



Efek Perubahan Kondisi Fisik Benih Kopi Terhadap Konsentrasi Hormon Giberellin (GA₃) dan Perendaman Suhu Air yang Berbeda

Effects of Changes in the Physical Condition of Coffee Seeds with Concentration of Gibberellin Hormone (GA₃) and Different Water Temperatures

Dede Suhendra*, Siska Efendi, Aswaldi Anwar

Department of Agroecotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Corresponding author: dedesuhendra@agr.unand.ac.id

Received: September 6, 2020; Accepted: September 28, 2020; Published: October 1, 2020

ABSTRACT

The propagation plants coffee is carried out in generative manner and needs be optimized with treating gibberellin hormone and water temperature in germination stage of coffee seeds. This research aimed to know the effects of changes in the physical condition of coffee seeds with concentration of gibberellin hormone (GA₃) and different water temperatures. This research conducted at the Seed Technology Laboratory Faculty Agriculture, Andalas University from July to September 2020. The method used was Randomized Complete Design with 3 replications. The parameters observed were seed weight early (g), seed weight after treatment (g), seed moisture content early (%), moisture content seed after treatment (%) and membrane leakage (μ mhos). Results showed that 200 ppm of gibberellin hormone concentration can increase weight of seed after treatment with 4.28 g. The best seed moisture content was at 90°C water immersion temperature with 48.28%.

Key words: membrane leakage, moisture content, seed weight

Cite this as: Suhendra, D., Efendi, S., & Anwar, A. (2020). Efek Perubahan Kondisi Fisik Benih Kopi Terhadap Konsentrasi Hormon Giberellin (GA₃) dan Perendaman Suhu Air yang Berbeda. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi* 22(2): 109-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v22i2.44205>

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu daerah penghasil kopi di Indonesia. Luas areal perkebunan kopi di Sumatera Barat sejak tahun 2016 sampai 2018 yakni 38.365 ha; 33.276 ha; dan 34.024 ha dengan produksi 22.721 ton; 17.553 ton; dan 18.026 ton. Memiliki kontribusi yang cukup nyata terhadap perekonomian Indonesia, karena produksi kopi di Sumatera Barat tidak stabil maka perlu dilakukan perluasan areal di Sumatera Barat untuk menghasilkan kopi karena di daerah ini memiliki potensi dalam hal ketersediaan lahan yang luas dan kesesuaian kondisi lingkungan yang baik untuk budidaya tanaman kopi (BPS, 2019).

Produktifitas tanaman kopi terhambat karena beberapa faktor yakni bibit yang abnormal, percabangan ganda dan perakaran yang tidak berkembang, dalam hal ini pemeliharaan seperti penggunaan media tanam yang tidak sesuai, intensitas cahaya kurang baik dan penanaman bibit yang tidak efektif menyebabkan pertumbuhan bibit kopi jadi terganggu (Netse dan Kufa, 2015).

Bibit yang baik merupakan modal keberhasilan pertumbuhan tanaman di lapangan karena mampu memproduksi secara optimal. Pada konsepnya Perbanyakan kopi umumnya secara generatif. Kendala dalam perbanyakan kopi secara generatif adalah biji kopi memerlukan waktu cukup lama untuk

berkecambah. Kondisi kulit biji keras berdampak pada air dan udara yang dibutuhkan pada proses perkecambahan sehingga tidak dapat masuk untuk berkecambah dan membutuhkan waktu yang lama (Lestari et al., 2016).

Selain itu kulit biji yang impermeabel juga berpengaruh menjadi mereduksi kandungan O₂ dalam benih sehingga dalam kondisi anaerobik terjadi sintesis zat penghambat tumbuh. Agar terbentuk stadium serdadu (hipokotil tegak lurus) butuh waktu 4-6 minggu, lalu untuk mencapai stadium kepelan (membukanya kotiledon) dibutuhkan waktu 8-12 minggu. Keadaan ini tentu akan berdampak pada penyediaan bibit (Najiyati dan Danarti, 2012).

Pertumbuhan bibit yang lambat dan tidak seragam berdampak pada proses viabilitas benih yang kurang baik (Rosa et al., 2010). Salah satu zat pengatur tumbuh yang dapat memicu perkecambahan lalu pertumbuhan adalah hormon giberelin yang berperan dalam pengembangan dinding sel, pembesaran sel dan pembelahan sel. Giberelin akan berperan dalam fase berkecambah terjadi pembentukan enzim α -amilase pada kondisi lapisan aleuron, berpengaruh terjadinya perpanjangan ruas tanaman dengan bertambahnya jumlah lalu besar sel-sel pada ruas-ruas tersebut (Andjarikmawati et al., 2005). Hal ini berdasarkan penelitian Hardiyanto (1995) dapat mengoptimalkan persentase dan kecepatan berkecambah pada benih

manggis dan markisa dengan melakukan perendaman giberelin 50 ppm.

