

PERBANDINGAN UJI TETRAZOLIUM DAN RADICLE EMERGENCE DALAM MENDUGA VIABILITAS BENIH KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)

The Comparison of Tetrazolium and Radicle Emergence Test to Estimate the Viability of Arabica Coffee (Coffea arabica L.) Seeds

SEPTYAN ADI PRAMANA, BAMBANG PUJIASMANTO, DAN AMALIA TETRANI SAKYA

Program Studi Agronomi, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jln. Ir. Sutami No.36, Surakarta

e-mail: septyanadi@student.uns.ac.id

Diterima : 13-08-2018

Direvisi : 07-12-2018

Disetujui : 13-02-2019

ABSTRAK

Pengembangan metodologi uji benih untuk memperoleh hasil yang cepat, tepat dan aplikatif di lapangan. Tujuan penelitian adalah membandingkan dua metode pengujian viabilitas benih kopi Arabika, yaitu uji tetrazolium dan *radicle emergence* (kemunculan radikula). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Benih, Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya, mulai bulan Januari sampai Maret 2018. Tiga lot benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang (Lot A : panen minggu I bulan Agustus 2017, Lot B : minggu III bulan Agustus 2017, Lot C : minggu I bulan September 2017) diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu faktor (lot benih) dengan empat kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian viabilitas kopi dengan metode TZ lebih cepat (4 hari) dibandingkan dengan metode kemunculan radikula (14 hari). Penggunaan model regresi untuk menduga viabilitas biji kurang tepat, sementara penggunaan t-test berpasangan sangat tepat untuk menduga nilai yang sebenarnya dari viabilitas biji. Oleh karena itu, metode pendugaan mutu benih kopi Arabika berdasarkan kemunculan radikula lebih tepat untuk digunakan di lapangan.

Kata kunci: viabilitas, tetrazolium, kemunculan radikula, benih kopi

ABSTRACT

Development of seed testing methods needs to be conducted in order to obtain fast, precise and applicable result in the field. The objective of this study was to compare the two rapid test methods of Arabica coffee seed viability, the tetrazolium and radicle emergence tests. The experiment was conducted at Quality Seed Testing Laboratory, Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya from beginning of January until March 2018. Three lots of Arabica coffee (*Coffea arabica* var. Sigarar Utang) (Lot A = harvest in 1st week of August, 2017; Lot B = 3rd week of August, 2017; and Lot C = 1st week of September, 2017) were obtained from Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute, Jember. The experiments used completely *randomized* design with four replications. The result showed that the viability test using TZ was faster (4 days) than using RE (14 days). Regression equation models for estimating seed viability are less precise, while the estimation method of paired sample t-test was sufficient to predict the actual value of the seed viability. Radicle emergence is longer than tetrazolium which is for 14 days. The regression equation model of the radicle emergence is sufficient to predict the seed physiological quality parameter.

Keywords: viability, tetrazolium, radicle emergence, coffee seed

PENDAHULUAN

Tanaman kopi (*Coffea* spp.) merupakan salah satu komoditas unggulan dengan nilai ekonomi yang tinggi dalam subsektor perkebunan Indonesia (Kemenristekdikti 2017). Menurut data statistik *International Coffee Organization* (ICO) tahun 2017, Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbanyak keempat di dunia. Komponen penting dalam upaya pencapaian produktivitas suatu tanaman dimulai pada usaha pembenihan dengan penggunaan benih unggul dan bermutu secara fisik, fisiologis, dan genetis (Sadjad 1993) serta seleksi individu tanaman (Nair 2010).

Perkecambahan benih kopi yang lambat dan tidak seragam menjadi kendala dalam pengujian benih kopi yaitu waktu pengujian yang sangat lama. Benih kopi memerlukan waktu berkecambah sekitar 30-45 hari (Brasil 2009; Santos, von Pinho and Rosa 2013; Huang et al. 2014) bahkan Kepmentan No. 88 tahun 2017 tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi memberikan batasan waktu pengujian selama 60 hari. Beberapa faktor yang menjadi penyebab lambat dan tidak seragam perkecambahan yaitu kematangan buah yang tidak seragam pada saat pemanenan buah, serta penanganan pascapanen seperti desikasi dan kondisi penyimpanan. Di samping itu pada benih kopi terdapat spermoderm atau "*silver skin*" yang berperan sebagai penghambat alami pada biji (Da Rosa et al. 2011).

Pengembangan metode pengujian mutu benih kopi sangat diperlukan untuk mempersingkat waktu pengujian. Beberapa kajian telah dilakukan untuk mengurangi lamanya waktu pengujian, diantaranya adalah evaluasi secara visual potensi perkecambahan (Sera & Miglioranza 2003), uji *lercafe* (Zonta et al. 2009), evaluasi morfologi fase perkecambahan benih (Da Rosa et al. 2010), dan uji tetrazolium (Clemente et al. 2012).

