



Komparasi Kinerja Irigasi Tetes dan Penyiraman pada Pembibitan Kopi Arabika

Comparison of Drip and Watering Irrigation Performance in Arabica Coffee Nurseries

Gatot Pramuhadi^{1,2*}, Sidik Maulana¹

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

² Pusat Pengembangan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA), IPB University, Bogor, Indonesia

*Corresponding Author: gpramuhadi@apps.ipb.ac.id

Abstract. *This study aimed to analyze the performance of drip irrigation and compare it with conventional watering using a watering can. Twelve treatments were applied, combining four watering methods (drip irrigation with water, drip irrigation with water and nutrients, watering using a can with water, and watering using a can with water and nutrients) and three types of growing media (soil; a mixture of soil and rice husks; and a mixture of soil, husks, and manure). The results showed that the best coffee seedling growth was achieved through the drip irrigation treatment with water and nutrients on the soil, husk, and manure mixture (A2T3). This treatment resulted in a final plant height of 13.1 cm, stem diameter of 2.94 mm, 12 leaves, and a sturdiness index of 5.50. The drip irrigation system operated at a water discharge rate of 0.534 liters per minute with a water use efficiency of 75.15%. These results indicated that combining a complete growing medium with efficient irrigation and nutrient supply significantly enhanced seedling performance. In terms of cost, seedling production under drip irrigation ranged from IDR 6,450.06 to IDR 7,119.14 per seedling, while production using a watering can ranged from IDR 3,873.13 to IDR 4,645.20 per seedling. Although drip irrigation incurred higher costs, it produced higher-quality seedlings. Therefore, the use of drip irrigation with nutrients and organic-rich media is recommended as an effective and economically viable method for coffee seedling production.*

Keywords: *Coffee Nursery, Cost Analysis, Drip Irrigation, Growing Media, Nutrients.*

1. Pendahuluan

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas unggulan sektor perkebunan Indonesia yang menempati urutan keempat dalam kontribusi devisa negara setelah kelapa sawit, karet, dan kakao (Faadilah *et al.*, 2021). Indonesia juga merupakan produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia (Silalahi & Manullang, 2020). Pada tahun 2022, produksi kopi nasional mencapai 794.800 ton, meningkat 1,1% dari tahun sebelumnya (BPS, 2023). Namun, produktivitas kopi arabika masih belum mencapai potensi optimal 1,2 ton/ha (Tania *et al.*, 2019) bahkan idealnya bisa mencapai 2–3 ton/ha (Rukmana, 2014).

Salah satu faktor penting yang menentukan produktivitas adalah kualitas bibit. Bibit kopi yang baik minimal berumur 4 bulan, tinggi minimal 15 cm, diameter minimal 0,8 mm, memiliki minimal 5 pasang daun sehat, dan bebas dari Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Pembibitan umumnya dilakukan dalam polybag berisi campuran tanah dan pupuk kandang, dengan penyiraman konvensional, dan pemupukan sesuai umur tanaman. Kualitas bibit sangat dipengaruhi oleh media tanam dan metode penyiraman. Media tanam yang baik mampu menyediakan air dan unsur hara cukup (Fahmi, 2013; Fadhlani, 2017). Penambahan bahan organik dan pupuk organik dapat meningkatkan kapasitas serap air, memperbaiki struktur media, serta mendukung aktivitas mikroba (Harahap *et al.*, 2015; Sitanggang *et al.*, 2015).

Metode penyiraman memegang peranan vital dalam menunjang proses fisiologis tanaman. Jumlah air yang tidak sesuai, baik kekurangan maupun kelebihan, dapat menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian tanaman (Kurniati *et al.*, 2014; Rana & Rahim, 2014). Salah satu metode penyiraman yang efisien adalah irigasi tetes (*drip irrigation*) yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 80–95% dengan menyalurkan air secara perlahan dan teratur langsung ke daerah perakaran (Simonne *et al.*, 2010). Selain hemat air, sistem ini juga mengurangi kebutuhan tenaga kerja, menekan biaya operasional, dan sangat cocok diterapkan dalam pembibitan menggunakan polybag (Susila & Poerwanto, 2013). Untuk mendukung penerapan teknologi ini, diperlukan analisis biaya guna mengetahui efisiensi ekonomi sistem irigasi tetes dibandingkan dengan penyiraman konvensional. Analisis ini mencakup perhitungan biaya produksi bibit per satuan, sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam praktik budidaya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kinerja sistem irigasi tetes terhadap pertumbuhan bibit kopi pada berbagai komposisi media tanam, serta mengevaluasi kelayakan ekonominya melalui analisis biaya. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah dan praktis dalam upaya peningkatan efisiensi dan produktivitas pembibitan kopi berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juli 2023. Lokasi penelitian bertempat di Laboratorium Alat Mesin dan Prasarana Pertanian (LAMPP) dan lahan percobaan lapangan Siswadi Soepardjo, Leuwikopo, Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Dramaga, Bogor.

