

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam

Hasil ANOVA pada seluruh parameter penelitian terhadap perkecambahan benih kopi arabika varietas Sigarar Utang tersaji pada rekapitulasi hasil analisis ragam pada Tabel 1. Rekapitulasi pada Tabel 1 memperlihatkan pola perbedaan antar taraf perlakuan berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf signifikansi 5%. Notasi pada setiap parameter menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata.

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Ragam Seluruh Parameter

Parameter Pengamatan	Perlakuan Dan Interaksi		
	P	S	P X S
Persentase Perkecambahan	*(c/b/a)	*(b/a)	*S1(ab/ab/ab) S2(c/ab/a)
Waktu Rata-rata Perkecambahan	*(ab/a/c)	*(a/b)	tn
Indeks Laju Perkecambahan	*(c/b/a)	*(a/b)	*S1(bc/b/b) S2(c/b/a)
Waktu Muncul Tajuk Tercepat	tn	tn	tn
Viabilitas Akhir	*(c/b/a)	*(a/b)	*S1(ab/ab/a) S2(c/ab/ab)
Tinggi Tanaman 39 Hss	*(bc/b/a)	tn	tn
Tinggi Tanaman 60 Hss	*(c/b/a)	*(a/b)	*S1(bc/b/a) S2(c/b/ab)
Bobot Kering Tanaman	*(a/bc/b)	*(b/a)	*S1(bc/bc/bc) S2(a/b/bc)
Bobot Kering Tajuk	*(a/bc/b)	*(b/a)	*S1(bc/bc/b) S2(a/b/b)
Bobot Kering Akar	*(bc/b/a)	tn	*S1(b/bc/a) S2(bc/b/ab)
Panjang Akar	*(bc/a/ab)	tn	tn
Rasio Tajuk/Akar	tn	*(b/a)	*S1(bc/b/b) S2(a/b/bc)

P = Metode Perendaman (kontrol, air hangat dan H₂SO₄), S = Pemberian Sungkup (S1=tanpa sungkup, dan S2=sungkup), * = berpengaruh nyata, tn = tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan metode perendaman (P) berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, waktu rata-rata perkecambahan, indeks laju perkecambahan, viabilitas akhir pada 60 HSS, tinggi tanaman 39 HSS, tinggi tanaman pada 60 HSS, bobot kering tanaman pada 60 HSS, bobot kering tajuk pada 60 HSS, bobot kering akar pada 60 HSS, panjang akar pada 60 HSS. Perlakuan pemberian sungkup (S) berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, waktu rata-rata perkecambahan, indeks laju perkecambahan, viabilitas akhir pada 60 HSS, tinggi tanaman pada 60 HSS, bobot kering tanaman pada 60 HSS, bobot kering tajuk pada 60 HSS, rasio tajuk/akar. Perlakuan interaksi metode perendaman dan pemberian sungkup (PxS) berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, indeks laju perkecambahan, viabilitas akhir pada 60 HSS, tinggi tanaman pada 60 HSS, bobot kering tanaman pada 60 HSS, bobot kering tajuk pada 60 HSS, bobot kering akar pada 60 HSS, rasio tajuk/akar.

4.2. Bobot Benih Setiap Unit Percobaan

Berdasarkan Tabel 2, bobot benih pada setiap unit percobaan dengan 20 benih/unit percobaan menunjukkan hasil yang relatif seragam antar perlakuan. Selisih antara bobot terkecil hingga terbesar yaitu 0,09–0,34 g.

Tabel 2. Bobot Benih Setiap Unit Percobaan

Perlakuan	Rataan
	------(g)-----
P0S1	7,18
P0S2	7,06
P1S1	7,29
P1S2	7,21
P2S1	7,18
P2S2	7,22
Rataan	7,19

4.3. Suhu

Berdasarkan Tabel 3, nilai rata-rata pada perlakuan dengan sungkup umumnya lebih tinggi dibandingkan tanpa sungkup pada setiap tanggal pengamatan. Suhu tanpa sungkup berkisar antara 24,93–27,63°C, sedangkan dengan sungkup berkisar antara 25,63–29,20°C. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sungkup cenderung meningkatkan, diduga karena sungkup membantu menjaga kondisi suhu dan kelembapan menjadi lebih stabil.