Uji Tetrazolium (TZ) adalah uji viabilitas benih secara cepat yang didasarkan atas proses dehidrogenase yang mengkatalis respirasi mitokondria. Melalui proses hidrogenasi dari 2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride dalam sel-sel hidup membentuk senyawa triphenyl formazan yang berwarna merah, stabil, dan tidak difus (Souza et al. 2010). Kekurangan uji TZ pada benih kopi yaitu belum terstandarisasinya pola topografi dan pewarnaan TZ pada benih kopi Arabika.

Uji *Radicle Emergence* (RE) merupakan metode uji vigor baru yaitu perhitungan persentase benih dengan radikula telah muncul minimal sepanjang 2 mm (International Seed Testing Association 2014) sedangkan untuk daya berkecambah jika radikula telah muncul minimal sepanjang 5 mm (Rahardjo 2012). Prinsip uji RE adalah benih yang berkecambah lambat menandakan benih mengalami kemunduran fisiologis yang menyebabkan penurunan vigor benih (International Seed Testing Association 2014). Pada benih kedelai, uji RE dapat dilakukan setelah benih dikecambahkan selama 30 jam pada suhu 25°C (Dina 2012), sementara uji RE pada benih kopi belum pernah dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan dua metode uji cepat viabilitas benih kopi Arabika yaitu uji tetrazolium dan uji *Radicle Emergence* (RE), sehingga diperoleh metode uji yang cepat, tepat, akurat dan aplikatif di lapang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Benih, Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya pada bulan Januari sampai dengan Maret 2018. Bahan yang digunakan adalah benih kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) varietas Sigarar Utang sebanyak 3 lot (Lot A : panen minggu I bulan Agustus 2017, Lot B : panen minggu III bulan Agustus 2017, Lot C : panen minggu I bulan September 2017) yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. Penggunaan ketiga lot tersebut adalah untuk memastikan bahwa mutu benih dengan waktu panen yang berbeda memiliki mutu benih yang seragam.

Pengujian Tetrazolium (TZ)

Persiapan pengujian tetrazolium diawali membuat larutan tetrazolium 1% dengan melarutkan garam tetrazolium khlorida sebanyak 1 gr ke dalam 100 ml larutan aquadest (Clemente et al. 2012). Benih kopi

Arabika dari masing-masing lot direndam dalam aquadest selama 3 (tiga) hari pada suhu ruang, jumlah benih yang digunakan tiap lot sebanyak 50 butir dengan 4 ulangan. Endosperma dipotong secara longitudinal untuk mengeluarkan embrio benih, kemudian direndam ke dalam larutan tetrazolium 1% pada suhu 40°C selama 2 jam pada kondisi gelap, selanjutnya dilakukan visualisasi dan klasifikasi pewarnaan.

Penentuan Waktu Pengamatan Akhir Kemunculan Radikula / *Radicle Emergence* (RE) Benih Kopi Arabika

Penentuan waktu pengamatan akhir uji RE benih kopi Arabika dilakukan dengan mengamati benih setiap hari yaitu dengan menghitung jumlah benih yang sudah mengalami kemunculan akar sepanjang 2 mm. Penentuan waktu pengamatan akhir didasarkan pada saat kondisi laju pertambahan kemunculan akar mengalami penurunan.

Pengujian Kemunculan Radikula / *Radicle Emergence* (RE)

Pelaksanaan pengujian RE dilakukan dengan pengecambahan benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang menggunakan tiga lembar kertas CD yang telah dilembabkan dengan aquades dan dilakukan dengan metode uji di atas kertas (UDK) dalam petridish dengan diameter 15 cm. Benih ditanam sebanyak 50 butir yang dibagi ke dalam 2 petridish dengan masing-masing petridish ditanam sebanyak 25 butir, hal ini dikarenakan volume petridish yang tidak mampu menampung benih sejumlah 50 butir. Benih dikecambahkan pada alat germinator standar (dimensi 89x50x117 cm) dengan kelembaban 60-70% dan suhu 20-25°C. Pengamatan *radicle emergence* dilakukan setiap hari. Kriteria benih telah mengalami kemunculan akar yaitu radikula telah muncul minimal sepanjang 2 mm (ISTA, 2014). Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal (lot benih) dengan 4 ulangan. Pengamatan yang dilakukan yaitu persentase daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kemunculan radikula (*radicle emergence/RE*), dan rataan waktu berkecambah (*mean germination time/MGT*).

$$RE (\%) = \frac{\Sigma \text{ pemunculan radikula}}{\text{total benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Pengujian Daya Berkecambah dan Vigor Benih

Pengujian daya berkecambah benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang dilakukan dengan mengecambahkan 50 butir benih kopi dari masing-masing lot benih dengan 4 (empat) ulangan. Pengecambahan metode uji di atas kertas (UDK) dalam petridish. Pengamatan daya berkecambah dilakukan setiap hari hingga hari ke-21.