Salah satu cara yang digunakan untuk pematangan dormansi benih adalah dilakukannya merendam benih dengan kondisi air panas. Perendaman benih pada waktu yang berbeda adalah untuk melihat waktu perendaman yang efektif dalam mengatasi dormansi. Perendaman pada benih dengan durasi waktu yang berbeda-beda dapat melunakkan lalu membuka pori-pori kulit benih yang keras. Menurut Marthen et al., (2013), benih sengon yang direndam dengan air panas 60°C memberikan hasil tertinggi pada persentase perkecambahan lalu laju perkecambahan sebesar 100% dan berpengaruh pada kondisi fisik benih yakni bobot dan kadar air benih.

Penyimpanan jangka menengah benih kopi telah dilakukan bahwa benih tersebut bisa disimpan selama 10 bulan pada suhu 15°C pada kadar air 10 - 11%. untuk produksi bibit kopi komersil biasanya biji kopi tidak dikeringkan biasanya langsung disemai untuk dijadikan bibit. Biji kopi dipanen pada tahap pematangan ceri, namun biji kopi memperoleh kapasitas perkecambahan maksimum ketika buah berada diantara keduanya yakni hijau dan ceri (Rosa et al., 2011).

Berdasarkan hal tersebut terkait perlakuan hormon giberelin dan suhu air dari penelitian sebelumnya sebagai landasan taraf perlakuan awal, penulis ingin mencoba memberikan peningkatan taraf perlakuan hormon GA₃ dan perendaman suhu air yang berbeda untuk melihat proses perubahan fisik benih kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek perubahan kondisi fisik benih kopi terhadap perlakuan hormon GA₃ dengan perendaman suhu air yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada bulan Juli-September 2020. Bahan yang digunakan di penelitian ini antara lain benih kopi robusta asal Solok dan hormon giberelin. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah diantaranya timbangan analitik dan termometer.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 Faktor Perlakuan dan 3 ulangan yakni:

Faktor I : Konsentrasi Hormon Giberelin (GA₃) (G) yang terdiri oleh 3 Taraf yaitu:

- G1: 50 ppm
- G2: 100 ppm
- G3: 150 ppm
- G4: 200 ppm

Faktor II : Perendaman Dengan Suhu Air Berbeda (S) yang terdiri oleh 3 Taraf yaitu:

- S1: Suhu Air di ruangan
- S2: Suhu 60°C
- S3: Suhu 90°C

Data hasil pengamatan diolah melalui analisis varian (Anova), jika nilai rata-rata berbeda nyata dilanjutkan DMNRT (*Duncan's New Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

Prosedur penelitian diawali dengan seleksi benih. Seleksi benih dilakukan dengan memilih benih yang telah masak fisiologis dan berkualitas baik yaitu kulit biji berwarna merah tua, memiliki ukuran dan warna seragam, permukaan kulitnya tidak cacat, bebas dari

hama dan penyakit. Setelah didapat benih yang dibutuhkan yaitu 720 benih kopi robusta, dilakukan pengelupasan kulit benih menggunakan *cutter*, saat pengupasan kulit benih jangan sampai melukai bagian benih. Benih yang telah terkupas dicuci bersih dengan akuades. Pembuatan konsentrasi hormon giberelin dilakukan dengan mengencerkan giberelin pekat menggunakan aquades dengan rumus pengenceran $M1.V1 = M2.V2$ (Indrianto, 1990).

Benih kopi robusta direndam selama 30 menit dalam gelas piala yang berisi hormon giberelin yang telah ditentukan yang telah diberi label sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan yakni 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, dan 200 ppm. Setelah perendaman selama 30 menit dengan hormon giberelin dengan sebelumnya dilakukan perendaman dengan perlakuan suhu air selama 30 menit. Setelah itu diamati pengamatan benih tersebut.

