangan buah, maka diperlukan pengetahuan atau informasi yang lebih lengkap yang dapat menjelaskan fenomena dan hubungan-hubungan yang terjadi di antara jaringan *pericarp*, *perisperm*, dan *endosperm* (De Castro dan Marraccini, 2006).

KESIMPULAN

Perbedaan varietas dan tingkat kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kecepatan perkecambahan benih kopi Arabika. Varietas S 795 lebih cepat berkecambah dibandingkan varietas

Sigarar Utang, Kartika 1, dan Kartika 2. Buah panen warna merah (≈ 249 HSA), kuning-kemerahan (≈ 241 HSA), dan kuning (≈ 233 HSA) lebih cepat berkecambah dibandingkan buah warna hijau-kekuningan (≈ 225 HSA).

Varietas Sigarar Utang memiliki bobot segar buah, bobot segar biji, dan bobot kering biji lebih tinggi serta kadar air biji yang rendah, diikuti oleh varietas S 795, Kartika 1, dan Kartika 2. Keberhasilan perkecambahan benih kopi tidak hanya ditentukan oleh komponen mutu fisik benih, tetapi dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ruskandi sebagai pejabat Teknisi Litkayasa di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, yang telah membantu, baik dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baliza, D. P., F. Caixeta, E. V. R. Von Pinho, R. L. da Cunha, D. Z. Martins, and S. D. V. F. da Rosa. 2012. Physiological quality of coffee seeds produced under different levels of solar radiation and maturation stages. *Rev. Bras. de Sementes* 34 (3): 416-432.
- Baon, J. B. 2011. 100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 373 hlm.
- Bittenbender, H. C. and V. A. Smith. 2008. Growing coffee in Hawaii. Revised Edition. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai'i Mānoa. 40 p.
- Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS.39p. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/laborat%203rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf. [25 Desember 2011].
- Carvalho, A., H. P. Medina Filho, L. C. Fazouli, O. Guerrerio Filho, and M. M. A. Lima. 1991. Aspectos genéticos do cafeeiro. *Rev. Bras. Genet.* 14: 135-183.
- Da Matta, F. M. 2004. Ecophysiological constraints on the production off shaded and unshaded coffee: A review. *Field Crop Res.* 86: 99-114.

- Da Matta, F. M., C. P. Ronchi, M. Maestri, and R. S. Barros. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.* 19 (4): 485-510.
- Da Silva, E. A. A., P. E. Toorop, A. C. van Alest, and H. W. M. Hilhorst. 2004. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea Arabica* cv. Rubi) seed germination. *Planta* 220: 251-256.
- Da Silva, E. A. A., P. Mazzafera, O. Brunini, E. Sakai, F. B. Arruda, L. H. C. Mattoso, C. R. L. Carvalho, and R. C. M. Pires. 2005. The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. *Braz. J. Plant Physiol.* 17: 229-238. DOI: 10.1590/S1677-04202005000200006.
- De Castro, R. D. and P. Marraccini. 2006. Cytology, biochemistry and molecular change during coffee fruit development. Minireview. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 175-199.
- Delouche J. C. 1983. Seed maturation. Reference on Seed Operation for Workshop and Secondary Food Crops Seed. Missisipi. p. 1-2.
- Eira, M. T. S., E. A. A. da Silva, R. D. de Castro, S. Dussert, C. Walters, J. D. Bewley, and H. W. M. Hilhorst. 2006. Coffee seed physiology. Minireview. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 149-163.
- Hilst, P. C., D. C. F. dos Santos Dias, E. M. Alavarenga, and B. L. da Souza. 2012. Test of exudates color hues for evaluating the physiological potential of coffee (*Coffea Arabica* L.) seeds. *Rev. Bras. de Sementes* 34 (2): 212-217.
- Joët, T., A. Laffargue, F. Descroix, S. Doubeau, B. Bertrand, A. Kochko, and S. Dussert. 2010. Influence of environmental factors, wet processing and their implications on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. *Food Chem.* 118: 693-701. DOI: 10.1016/j.foodchem. 2009.05.048.
- Kermode, A. R. 1990. Regulatory mechanism Involved in the transition from seed development to germination. *Critical Rev. Plant Sci.* 9 (2): 155-195.
- Marin-López, S. M., J. Arcila-Pulgarin, E. C. Montoya-Restrepo, and C. E. Olivero-Tascón. 2003. Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea Arabica* L. var. Columbia). *Cenicafé* 54: 208-225.
- Medina Filho, H. P., A. Carvalho, M. R. Sondahl, L. C. Fazuoli, and W. M. Costa. 1984. Coffee breeding and related evolutionary aspects. *Plant Breed. Rev.* 2: 157-193.
- Midgarden, D. and E. Lira. 2006. Ecological relationship of medfly coffee in Guatemala and Mexico. Proceeding of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importante. Salvador, Brazil. 10-15 September 2006. p. 241-247.
- Pezzopane, J. R. C., T. J. G. Silva, V. B. De Lima, and L. Z. Fazuoli. 2011. Agrometeorological parameters for prediction of the maturation period of Arabica coffee cultivars. Author's personal copy. Original paper. Published online: 25 August 2011, Springer. *Int. J. Biometeorol.* 9 p. DOI: 10.1007/s00484-011-0486-6.
- Pires, M. V., A. F. de Almeida, A. L. de Figueiredo, F. P. Gomes, and M. M. Souza. 2012. Germination and seedling growth of ornamental species of *Passiflora* under artificial shade. *Maringá* 34 (1): 67-75. DOI: 10.4025/actasciagron.v34i1.11623.
- Rosa, S. D. V. F., D. S. B. Júnior, E. V. R. Von Pinho, A. D. Veiga, and L. H. C. Silva. 2005. Effects of different drying rates on the physiological quality of *Coffea canephora* Pierre seeds. *Braz. J. Plant Physiol.* 17 (2): 99-205.
- Rosa, S. D. V. F., M. B. McDonald, A. D. Veiga, F. de L. Vilela, and I. A. Ferreira. 2010. Staging coffee seedling growth: a rationale for shortening the coffee seed germination test. *Seed Sci. & Technol.* 38: 421-431.
- Rusli. 2013. Panen dan mutu buah kopi yang dihasilkan. *Media Perkebunan Tanaman Industri dan Penyegar* 1 (9): 1.
- Thomson, A. J. and Y. A. El-Kassaby. 1993. Interpretation of seed-germination parameters. *New Forest* 7: 123-132.
- Vaast, P., B. Bertrand, J. J. Perriot, B. Guyot, and M. Gênard. 2006. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *J. Sci. Food Agric.* 86: 197-204.
- Veiga, A. D., R. M. Guimarães, S. D. V. F. Rosa, E. V. R. Von Pinho, H. C. Silva, and A. D. Veiga. 2007. Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem. *Rev. Bras. de Sementes* 29 (1): 83-91.