Tolok ukur pengujian vigor benih di laboratorium yaitu indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh (Kct), rataan waktu berkecambah (*mean germination time/MGT*). Indeks vigor adalah persentase kecambah normal pada hari ke-14 dan dibandingkan dengan jumlah benih yang ditanam. Uji K_{CT} perhitungan kecambah normal dilakukan setiap hari hingga hari ke-21 atau hingga semua kecambah dapat diidentifikasi sebagai kecambah normal, abnormal, dan mati. LPK merupakan rasio antara total bobot kering kecambah normal dan jumlah kecambah normal. BKKN dihitung berdasarkan berat kering kecambah normal pada hari ke-14. Pengujian menggunakan 50 benih dengan empat ulangan.

Analisis Data

Pengujian Tetrazolium (TZ)

Penentuan pola topografi dan pewarnaan TZ untuk tolak ukur viabilitas benih didasarkan pada perhitungan *Root Mean Square* (RMS) antara hasil uji daya berkecambah (DB) dan hasil uji TZ (Kuo et al. 1996; Pant et al. 1999), sebagai berikut :

$$RMS = \sqrt{\frac{(G_1 - P_1)^2 + (G_2 - P_2)^2 + \dots + (G_n - P_n)^2}{n}}$$

Keterangan :

| | | |
|-----|---|-------------------|
| RMS | : | Root Means Square |
| G | : | Hasil uji DB (%) |
| P | : | Hasil uji TZ (%) |

Tiga pola topografi dengan nilai RMS terkecil diuji lanjut dengan membandingkan 2 (dua) metode analisis lanjutan yaitu uji regresi dan korelasi dengan uji sampel berpasangan (*paired sample t-test*). Uji dilakukan dengan tujuan menentukan pola topografik yang paling sesuai sebagai tolak ukur viabilitas benih.

Pengujian Radicle Emergence (RE)

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, jika hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan uji Duncan (DMRT) pada taraf 5%. Sedangkan hubungan antara uji RE terhadap tolak ukur mutu fisiologis dianalisis dengan analisis regresi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tetrazolium (TZ)










Salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam uji tetrazolium (TZ) adalah evaluasi pola topografi pewarnaan untuk menentukan benih *viable* dan *non-viable*. Benih *viable* menunjukkan pewarnaan pada seluruh jaringan benih yang diperlukan untuk perkembangan kecambah normal. Benih *non-viable* menunjukkan defisiensi dan keabnormalan dari sifat alami yang dapat menghambat perkembangannya menjadi kecambah normal (International Seed Testing Association 2014).

Waktu pengujian TZ benih kopi sangat cepat yaitu selama 4 (empat) hari. Pengujian TZ menghasilkan 9 (sembilan) pola topografi dan pewarnaan yang dibedakan berdasarkan daerah yang terwarnai pada radikula dan kotiledon (Gambar 1). Pola diurutkan berdasarkan kemungkinan pola tersebut menjadi *viable*. Pola 1 – 4 adalah pola yang diduga *viable* karena bagian radikula dan bagian kotiledon hampir terwarnai seluruhnya. Pola 7 – 9 termasuk pola yang diduga benih *non-viable*. Sedangkan pola 5 – 6 merupakan pola yang sulit untuk dievaluasi karena sebagian besar embrio berwarna merah cerah dan sebagian kotiledon atau radikula tidak berwarna. Pola pewarnaan uji tetrazolium pada benih kopi sampai saat ini hanya terdapat sedikit kajian yang membahas pola pewarnaan uji tetrazolium pada benih kopi yang menunjukkan benih termasuk *viable* atau *non-viable*. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kombinasi pola yang sesuai digunakan *Root Mean Square* (RMS) sebagai tahap awal pengkajian pengujian TZ benih kopi. RMS digunakan untuk mengukur perbedaan antara nilai suatu prediksi dengan nilai observasi dengan suatu model. Sebuah model dikatakan akurat jika nilai RMS semakin kecil (Zhai and Wiktorsson 2015).

Penelitian Clemente et al. (2012) tentang pengujian tetrazolium pada benih kopi menunjukkan hasil bahwa pola pewarnaan embrio benih kopi yang berwarna merah seluruhnya termasuk klasifikasi benih *viable*, sedangkan benih yang *non-viable* ditunjukkan

dengan adanya bagian embrio yang tidak berwarna merah antara kotiledon dan radikula, sebagian besar embrio tidak berwarna merah, dan berwarna merah. Selain itu pola pengujian yang sama juga diterapkan pada pengujian tetrazolium benih pepaya, diperoleh hasil pola pewarnaan tetrazolium sebanyak 12 pola dengan klasifikasi pewarnaan berdasarkan degradasi warna merah hingga tidak berwarna merah seluruhnya (Wibawa 2015). Persentase lot benih kopi di setiap

kategori disajikan pada Tabel 1. Pola 1 sampai pola 4 merupakan pola mayoritas yang dihasilkan pada tiap lot benih yang diduga benih *viable* dengan jumlah persentase antara 69,00-81,50%. Sesuai dengan prinsip pedoman metode pewarnaan tetrazolium, pola 7-9 merupakan sebagai pola yang menunjukkan benih *non-viable* dengan jumlah persentase sebesar antara 15,00-26,00%.