Pengukuran parameter adalah bobot benih awal (g), bobot benih setelah perlakuan (g), kadar air benih awal (%), kadar air benih setelah perlakuan (%), dan kebocoran membran (μmhos).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Benih Awal (g)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi giberelin dengan suhu air yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap bobot benih awal kopi (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1, diperoleh bahwa bobot benih awal tertinggi terdapat pada perlakuan G4S3 yakni 1.96 g dan data terendah terdapat pada perlakuan G1S3 yakni 1.33 g. Pada data bobot benih awal ini bermaksud untuk melihat seberapa berat benih awal tanaman kopi dan peningkatan bobotnya setelah diberikan perlakuan.

Tabel 1. Bobot Benih Awal (g)

Giberelin	Suhu Air			Rataan
	S1 (Suhu Ruang)	S2 (60°C)	S3 (90°C)	
G1 (50 ppm)	1.69	1.60	1.33	1.54
G2 (100 ppm)	1.55	1.64	1.49	1.56
G3 (150 ppm)	1.59	1.72	1.66	1.66
G4 (200 ppm)	1.40	1.66	1.96	1.67
Rataan	1.56	1.66	1.61	

Hal ini juga berdampak kepada seberapa efektif proses imbibisi atau penyerapan air pada benih dengan ditandai pertambahan bobot benih kopi setelah diberikan perlakuan. Kondisi ini sesuai dengan literatur Wahid (2006) yang menyatakan bahwa proses pada mekanisme proses penyerapan air dapat berlangsung karena adanya proses, difusi, osmosis, transport aktif, dan imbibisi. Imbibisi merupakan salah satu proses difusi yang terjadi pada tanaman. Imbibisi merupakan proses masuknya air pada ruang interseluler dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Pada peristiwa perendaman inilah terjadi proses imbibisi oleh kulit biji tanaman tersebut. Proses imbibisi juga memiliki kecepatan penyerapan air yang berbeda-beda untuk setiap jenis biji tanaman. Banyaknya air yang diserap selama proses imbibisi pada umumnya kecil, cepat dan tidak boleh lebih dari 2-3 kali berat kering dari biji tersebut. Kondisi fisik benih kopi awal memiliki bentuk seperti telur berwarna coklat pucat setelah dikeringkan,

kondisi ini didukung oleh teori Eira et al., (2006) yang menyatakan bahwa biji kopi berbentuk elips atau bulat telur mempunyai alur membujur pada permukaan bidang.

Kulit luar dilapisi oleh endokarp yang keras berwarna coklat pucat setelah dikeringkan. Merupakan jaringan hidup yang keras dibagian luar dan lunak dibagian dalam yang mengelilingi embrio. Endosperm lateral sangat keras karena terdapat dinding sel yang sangat tebal. Aktifitas metabolisme dinding sel dan endosperm menyebabkan terjadinya proses perkecambahan yang sumber energi tumbuhnya berasal dari endosperm yang terdiri dari protein, lipid dan mineral. Embrio pada biji kopi berukuran sangat kecil dan mengandung sedikit cadangan penyimpanan nutrisi (Silva et al., 2005).

Bobot Benih Setelah Perlakuan (g)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi giberelin berpengaruh nyata terhadap bobot benih setelah perlakuan (Tabel 2).

Tabel 2. Bobot Benih Setelah Perlakuan (g)

Giberelin	Suhu Air			Rataan
	S1 (Suhu Ruang)	S2 (60°C)	S3 (90°C)	
G1 (50 ppm)	3.09	2.64	3.94	3.22b
G2 (100 ppm)	3.33	2.86	4.11	3.43b
G3 (150 ppm)	2.77	2.80	2.38	2.65c
G4 (200 ppm)	4.43	4.07	4.33	4.28a
Rataan	3.40	3.09	3.69	

Keterangan : Pada angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menyatakan berbeda nyata menurut DMNRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Pada perlakuan bobot benih setelah perlakuan menunjukkan bahwa bobot benih tertinggi terdapat pada perlakuan G4S1 yakni sebesar 4.43 g dan bobot terendah terdapat pada perlakuan G3S3 yakni 2.38 g. Pada Tabel 2 hormon giberelin berpengaruh nyata terhadap bobot benih yaitu terdapat pada perlakuan G4 (200 ppm) dan data terendah terdapat pada perlakuan G3 (150 ppm). Perlakuan G4 berbeda nyata dengan perlakuan G1, G2 dan G3 yang mana perlakuan tersebut berdampak pada perubahan bobot dari benih kopi.