Penelitian ini menggunakan bibit kopi arabika varietas Sigararutang. Media tanam terdiri dari tanah, sekam padi, dan pupuk kandang, dengan nutrisi AB mix sebagai media pemupukan. Pembibitan dilakukan dalam polybag, paranet 75% sebagai naungan, dan plastik alas sebagai pelapis dasar. Sistem irigasi mencakup drum air, pipa, pipa PE, *drip tape*, *emitter*, stop kran, *line end*, sambungan pipa, dan pompa air. Untuk penyiraman manual digunakan gembor. Pengukuran dilakukan dengan timbangan digital, jangka sorong, penggaris, *soil meter*, *lux meter*, dan *hygrometer*.

2.1 Prosedur Kerja

Penelitian dimulai dengan persiapan lahan uji coba, pemasangan paranet 75%, dan alas plastik. Selanjutnya dilakukan penyusunan sistem irigasi tetes berupa rangkaian pipa, drum air, *drip tape*, dan *emitter*. Bibit kopi arabika ditanam dalam polybag dengan tiga jenis media tanam: tanah, campuran tanah dan sekam (2:1), serta campuran tanah, sekam, dan pupuk kandang (2:1:1). Sistem irigasi terdiri dari dua metode: irigasi tetes dan penyiraman manual menggunakan gembor, masing-masing dengan dua perlakuan larutan: air dan air + nutrisi AB mix, sehingga total terdapat 12 kombinasi perlakuan. Tabel 1 menunjukkan kombinasi perlakuan pembibitan.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Pembibitan

Perlakuan Irigasi	Larutan irigasi	Perlakuan media tanam	Rasio	Simbol
Irigasi tetes	1. Air	T1. Tanah	1	A1T1
		T2. Tanah + sekam	2:1	A1T2
		T3. Tanah + sekam + pupuk kandang	2:1:1	A1T3
	2. Air + nutrisi	T1. Tanah	1	A2T1
		T2. Tanah + sekam	2:1	A2T2
		T3. Tanah + sekam + pupuk kandang	2:1:1	A2T3
Siram gembor	1. Air	T1. Tanah	1	B1T1
		T2. Tanah + sekam	2:1	B1T2
		T3. Tanah + sekam + pupuk kandang	2:1:1	B1T3
	2. Air + nutrisi	T1. Tanah	1	B2T1
		T2. Tanah + sekam	2:1	B2T2
		T3. Tanah + sekam + pupuk kandang	2:1:1	B2T3

2.2 Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dan pengambilan data berlangsung selama satu bulan meliputi parameter kondisi lingkungan, media tanam, irigasi tetes, dan pertumbuhan bibit. Parameter lingkungan yang diamati meliputi intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembaban udara. Pengamatan dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari untuk mengetahui perubahan kondisi lingkungan berdasarkan waktu.

Parameter irigasi tetes yang dihitung meliputi debit air dan efisiensi pemakaian air, masing-masing dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

dimana Q adalah debit air (liter/jam), V adalah volume (liter), dan t adalah waktu (jam).

$$Ea = \frac{Ws}{Wf} \times 100\% \quad (2)$$

dimana Ea adalah efisiensi pemakaian air (%), Ws adalah air yang ditampung (ml) dan Wf adalah air yang disalurkan (ml).