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  |  | <p>Keterangan :</p> <p>Pola Viable : 1-4 Pola 1. Seluruh embrio berwarna sangat merah Pola 2. Seluruh embrio berwarna merah Pola 3. Seluruh embrio berwarna merah cerah Pola 4. Seluruh embrio berwarna merah cerah – merah muda</p> <p>Pola non-viable : 5-9 Pola 5. Lebih dari 1/3 radikula tidak terwarnai, kotiledon berwarna merah cerah Pola 6. Lebih dari 1/3 radikula tidak terwarnai, lebih dari 1/3 kotiledon berwarna merah cerah Pola 7. Radikula tidak terwarnai, kotiledon berwarna merah cerah Pola 8. Radikula berwarna merah cerah, kotiledon tidak terwarnai Pola 9. Seluruh embrio tidak terwarnai</p> |
| Pola 1 | Pola 2 | Pola 3 | |
|  |  |  | |
| Pola 4 | Pola 5 | Pola 6 | |
|  |  |  | |
| Pola 7 | Pola 8 | Pola 9 | |

Gambar 1. Pola topografi pengujian tetrazolium benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang
 Figure 1. Topographic pattern of tetrazolium testing of Arabica coffee seed varieties of Sigararutang.

Tabel 1. Persentase masing-masing pola topografi pewarnaan tetrazolium pada setiap lot benih
 Table 1. The percentage of each tetrazolium staining topography pattern on each seed lot

| Pola | Lot A (%) | Lot B (%) | Lot C (%) |
|------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 30,00 | 12,00 | 25,50 |
| 2 | 20,50 | 14,50 | 14,00 |
| 3 | 9,50 | 13,00 | 19,00 |
| 4 | 14,00 | 29,50 | 23,00 |
| 5 | 3,50 | 1,00 | 1,00 |
| 6 | 4,50 | 4,50 | 2,50 |
| 7 | 9,00 | 10,50 | 8,00 |
| 8 | 4,00 | 10,50 | 4,50 |
| 9 | 5,00 | 5,00 | 2,50 |

Pendugaan kombinasi pola kemungkinan *viable* dengan menghasilkan nilai RMS kurang atau sama dengan 15, dan nilai tersebut lebih besar bila dibandingkan dengan penelitian (Wibawa 2015) pada pengujian tetrazolium benih pepaya yaitu 10. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal dalam mengembangkan metode uji cepat viabilitas pada benih kopi. Nilai RMS yang lebih besar dari 15 menunjukkan bahwa pola pewarnaan benih dianggap *non-viabel* atau model pendugaan yang kurang akurat. Semakin besar nilai

RMS yang dihasilkan maka menunjukkan selisih yang tinggi antar jumlah benih *viable* dan jumlah kecambah normal (Pant, Purohit and Lal 1999). Berdasarkan hasil analisis RMS beberapa kombinasi pola dengan memasukkan pola 5 dan 6 menghasilkan nilai RMS yang kecil. Kombinasi pola 1, 2, 3, 4, 5 merupakan pola dengan nilai RMS terkecil yaitu 6,49; sedangkan kombinasi pola 1, 3, 4 merupakan kombinasi pola dengan nilai RMS terbesar yaitu 15,12 (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai RMS kombinasi pola *viable* pada pola topografi pewarnaan tetrazolium dengan pengujian daya berkecambah

Table 2. The RMS value combination of the viable pattern on the tetrazolium staining topography pattern by germination test

| Pola kemungkinan / <i>viable</i> | RMS | Pola kemungkinan / <i>viable</i> | RMS |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|------|
| 1, 2, 4 | 13,21 | 1, 2, 3, 4, 5 | 6,49 |
| 1, 3, 4 | 15,12 | 1, 2, 3, 4, 6 | 7,26 |
| 1, 2, 3, 4 | 8,69 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | 8,49 |

Pendekatan Hubungan Uji Tetrazolium dengan Mutu Fisiologis Benih

Hasil uji regresi dan korelasi pada taraf 5% untuk kombinasi pola pewarnaan 1, 3, 4 menunjukkan hasil yang nyata dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,608 dan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 37% dengan model persamaan regresinya $y = 94,04 - 0,341x + e$. pada kombinasi pola pewarnaan lainnya juga menghasilkan nilai korelasi yang negatif walaupun tidak nyata (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan hasil uji tetrazolium dengan daya kecambah pada kombinasi pola pewarnaan 1, 3, 4 memiliki hubungan negatif yang cukup kuat, dan hal yang sama terjadi juga pada kombinasi yang lainnya walaupun hubungan

negatifnya tidak terlalu kuat. Nilai korelasi yang negatif, demikian juga dengan model persamaan regresi dengan koefisien yang negatif, menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase uji tetrazolium, maka semakin menurun nilai persentase daya berkecambah. Berdasarkan hal tersebut, maka pendugaan viabilitas benih kopi Arabika Sigarar Utang kurang tepat jika menggunakan model persamaan regresi. Kekurang tepatan pendugaan tersebut juga didukung dengan nilai RMS yang tinggi. Nilai RMS yang tinggi menunjukkan terdapat selisih yang tinggi antara jumlah benih *viable* dengan jumlah kecambah normal, yang menyebabkan kekurangtepatan dalam menduga viabilitas benih (Pant, Purohit and Lal 1999).