Perendaman benih juga dipengaruhi oleh lama perendaman dalam air, semakin lama perendaman maka bobot benih akan naik maksimal 2- 3 kali bobot awal hal ini sesuai dengan literatur Sumanto dan Wahyuni (1993) yang menyatakan bahwa perlakuan benih memberikan karena peranan air dan oksigen, semakin dilakukan biji direndam, maka semakin besar masuknya air pada endosperma biji, namun ada batasan tertentu untuk lamanya perendaman karena terlalu lama direndam maka biji akan mengalami pembusukan dan rusak. Pada parameter yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perendaman dengan waktu yang maksimal berbedanya nyata dengan perendaman dengan waktu yang minimum. Pada kondisi benih setelah diberikan perlakuan giberelin konsentrasi tertinggi terdapat pada konsentrasi 200 ppm (G4), kondisi ini terjadi karena hormon giberelin dengan konsentrasi 200 ppm dapat menyebabkan degradasi endosperm dengan cara merangsang aktivitas hidrolitik di dinding sel endosperm, giberelin dibebaskan dari

embrio yang dipicu oleh melemahnya lapisan luar endosperm lalu terjadi degradasi dinding sel endosperm yang menyebabkan bobot benih kopi menjadi berpengaruh.. Hal ini didukung dengan literatur Silva et al., (2005) yang menyatakan bahwa giberelin berperan dalam menstimulasi perkecambahan biji.

Giberelin mempercepat pertumbuhan benih dengan faktor lingkungan yang sesuai untuk perkecambahan yakni pada kondisi benih yang telah matang fisiologis sehingga dapat merespons benih untuk berkecambah dengan baik. Faktor lingkungan yang sesuai menyebabkan terjadinya biosintesis pada fase awal perkecambahan. Giberelin dapat menyebabkan degradasi endosperm dengan cara merangsang aktivitas hidrolitik di dinding sel endosperm. Giberelin dibebaskan dari embrio yang dipicu oleh melemahnya lapisan luar endosperm lalu terjadi degradasi dinding sel endosperm dan direspons oleh bagian radikula yang menyebabkan proses perkembangan radikula menjadi cepat. Aktifitas yang terlibat dalam proses hidrolisis adalah endo-b-mannanase, b-mannosidase dan b-galaktosidase yang ditingkatkan dalam endosperm dan merangsang pertumbuhan embrio dengan cepat berpotensi dalam ekspansi sel yang diatur oleh hormon dalam pertumbuhan embryo dan terjadi perkecambahan biji dan pemanjangan jaringan pada benih kopi.



Gambar 1. Benih Awal



Gambar 2. Benih Setelah Perlakuan

Kadar Air Benih Awal (%)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi giberelin dan suhu air tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air benih awal (Tabel 3). Pada Tabel 3 didapatkan bahwa data tertinggi pada perlakuan G4S2 yakni 16.64% dan data terendah terdapat pada perlakuan G1S2 yakni 14.08%. Suhu air terhadap kadar air benih awal tertinggi terdapat pada suhu ruang yaitu 16.04%. Konsentrasi giberelin terhadap kadar air benih awal tertinggi tertinggi terdapat pada 100 ppm yaitu 16.29%. Parameter ini dilakukan untuk melihat kondisi kadar air benih yang digunakan sebelum perlakuan karena kalau kadar air benih tinggi bisa berdampak pada kondisi benih tidak bisa berkecambah walau sudah diberikan perlakuan untuk mendukung perkecambahan dari benih tersebut.

Tabel 3. Kadar Air Benih Awal (%)

Giberelin	Suhu Air			Rataan
	S1 (Suhu Ruang)	S2 (60°C)	S3 (90°C)	
G1 (50 ppm)	16.68	14.08	14.46	15.08
G2 (100 ppm)	16.28	16.29	16.30	16.29
G3 (150 ppm)	15.69	16.53	15.71	15.98
G4 (200 ppm)	15.50	16.64	15.25	15.80
Rataan	16.04	15.89	15.43	

Kadar air yang optimal berkisar antara 21-27% yang mana kondisi tersebut atau di bawah itu benih bisa berkecambah dengan baik. Hal ini sesuai dengan Arif dan Ilahi (2018) yakni kadar air benih yang dianggap ideal untuk proses perkecambahan berkisar antara 21-23% karena kadar air yang terlalu rendah tidak akan mengaktifkan enzim yang mendorong perkecambahan, sedangkan kadar air yang lebih tinggi dapat berbahaya bagi kondisi embrio pada benih tersebut.

Kadar Air Benih Setelah Perlakuan (%)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air berpengaruh nyata terhadap kadar air benih setelah perlakuan (Tabel 4).