Parameter media tanam meliputi pH dan bulk density. Nilai pH diukur pada pagi, siang, dan sore untuk melihat fluktuasi nilai pH media tanam. Bulk density dihitung berdasarkan berat media

dalam polybag dan volume wadah menggunakan rumus berikut:

$$\rho b = \frac{W_s}{V_s} \quad (3)$$

dimana ρb adalah bulk density (g/cm^3), W_s adalah berat tanah (g) dan V_s adalah volume tanah (cm^3).

Parameter pertumbuhan bibit meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan kekokohan tanaman. Nilai kekokohan diukur dengan alat ukur dan ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Nilai Kekokohan} = \frac{\text{Tinggi tanaman}}{\text{Diameter batang}} \quad (4)$$

Parameter analisis biaya yang diamati meliputi total biaya produksi dan biaya produksi per bibit. Total biaya produksi dihitung menggunakan rumus:

$$TC = TFC + TVC \quad (5)$$

dimana TC adalah *total cost* (Rp/tahun), TFC adalah *total fixed cost* (Rp/tahun), dan TVC adalah *total variabel cost* (Rp/tahun).

$$AC = \frac{TC}{Y} \quad (6)$$

dimana AC adalah *average cost* (Rp/bibit) dan Y adalah total produksi bibit (bibit/tahun)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Lingkungan Lahan

Penelitian dilakukan di lahan dengan ketinggian 192 mdpl, curah hujan 2.500–4.000 mm/tahun, suhu rata-rata $26,8^\circ\text{C}$, dan kelembaban 70%. Lahan diberi naungan paranet 75% untuk mengatur intensitas cahaya dan menggunakan alas plastik agar bibit tidak kontak langsung dengan tanah. Berikut hasil pengukuran parameter lingkungan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Lingkungan Selama Penelitian

Parameter	Pagi	Siang	Sore	Rata-rata
Intensitas Cahaya (Lux)	17855,60	24718,32	3255,12	15276,35
Suhu ($^\circ\text{C}$)	28,68	33,65	29,63	30,65
Kelembaban (%)	70,19	55,49	71,08	65,59

Hasil pengamatan menunjukkan intensitas cahaya tertinggi terjadi siang hari (24.718,32 lux), sedangkan rata-rata harian mencapai 15.276,35 lux. Intensitas ini cukup tinggi meskipun telah dipasang naungan. Cahaya yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Lumbanraja *et al.*, 2021). Suhu udara tercatat cukup tinggi dengan rata-rata $30,65^\circ\text{C}$, melebihi suhu optimum pertumbuhan kopi arabika ($15\text{--}25^\circ\text{C}$). Suhu berlebih dapat memicu stres pada tanaman, seperti daun menguning dan rentan terhadap penyakit seperti karat daun. Rata-rata kelembaban udara mencapai 65,59%, masih dalam kisaran ideal pertumbuhan kopi arabika yaitu 60–90% (Rosniawaty *et al.*, 2019). Kombinasi suhu tinggi dan cahaya intensif berpotensi menekan pertumbuhan bibit kopi, terutama pada fase awal pembibitan.

3.2 Kinerja Irigasi

Pengujian debit air dilakukan pada sistem irigasi tetes dan penyiraman manual menggunakan gembor. Debit air irigasi tetes diperoleh sebesar 0,534 liter/menit, sedangkan penyiraman manual menghasilkan debit lebih tinggi namun tidak terkontrol. Efisiensi penggunaan air pada irigasi tetes mencapai 75,15%, lebih baik dibandingkan metode konvensional karena air langsung dialirkan ke zona perakaran tanaman.

Tabel 3. Debit Air Dan Efisiensi Penggunaan Air

Pengujian ke-	Waktu (menit)	Air tersalurkan (liter)	Air tertampung (liter)	Debit air (liter/menit)	Debit air (liter/jam)	Efisiensi pemakaian air (%)
1	5	3,628	2,651	0,530	31,810	73,06
2	5	3,596	2,665	0,533	31,981	74,12
3	5	3,437	2,690	0,538	32,282	78,27
Rata-rata				0,534	32,024	75,15

Irigasi tetes terbukti mampu menghemat penggunaan air serta memberikan penyiraman yang merata dan teratur. Efisiensi ini mendukung pertumbuhan tanaman lebih optimal karena menjaga kelembaban media tanam secara konsisten.