Tabel 3. Hasil analisis regresi dan korelasi antara pengujian tetrazolium dan uji daya berkecambah pada enam kombinasi pola dengan nilai RMS terkecil

Table 3. The results of regression and correlation analysis between tetrazolium test and germination test in six pattern combinations with the smallest RMS values

| Kombinasi Pola Pattern combinations | r | R^2 | Persamaan regresi Regression equation | Nilai peluang Probability value (p) |
|---|--------|-------|--|---|
| 1,2,4 | -0,357 | 0,128 | $y = 84,34 - 0,174x + e$ | 0,254 |
| 1,3,4 | -0,608 | 0,370 | $y = 94,04 - 0,341x + e$ | 0,036 * |
| 1,2,3,4 | -0,193 | 0,037 | $y = 79,60 - 0,078x + e$ | 0,549 |
| 1,2,3,4,5 | -0,484 | 0,234 | $y = 94,56 - 0,273x + e$ | 0,111 |
| 1,2,3,4,6 | -0,423 | 0,179 | $y = 96,44 - 0,288x + e$ | 0,171 |
| 1,2,3,4,5,6 | -0,416 | 0,173 | $y = 95,79 - 0,275x + e$ | 0,179 |

Keterangan : * nyata pada taraf 5%

Notes : *significant at 5% level

Metode pendekatan dengan uji t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) dilakukan terhadap beberapa tolok ukur mutu fisiologis benih yaitu daya berkecambah, indeks vigor, dan kecepatan tumbuh (Tabel 4). Berdasarkan hasil analisis *paired sample t-test* kombinasi pola 1, 2, 3, 4; kombinasi pola 1, 2, 3, 4, 5; dan kombinasi pola 1, 2, 3, 4, 6 menunjukkan hasil yang tidak nyata pada tolok ukur daya berkecambah benih kopi, sedangkan pada tolok ukur indeks vigor dan kecepatan tumbuh menunjukkan hasil yang nyata. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat dikemukakan bahwa hasil uji tetrazolium dengan kombinasi pola topografi pewarnaan 1, 2, 3, 4; pola 1, 2, 3, 4, 5; dan pola 1, 2, 3, 4, 6 dapat digunakan untuk menduga secara cepat daya berkecambah benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang.

Penentuan Waktu Pengamatan Akhir Kemunculan Radikula (*Radicle Emergence/RE*)

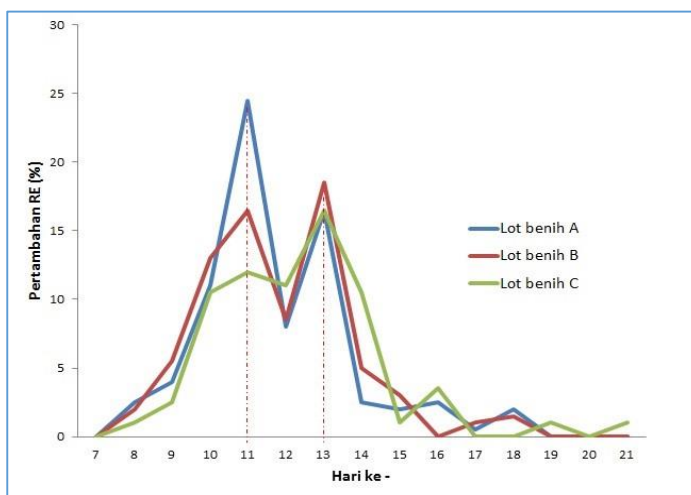
Grafik pertambahan kemunculan radikula pada tiga lot benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang setiap selang waktu 24 jam mulai dari hari ke-7 hingga hari ke-21 setelah pengecambahan disajikan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 tersebut memperlihatkan bahwa pertambahan radikula dimulai pada hari ke-8, dan memiliki dua (2) puncak pertambahan radikula tertinggi yaitu pada hari ke-11 dan ke-13, sedangkan pada hari ke-14 pertambahan radikula sudah mengalami penurunan yang nyata. Berdasarkan hasil tersebut, maka dalam menentukan waktu pengamatan akhir uji RE pada benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang dilakukan pada 14 HST..

Tabel 4. Hasil uji-t sampel berpasangan antara kombinasi pola topografi pewarnaan pengujian tetrazolium dengan tolok ukur mutu fisiologis

Table 4. The result of paired sample t test analysis between a combination of topographic patterns of tetrazolium test and physiological quality parameter

| Kombinasi pola <i>Pattern combinations</i> | Tolok ukur mutu fisiologis / <i>Physiological quality parameters</i> | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| | Daya berkecambah <i>Viability</i> | Indeks vigor <i>Vigor index</i> | Kecepatan tumbuh <i>Speed of growth</i> |
| 1,2,4 | * | * | * |
| 1,3,4 | * | * | * |
| 1,2,3,4 | tn | * | * |
| 1,2,3,4,5 | tn | * | * |
| 1,2,3,4,6 | tn | * | * |
| 1,2,3,4,5,6 | * | * | * |

Keterangan : *nyata pada taraf 5%; tn = tidak nyata
Notes : *significant at 5% levels; tn = not significant



Gambar 2. Pertambahan kemunculan radikula tiga lot benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang pada setiap selang waktu 24 jam mulai dari hari ke-7 hingga hari ke-21 setelah pengecambahan.