Tabel 4. Kadar Air Benih Setelah Perlakuan (%)

Giberelin	Suhu Air			Rataan
	S1 (Suhu Ruang)	S2 (60°C)	S3 (90°C)	
G1 (50 ppm)	29.77	43.24	51.16	41.39
G2 (100 ppm)	45.26	45.08	51.62	47.32
G3 (150 ppm)	48.52	45.18	43.83	45.84
G4 (200 ppm)	38.89	45.59	46.52	43.67
Rataan	40.61c	44.77b	48.28a	

Keterangan : Pada angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menyatakan berbeda nyata menurut DMNRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Berdasarkan Tabel 4, suhu air berpengaruh nyata terhadap kadar air benih setelah perlakuan. Kadar air benih tertinggi terdapat pada perlakuan G3S1 yakni 48.52% dan terendah terdapat pada perlakuan G1S1 yakni 29.77%. Suhu air berpengaruh nyata terhadap kadar air benih setelah perlakuan yakni suhu air tertinggi terdapat pada S3 yakni 48.28% yang berbeda nyata dengan perlakuan S1 dan S2. Pengukuran kadar air setelah perlakuan dimaksud untuk melihat kondisi kadar air benih yang digunakan setelah perlakuan karena jika kadar air benih tinggi bisa berdampak pada kondisi benih yang tidak bisa berkecambah walau sudah diberikan perlakuan untuk mendukung perkecambahan dari benih tersebut.

Kadar air yang optimal berkisar antara 21 - 27% yang mana kondisi tersebut atau di bawah itu benih bisa berkecambah dengan baik hal ini sesuai dengan Arif dan Ilahi (2018) yakni kadar air benih yang dianggap ideal untuk proses perkecambahan berkisar antara 21-23% karena kadar air yang terlalu rendah tidak akan mengaktifkan enzim yang mendorong perkecambahan, sedangkan kadar air yang lebih tinggi dapat berbahaya bagi kondisi embrio pada benih tersebut. Dalam kondisi kadar air benih ini tergolong tidak terlalu tinggi. Lalu dengan kondisi perendaman dengan suhu 90°C kadar air benih lebih terlihat perbedaannya karena proses penyerapan air yang cepat dan melemahnya lapisan luar endosperm lalu terjadi degradasi dinding sel endosperm jadi kadar air jadi lebih tinggi.

Proses imbibisi ini berperan dalam pertumbuhan suatu tanaman khususnya tanaman kopi karena dari imbibisi ini tahap proses fisiologis bisa dilihat hal ini disesuaikan dengan Rosa et al., (2010) yang menyatakan Perubahan morfologi pada perkecambahan berlangsung setiap hari mulai fase imbibisi lalu proses penanaman dan terjadi perkecambahan dan

pertumbuhan lanjutan untuk melihat tahapan fisiologis dari benih tersebut. Perkembangannya membutuhkan pengaruh lingkungan baik secara cepat atau lambat biasanya dipengaruhi oleh penyiraman, cahaya dan faktor lingkungan lainnya. Pada fase tanaman kopi membutuhkan pertumbuhan dalam waktu yang lama dalam fase perkecambahan dan perkembangan benih kopi, biasanya membutuhkan waktu 30 hari untuk berkecambah dan bisa dipersingkat dengan melakukan perlakuan tertentu.

Kebocoran Membran (μmhos)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi giberelin dan suhu air tidak berpengaruh nyata terhadap kebocoran membran (Tabel 5).

Tabel 5. Kebocoran Membran (μmhos)

Giberelin	Suhu Air			Rataan
	S1 (Suhu Ruang)	S2 (60°C)	S3 (90°C)	
G1 (50 ppm)	7.00	12.00	10.00	10.00
G2 (100 ppm)	9.00	12.00	13.00	11.00
G3 (150 ppm)	10.00	13.00	15.00	13.00
G4 (200 ppm)	17.00	16.00	14.00	16.00
Rataan	11.00	13.00	13.00	

Pada Tabel 5 didapatkan bahwa kebocoran membran tertinggi pada G4S1 yakni 17×10^{-6} μmhos dan terendah terdapat pada G1S1 yakni 7×10^{-6} μmhos . Pengamatan uji daya hantar listrik pada benih merupakan pengujian vigor yang memiliki keunggulan sendiri. Uji ini merupakan pengujian secara fisik untuk mengamati tingkat kebocoran membran sel. Struktur membran sel yang buruk menyebabkan kebocoran sel yang tinggi erat kaitannya oleh benih yang rendah vigorinya (Zanzibar, 2008).