3.3 Media Tanam

Media tanam yang digunakan terdiri dari tiga komposisi: tanah, campuran tanah dan sekam (2:1), serta campuran tanah, sekam, dan pupuk kandang (2:1:1). Setiap komposisi diuji karakteristik fisiknya seperti suhu, pH, dan bulk density. Adapun karakteristik media tanam ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 hasil menunjukkan bahwa penambahan bahan organik meningkatkan porositas dan daya serap air, namun juga menurunkan pH media tanam.

Pada Nilai pH perlakuan irigasi tetes dengan larutan air dan nutrisi pada media tanam tanah adalah 5,42; campuran tanah dan sekam 5,03; dan campuran dengan pupuk kandang 4,56. Nilai pH yang lebih rendah (semakin asam) pada media yang lebih kompleks diduga menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih lambat. Meski demikian, penggunaan sekam dan pupuk kandang tetap memberi keunggulan dalam penyediaan unsur hara dan sirkulasi udara apabila dikelola dengan penyesuaian pH.

Tabel 3. Karakteristik Media Tanam

Perlakuan	Suhu (°C)	pH	Bulk density (g/cm ³)
A1T1	30,63	5,17	0,89
A1T2	30,84	5,17	0,69
A1T3	30,62	4,61	0,64
A2T1	30,86	5,42	0,89
A2T2	30,75	5,03	0,69
A2T3	30,81	4,56	0,64
B1T1	30,81	5,36	0,89
B1T2	30,83	5,29	0,69
B1T3	30,49	4,87	0,64
B2T1	31,02	5,45	0,89
B2T2	31,06	5,19	0,69
B2T3	30,49	4,75	0,64

3.4 Pertumbuhan Bibit Kopi

Pertumbuhan bibit kopi diamati melalui tiga parameter utama, yaitu tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Data rata-rata dari seluruh perlakuan menunjukkan adanya variasi yang cukup signifikan antarperlakuan. Kombinasi sistem irigasi tetes dengan larutan nutrisi (A2) dan media tanam tanah, sekam, dan pupuk kandang (T3) memberikan hasil yang paling optimal secara menyeluruh. Data pertumbuhan bibit setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rata-Rata Pertumbuhan Tinggi Tanaman, Diameter Batang, dan Jumlah Daun Berdasarkan Perlakuan

Perlakuan	Tinggi tanaman akhir (cm)	Pertambahan tinggi tanaman (cm)	Diameter batang akhir (mm)	Pertambahan diameter batang (mm)	Nilai kekokohan	Jumlah daun awal	Jumlah daun akhir
A1T1	10,3	1,5	2,79	0,48	3,69	10	12
A1T2	10,6	1,8	2,62	0,67	4,04	10	12
A1T3	11,2	2,6	2,39	0,67	4,69	10	12
A2T1	9,7	3,4	2,69	0,83	3,61	10	12
A2T2	10,4	3,1	2,43	0,67	4,28	8	12
A2T3	13,1	2,7	2,95	0,5	4,44	8	12
B1T1	9,3	1,4	2,64	0,35	3,5	8	12
B1T2	10,8	1,7	2,66	0,4	4,06	8	10
B1T3	8,1	1,7	1,8	0,38	4,5	8	10
B2T1	10	1,9	3,09	0,54	3,24	8	12
B2T2	12,4	2,4	2,89	0,39	4,29	8	12
B2T3	11,3	2,2	2,19	0,34	5,16	8	10

Berdasarkan data pada Tabel 4, perlakuan A2T3 mencatat tinggi tanaman akhir sebesar 13,1 cm, diameter batang mencapai 2,94 mm, serta jumlah daun akhir sebanyak 12 helai, lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Pertambahan tinggi dan diameter batang juga berada pada angka yang kompetitif, yaitu masing-masing 2,7 cm dan 0,51 mm. Nilai kekokohan tanaman pada perlakuan ini juga tertinggi, yaitu 5,50, menunjukkan bahwa batang tumbuh lebih kokoh dan tegak, mendukung kestabilan pertumbuhan vegetatif.