Figure 2. The increase of radicle emergence of three lots of Arabica coffee seed var. Sigarar Utang at every interval of 24 hours beginning from 7th day until 21st day after germination.

Kurva laju perkecambahan pada Gambar 2 menunjukkan perbandingan antar lot benih kopi yang mencapai fase RE pada setiap 24 jam. Waktu pengamatan terpilih yaitu 14 hari digambarkan pada kurva dengan garis vertikal. Waktu pengamatan uji RE tersebut lebih cepat dibandingkan dengan lama pemeriksaan di laboratorium hingga 60 hari pada Kepmentan No. 88 tahun 2017 tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi (*Coffea sp.*).

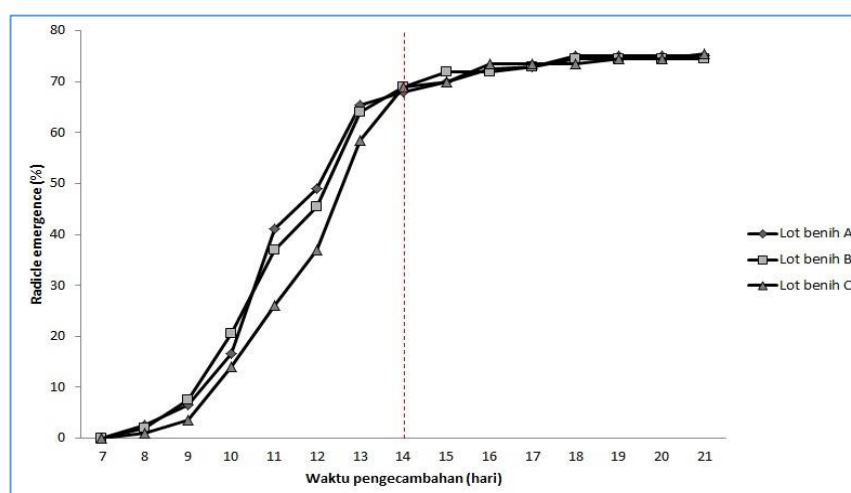
Hasil Pengujian *Radicle Emergence* (RE) terhadap Beberapa Tolok Ukur Mutu Fisiologis

Hasil pengujian daya berkecambah (DB) benih kopi pada ketiga lot benih menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, yaitu masing-masing 73%; 74,50%; dan 73%. Demikian juga halnya dengan hasil pengujian kemunculan radikula (RE), kecepatan tumbuh (K_{CT}), dan rataan waktu berkecambah (MGT) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar ketiga lot benih. Sementara itu, hasil pengamatan indeks vigor (IV) dari ketiga lot benih menunjukkan hasil yang berbeda nyata, yaitu lot benih C nyata lebih rendah dibandingkan dengan lot benih A dan B, sedangkan antara lot benih A dan B tidak berbeda nyata (Tabel 5).

Hasil pengujian DB pada penelitian ini ternyata lebih rendah dari data hasil pengujian daya berkecambah awal (*data tidak ditampilkan*), dan juga lebih rendah dari minimum persentase daya berkecambah yang dipersyaratkan oleh (International Seed Testing

Association 2014) yaitu 80%. Hasil yang sama terjadi pada nilai K_{CT} , yaitu antara 16,50-20,25 %N/etmal, lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian (Putra and Desmawan 2012) yang melakukan perendaman benih kopi dalam air selama 1 hari dengan suhu 30-90°C menghasilkan nilai K_{CT} sebesar 28,08-29,25 %N/etmal.

Rendahnya mutu fisiologis benih ditinjau dari nilai DB dan K_{CT} pada kopi Arabika varietas Sigarar Utang diduga karena benih tersebut telah mengalami deteriorasi setelah disimpan selama 4 bulan pada kondisi suhu 24,9°C dan kelembaban 65%. Hasil penelitian lain yang telah dilakukan oleh (Eira et al. (2006) menunjukkan bahwa viabilitas benih kopi Arabika mengalami penurunan yang cepat setelah umur 4-6 bulan pada suhu ruang simpan $\pm 25^\circ\text{C}$, sehingga benih tersebut harus segera didistribusikan ke lokasi pembibitan setelah dilakukan pemanenan. Selanjutnya Sadjad and Murniati (1999) mengemukakan bahwa benih vigor akan menunjukkan nilai K_{CT} yang tinggi, sedangkan benih yang kurang vigor akan berkecambah normal pada jangka waktu lebih lama. Hasil perhitungan MGT menunjukkan bahwa ketiga lot benih menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, yaitu antara 209,28-214,90 jam. Performa yang baik yaitu lot benih yang memiliki laju perkecambahan lebih cepat atau MGT yang rendah (Matthews and Khajeh 2006). MGT berkorelasi tinggi terhadap waktu munculnya akar, pertumbuhan tanaman, dan hasil produksi pada lahan percobaan (Matthews, Beltrami and Nasehzadeh 2011).