Kondisi benih dengan vigor rendah dan telah mengalami penurunan integitas membran sebagai hasil dari deteriorasi dari kerusakan mekanik. Selama imbibisi benih yang memiliki struktur membran lemah melepaskan koloid sitoplasmik ke medium imbibisi, koloid dengan sifat elektrolitik membawa kondisi muatan elektrolitik yang dapat dideteksi dengan konduktivitas meter (Copeland dan McDonald, 2001).

KESIMPULAN

Aplikasi hormon giberelin 200 ppm berpengaruh nyata terhadap bobot benih yaitu 4.28 g. Suhu air 90°C berpengaruh nyata terhadap kadar air benih setelah perlakuan yaitu 48.28%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BOPTN Universitas Andalas yang telah mendanai kegiatan penelitian ini dengan skim Riset Dosen Pemula (RDP) Tahap I Tahun 2020 dan nomor kontrak T/9/UN.16.17/PT.01.03/Pangan-RDP/2020.

DAFTAR PUSTAKA

Andjarikmawati, D. W., Mudyantini, W. & Marsusi. (2005). Perkecambahan dan Pertumbuhan Delima Putih (*Punica ganatum* L) Dengan Perlakuan Asam Indol Asetat dan asam Giberelat. *J. Biosmart* 7(2): 91-94.
 Arif, M. & Akbar, I. N. M. (2018). Aplikasi Metode Oven

- Suhu Tinggi Tetap dan Benih Utuh Dalam Pengujian Kadar Air Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *J. Pen Kelapa Sawit*. 26(3): 153-159.
- Badan Pusat Statistika (BPS). (2019). Volume dan Nilai Ekspor Kopi 2002-2019.
- Copeland, L. O. & McDonald, M. B. (2001). *Seed Science and Technology* Kluwer Academic Publisher. London.
- Eira, M. T. S., Silva, E. A. A., Castro, R. D., Dussert, S., Walters, C., Bewley, J.D., Hillhorst, H. W. M. (2006). Coffee Seed Physiology. *J. of Plant Physiology*. 18(1):149-163.
- Indriyanto. (1990). *Ekologi Hutan*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Lestari, D., R. Linda & Mukarlina. (2016). Pematangan Dormansi dan Perkecambahan Biji Kopi Arabica (*Coffea arabica* L.) dengan Asam Sulfat (H₂SO₄) dan Giberelin (GA₃). *J. Protobiont* 5(1): 8-13.
- Marthen, M., Kaya, E., & Rehatta, H. (2018). Pengaruh perlakuan pencelupan dan perendaman terhadap perkecambahan benih sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Agrologia*, 2(1).
- Najati, S. & Danarti. (2012). *Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Netsere, A. & Kufa, T. (2015). Review of Arabica Coffe Nursery Management Reserch In Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 5(11):20-23.
- Rosa, S. D. V. F., McDonald, M. B., Veiga, A. D., Villela, L., Fereira, I. A. (2010). Staging Coffee Seedling Growth: a Rationale for Shortenning The Coffee Seed Germination Test. *J. Seed Sci. & Technol.* 38:421-431.
- Rosa, S. D. V. F., Carvalho, A. M., McDonald, M. B., VonPinho, E. R. V., Silva, A. P., Veiga, A. D. (2011). The Effect of Storage Condition on Coffee Seed and Seedling Quality. *J. Seed Sci. & Technol.* 39:151-164.
- Sadjad, S. (1994). *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. PT Widia Sarana Indonesia, Jakarta.
- Silva, E. A. A., Toorop, P. E., Nijse, J., Bewley, J. D., Hillhorst, H. W. M. (2005). Exogenous Gibberellins Inhibit Coffee Seed Germination and Cause Cell Death In The Embryo. *J. of Experimental Botany* 56(413):1029-1038.
- Sumanto & Sriwahyuni, (1993). *Pengembangan Perlakuan Benih Terhadap Perkecambahan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Sutopo, L. (1998). *Teknologi Benih*. PT Raja Grafindo, Jakarta.
- Wachid, M. (2006). Optimalisasi Zat Gizi Pada Proses Perkecambahan Pembuatan Taoge: Kajian Suhu dan Lama Perendaman. Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. *Gamma* 1(2): 112-117.
- Zanzibar, M. (2008). *Kajian Metode Uji Cepat Sebagai Metode Resmi Pengujian Kualitas Benih Tanaman Hutan di Indonesia*.