Sebaliknya, perlakuan B1T3 penyiraman gembor dengan air tanpa nutrisi, pada media tanah, sekam, dan pupuk kandang mencatatkan hasil yang paling rendah, baik dalam pertambahan tinggi hanya 1,7 cm, pertambahan diameter batang 0,38 mm, maupun jumlah daun tetap 10 helai. Hal ini mengindikasikan bahwa media tanam yang kompleks tidak cukup efektif tanpa dukungan sistem irigasi dan pemberian nutrisi yang tepat.

Secara umum, terdapat pola bahwa semakin kompleks media tanam dan semakin lengkap perlakuan irigasi serta nutrisi yang diberikan, maka semakin baik pertumbuhan bibit kopi. Hal ini terlihat dari kecenderungan peningkatan tinggi akhir, diameter batang, dan jumlah daun pada perlakuan A2T1–T3. Pemberian nutrisi tambahan AB mix dalam sistem irigasi tetes berperan besar dalam mendorong pertumbuhan tanaman melalui suplai unsur hara makro dan mikro secara efisien dan teratur. Ini konsisten dengan temuan Silalahi dan Manullang (2020) serta Fadhlani (2017) yang menyebutkan bahwa kualitas media tanam dan pengelolaan air yang baik sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kopi.

Dengan demikian, perlakuan A2T3 merupakan kombinasi paling unggul dari seluruh perlakuan yang diuji, dan mendukung hipotesis bahwa semakin kompleks perlakuan media tanam dan larutan, semakin baik hasil pertumbuhannya.

3.5 Analisis Biaya Pembibitan

Analisis biaya dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi ekonomi dari masing-masing perlakuan pembibitan kopi berdasarkan total biaya produksi dan biaya produksi per bibit. Parameter ini penting untuk menentukan kelayakan penerapan teknologi irigasi dan pemilihan media tanam secara praktis di lapangan, terutama bagi pelaku usaha pembibitan atau petani.

Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya produksi tertinggi terdapat pada perlakuan A2T3 irigasi tetes dengan larutan air dan nutrisi pada media tanah, sekam, dan pupuk kandang sebesar Rp7.119,14 per bibit. Hal ini disebabkan oleh penggunaan sistem irigasi tetes yang membutuhkan instalasi lebih kompleks serta penambahan nutrisi AB mix yang meningkatkan komponen biaya operasional. Namun demikian, perlakuan ini juga menunjukkan hasil pertumbuhan terbaik dari seluruh kombinasi yang diuji, baik dari segi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, maupun kekokohan tanaman.

Sebaliknya, biaya produksi terendah diperoleh pada perlakuan B1T1 penyiraman gembor tanpa nutrisi pada media tanah murni, yaitu sebesar Rp3.873,13 per bibit. Meskipun lebih ekonomis, hasil pertumbuhan bibit pada perlakuan ini tergolong rendah, sehingga dapat berdampak pada kualitas dan produktivitas tanaman saat dipindahkan ke lahan tanam permanen. Berikut biaya produksi bibit pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Produksi Pembibitan Kopi Per Bibit Berdasarkan Perlakuan

Perlakuan	Total Biaya Produksi (Rp)	Total Bibit Produksi (bibit)	Biaya Produksi per Bibit (Rp/bibit)
A1T1	352.195.019,94	54.000	6.522,13
A1T2	348.375.170,22	54.000	6.451,39
A1T3	348.303.343,98	54.000	6.450,06
A2T1	384.433.752,62	54.000	7.119,14
A2T2	380.613.902,90	54.000	7.048,41
A2T3	380.542.076,66	54.000	7.047,08
B1T1	213.040.673,35	54.000	3.945,20
B1T2	209.220.823,63	54.000	3.874,46
B1T3	209.148.997,39	54.000	3.873,13
B2T1	250.840.673,35	54.000	4.645,20
B2T2	247.020.823,63	54.000	4.574,46
B2T3	246.948.997,39	54.000	4.573,13

Secara umum, biaya pembibitan menggunakan irigasi tetes berkisar antara Rp6.450,06–Rp7.119,14 per bibit, sedangkan metode penyiraman manual menggunakan gembor berkisar Rp3.873,13–Rp4.645,20 per bibit. Artinya, irigasi tetes membutuhkan biaya sekitar 40–50% lebih tinggi dibanding penyiraman manual. Namun demikian, jika mempertimbangkan efisiensi penggunaan air, kualitas pertumbuhan bibit, serta potensi produktivitas jangka panjang, maka biaya tambahan pada irigasi tetes layak dikompensasi. Perlakuan A2T3 menjadi contoh ideal bahwa investasi awal yang lebih besar dapat memberikan hasil bibit yang lebih unggul dan siap tanam.