Gambar 3. Kurva laju pertumbuhan kemunculan radikula tiga lot benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang pada setiap selang 24 jam mulai dari hari ke-7 hingga hari ke-21 setelah pengecambahan.

Figure 3. The growth rate curve of radicle emergence of three lots of Arabica coffee seed var. Sigarar Utang every 24 hours beginning from 7th day until 21st day after germination.

Tabel 5. Mutu fisiologis tiga lot benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang

Table 5. Physiological quality of three lots of Arabica coffee seed varieties of Sigarar Utang

| Lot benih <i>Seed lots</i> | Daya berkecambah <i>Viability</i> | Indeks vigor <i>Vigor index</i> | Kemunculan radikula <i>Radicle emergence</i> | Kecepatan tumbuh <i>Speed of growth</i> (%N/etmal) | Rataan waktu berkecambah <i>Mean germination time</i> (jam) |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|--|---|
| | -----%----- | | | | |
| A | 73,50 | 27,50a | 68,00 | 20,25 | 214,90 |
| B | 74,50 | 29,25a | 69,00 | 16,50 | 210,85 |
| C | 73,00 | 26,00b | 69,00 | 18,25 | 209,28 |
| KK | 5,88 | 7,46 | 5,60 | 23,87 | 9,87 |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%; KK = koefisien keragaman

Notes : Numbers followed by the same letters in each coulum are not significantly different according to DMRT test at 5% level; KK = coefficient of variation

Tabel 6. Koefisien korelasi, koefisien determinasi, dan persamaan regresi antara nilai RE benih kopi Arabika dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologis

Table 6. Correlation coefficient, determination coefficient, and regression equation between RE values of Arabica coffee seeds with various physiological quality parameter

| Tolok ukur mutu fisiologis <i>Physiological quality parameter</i> | r | R ² | Persamaan regresi <i>Regression equation</i> | Nilai peluang <i>Probability value</i> (p) |
|--|-------|----------------|---|--|
| Daya berkecambah (DB) <i>Viability</i> | 0,691 | 0,477 | y = 23,516 + 0,613x + e | 0,013 ** |
| Indeks vigor (IV) <i>Vigor index</i> | 0,588 | 0,345 | y = 38,487 + 1,094x + e | 0,045 * |
| Kecepatan tumbuh (K _{CT}) <i>Speed of growth</i> | 0,612 | 0,375 | y = 58,804 + 0,538x + e | 0,034 * |
| Rataan waktu berkecambah (MGT) <i>Mean germination time</i> | 0,624 | 0,390 | y = 44,340 + 0,115x + e | 0,030 * |

Keterangan : * nyata pada taraf 5%

Notes : * significant at 5% level

Pendekatan Hubungan Uji Radicle Emergence (RE) dengan Mutu Fisiologis Benih

Hubungan antara nilai RE benih kopi dengan berbagai tolok ukur mutu fisiologis benih dapat digambarkan melalui pendekatan analisis korelasi dan regresi yang disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan nilai regresi dan korelasi pada taraf 5%, dapat dilihat bahwa antara nilai RE dengan berbagai empat tolok ukur mutu fisiologis yaitu DB, IV, K_{CT}, dan MGT memiliki hubungan positif yang cukup erat dengan nilai koefisiensi korelasi di atas 0,5 dan nyata pada taraf 5%. Berdasarkan hasil analisis regresi tersebut menunjukkan bahwa semakin meningkat persentase RE, maka semakin meningkat pula persentase daya berkecambah,

indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rataaan waktu berkecambah. Oleh karena itu, persamaan regresi kemunculan radikula cukup tepat dalam menduga parameter mutu fisiologis benih kopi Arabika Sigarar Utang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian viabilitas benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang dilakukan secara cepat yaitu selama 4 (empat) hari. Pola topografi dan pewarnaan hasil uji tetrazolium dikatakan *viabile* yaitu embrio berwarna seluruhnya dan kerusakan kecil pada radikula dan atau kotiledon. Pendugaan viabilitas benih kopi Arabika

Sigarar Utang kurang tepat apabila menggunakan model persamaan regresi, sedangkan pendugaan menggunakan uji-t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) dengan kombinasi pola benih *viable* menunjukkan pendugaan yang cukup tepat. Hasil lainnya menunjukkan bahwa waktu pengujian kemunculan radikula (RE) lebih lama dibandingkan pengujian tetrazolium yaitu selama 14 (empat belas) hari. Model persamaan regresi kemunculan radikula cukup tepat dalam menduga daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, dan rataan waktu berkecambah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya sebagai tempat pelaksanaan pengujian dan fasilitas yang sudah disediakan serta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dalam menyediakan benih kopi Arabika varietas Sigarar Utang.

DAFTAR PUSTAKA

- Brasil (2009) *Ministry of Agriculture and Agrarian Reform : Rules for Seed Analysis*. Brasilia.
- Clemente, Sampaio Consolação, M., Carvalho, Moreira De & Guimarães, R.M. (2012) Suitability of the Tetrazolium Test Recently Harvested and Stored Coffee Seeds. *Ciênc. Agrotec., Lavras*. [Online] 36 (4), 415–423. Available from: doi:10.1590/S1413-70542012000400005.
- Da Rosa, S.D.V.F. et al. (2010) Staging coffee seedling growth: A rationale for shortening the coffee seed germination test. *Seed Science and Technology*. [Online] 38 (2), 421–431. Available from: doi:10.15258/sst.2010.38.2.15.
- Da Rosa, S.D.V.F., Carvalho, A.M., McDonald, M.B., Von Pinho, E.R. V, Silva, A.P. & Veiga, A.D. (2011) The Effect of Storage Conditions on Coffee Seed and Seedling Quality. *Seed Science and Technology*. 39 (1), 151–164.
- Dina, A.K.E.I. (2012) *No Uji vigor benih kedelai (Glycine max) dengan metode pengukuran pemunculan akar (radicle emergence)*Title.In: *Pengembangan/Validasi Metode tahun 2012*. Depok.
- Eira, M.T.S. et al. (2006) *Coffee Seed Physiology*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. [Online] 18 (1), pp.149–163. Available from: doi:10.1590/S1677-04202006000100011.
- Huang, Y. et al. (2014) Desiccation and storage studies on three cultivars of Arabica coffee. [Online] 60–67. Available from: doi:10.15258/sst.2014.42.1.06.
- Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. (2017) *Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran, dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi (Coffea sp)*.
- International Coffee Organization (2017) *Trade Statistics Tables : Total Production by Exporting Countries.2017* [Online] Available from: <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf> [Accessed: 9 July 2018].
- International Seed Testing Association (2014) *International Rules for Seed Testing*. Switzerland, ISTA.
- Kementerian Riset, Teknologi, dan P.T. (2017) *Workshop Forum Kerjasama Industri Inovasi Teknologi Untuk Meningkatkan Kualitas dan Daya Saing Kopi Indonesia.2017* [Online] Available from: [ww.ico.org/trade_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp).
- Kuo, W.H.J., A.C. Yan, N.L. (1996) Tetrazolium test for the seeds *Salvia splendens* and *S.farinacea*. *Seed Science and Technology*1. 24 (17–21).
- Matthews, S., Beltrami, E. & Nasehzadeh, M. (2011) Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. 501–509.
- Matthews, S. & Khajeh Hosseini, M. (2006) Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*. [Online] 34 (2), 339–347. Available from: doi:10.15258/sst.2006.34.2.09.
- Nair, K.P.P. (2010) Coffee. *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*. [Online] 181–208. Available from: doi:10.1016/B978-0-12-384677-8.00006-0.
- Pant, N.C., Purohit, M. & Lal, R.B. (1999) Tetrazolium test for the seeds of *Dendrocalamus strictus* Nees. 27, 907–910.
- Putra Nasrullah, & Desmawan, R.R. (2012) Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Benih Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* (LENN)). *Vegetalika*. (Vol 1, No 3 (2012)), *Vegetalika*, 21–30.
- Rahardjo, P. (2012) *Kopi*. Depok, Penebar Swadaya.
- Sadjad, S. (1993) *Dari benih kepada benih*. [Online] Gramedia Widiasarana Indonesia. Available from:

- <https://books.google.co.id/books?id=qRHbAAAA MAAJ>.
- Sadjad, S. & Murniati, E. (1999) *Parameter pengujian vigor benih: dari komparatif ke simulatif*. Jakarta, Grasindo.
- Santos, G.C., von Pinho, E.V.R. & Rosa, S.D.V.F. (2013) Gene expression of coffee seed oxidation and germination processes during drying. *Genetics and Molecular Research*. [Online] 12 (4), 6968–6982. Available from: doi:10.4238/2013.December.19.16.
- Sera, G.H. & Miglioranza, E. (2003) *Visual Evaluation of the Erminative Potentiality of Coffee Seeds for the Embryo Format and Coloration*. In: *Ciências Agrárias, Londrina*. pp.307–310.
- Souza, C.R. de et al. (2010) Tetrazolium Test for Evaluating Triticale Seed Viability. *Revista Brasileira de Sementes*. [Online] 32 (3), 163–169. Available from: doi:10.1590/S0101-31222010000300018.
- Wibawa, N.F. (2015) *Uji Tetrazolium Sebagai Tolok Ukur Viabilitas Dan Vigor Benih Pepaya (Carica papaya L.)*. Universitas Sebelas Maret.
- Zhai, H. & Wiktorsson, M. (2015) *Linear and Non-Linear Regression: Application To Competitor'S Gasoline Volume Estimation*. [Online] Available from: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=5034934&fileOId=5034936>.
- Zonta, J.B. et al. (2009) Lercafé test for the assessment of coffee seed quality during storage. *Seed Science and Technology*. [Online] 37 (1), 140–146. Available from: doi:10.15258/sst.2009.37.1.16.