Dengan demikian, sistem irigasi tetes yang dikombinasikan dengan nutrisi dan media tanam yang lengkap dapat direkomendasikan sebagai metode pembibitan kopi yang efisien secara teknis dan layak secara ekonomis, terutama dalam skala usaha pembibitan yang menekankan mutu hasil.

4. Kesimpulan

Perlakuan terbaik dalam penelitian ini diperoleh dari kombinasi sistem irigasi tetes dengan air dan larutan nutrisi pada media tanam campuran tanah, sekam, dan pupuk kandang (A2T3). Perlakuan ini menghasilkan pertumbuhan bibit kopi paling optimal dengan tinggi tanaman akhir 13,1 cm, diameter batang 2,94 mm, jumlah daun 12 helai, serta nilai kekokohan tertinggi sebesar 5,50. Hasil

tersebut menunjukkan bahwa media tanam yang lebih kompleks, jika didukung oleh penyiraman yang efisien dan pemberian nutrisi, mampu mempercepat dan memperkuat pertumbuhan vegetatif bibit kopi arabika.

Dari sisi ekonomi, biaya produksi per bibit untuk perlakuan A2T3 sebesar Rp7.119,14 merupakan yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Namun, biaya tersebut sebanding dengan kualitas bibit yang dihasilkan. Sementara itu, perlakuan penyiraman manual tanpa nutrisi pada media tanah (B1T1) memiliki biaya terendah yaitu Rp3.873,13, namun dengan pertumbuhan bibit yang kurang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa sistem irigasi tetes berbasis nutrisi memang membutuhkan investasi awal yang lebih besar, tetapi memberikan hasil pertumbuhan bibit yang unggul dan siap tanam. Oleh karena itu, perlakuan A2T3 direkomendasikan sebagai metode pembibitan kopi yang efisien secara agronomis dan layak secara ekonomis.

Daftar Pustaka

- BPS (Badan Pusat Statistik). 2023. *Statistik Kopi Indonesia 2020–2022*. Jakarta (ID): BPS.
- Fadhlan RDJG. 2017. Respons pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea robusta* L.) terhadap berbagai media tanam dan pupuk organik cair. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(3):676–684.
- Fahmi IZ. 2013. *Media Tanam Sebagai Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman*. Surabaya (ID): Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan.
- Harahap AD, Nurhidayah T, Saputra SI. 2015. Pengaruh pemberian kompos ampas tahu terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) di bawah naungan tanaman kelapa sawit. *JOM Faperta*. 2(1):1–12.
- Kurniati E, Bambang S, Afrilia T. 2014. Desain jaringan irigasi (*sprinkler irrigation*) pada tanaman anggrek. *Jurnal Teknol Pertanian*. 8(1):35–45.
- Rana M, Rahim A. 2014. Manuring and irrigation effect on growth, flowering, and fruiting of dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw) in Bangladesh. *IJCBS Res Pap*. 1(6):28–32.
- Rukmana R. 2014. *Untung Selangit Dari Agribisnis Kopi*. Yogyakarta (ID): Lily Publisher.
- Silalahi FRL, Manullang W. 2020. Pengaruh media tanam terhadap parameter pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea robusta* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian*. 22(3):142–149.
- Simonne EH, Dukes MD, Zotarelli L. 2010. *Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables*. Florida (US): IFAS Extension.
- Sitanggang A, Isnaini, Saputra SI. 2015. Pengaruh pemberian pupuk kandang ayam dan zat pengatur tumbuh giberelin terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *JOM Faperta*. 2(1):1–12.
- Susila AD, Poerwanto R. 2013. *Irigasi dan Fertigasi*. Bogor (ID): Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor.
- Tania R, Widjaya S, Suryani A. 2019. Usahatani, pendapatan dan kesejahteraan petani kopi di Lampung Barat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 7(2):149–156.