Tabel 3. Suhu Harian

Tanggal	Tanpa Sungkup (°C)	Sungkup (°C)
08-Jan	26,03	26,60
11-Jan	25,03	25,63
14-Jan	24,93	26,73
17-Jan	26,37	27,97
20-Jan	25,67	27,40
23-Jan	25,50	28,53
26-Jan	26,30	28,27
29-Jan	26,27	28,93
01-Feb	26,77	29,03
04-Feb	26,67	29,13
07-Feb	26,97	28,80
10-Feb	26,83	28,83
13-Feb	26,40	27,63
16-Feb	26,63	28,17
19-Feb	26,03	27,17
22-Feb	26,43	27,87
25-Feb	27,53	29,20
28-Feb	27,10	28,70
03-Mar	27,63	28,60
06-Mar	26,37	27,47
09-Mar	26,47	27,40
Rataan	26,38	28,00

4.4. Kelembaban Relatif

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat kelembaban relatif pada perlakuan sungkup lebih tinggi dibandingkan tanpa sungkup pada semua tanggal pengamatan. Penggunaan sungkup mampu menjaga kelembaban udara tetap lebih tinggi karena ruang di dalam sungkup lebih tertutup, sehingga penguapan air berkurang dan uap air lebih banyak tertahan. Kondisi ini dapat menciptakan lingkungan mikro yang lebih lembap dan stabil dibandingkan tanpa sungkup.

Tabel 4. Kelembaban Relatif

Tanggal	Sungkup	Tanpa Sungkup
	------(%)-----	
08-Jan	70	59
11-Jan	76	66
14-Jan	70	67
17-Jan	71	65
20-Jan	75	68
23-Jan	78	66
26-Jan	81	72
29-Jan	86	70
01-Feb	81	72
04-Feb	79	70
07-Feb	77	65
10-Feb	87	75
13-Feb	82	71
16-Feb	79	68
19-Feb	80	65
22-Feb	77	64
25-Feb	79	69
28-Feb	80	68
03-Mar	80	72
06-Mar	83	69
09-Mar	81	73
Rataan	78,66	68,28

4.5. Persentase Perkecambahan

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi terhadap keduanya berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT (lampiran 8) taraf signifikan 5% terhadap persentase perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 5.

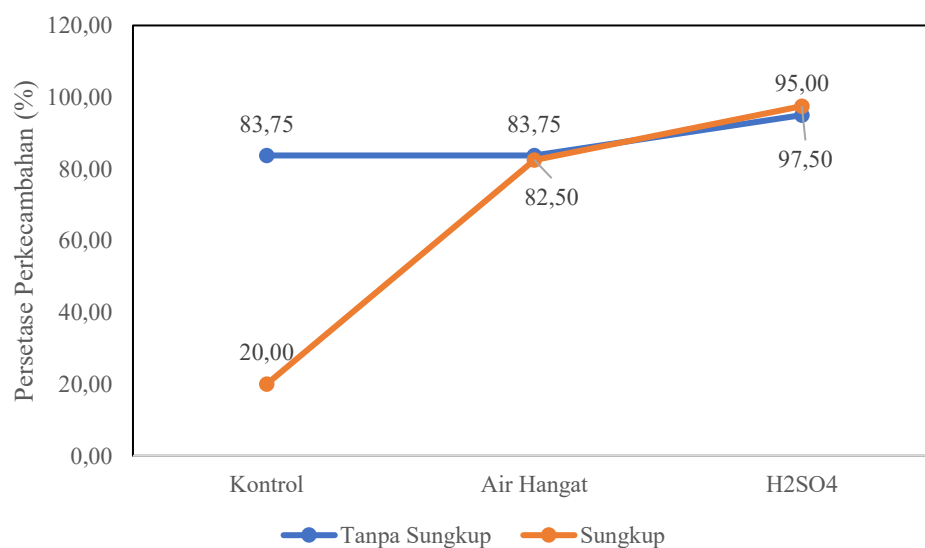
Tabel 5. Persentase Perkecambahan Benih Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(%)-----		
Kontrol	83,75 ^{ab}	20,00 ^c	51,875 ^c
Air Hangat 50°C	83,75 ^{ab}	82,50 ^{ab}	83,125 ^b
H ₂ SO ₄ 20%	95,00 ^{ab}	97,50 ^a	96,25 ^a
Rata-rata	87,50 ^a	66,66 ^b	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 5 metode perendaman H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% dengan pemberian sungkup memiliki persentase lebih tinggi yaitu 97,50% dibandingkan dengan perlakuan lainnya tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tanpa pemberian sungkup, air hangat 50°C tanpa pemberian sungkup, air hangat 50°C dengan pemberian sungkup, dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% tanpa pemberian sungkup. Pengaruh sungkup terhadap persentase perkecambahan sangat bergantung pada metode perendaman yang diberikan. Pada perlakuan kontrol, penggunaan sungkup menghasilkan persentase perkecambahan yang sangat rendah yaitu 20,00% dibandingkan kontrol tanpa sungkup sebesar 83,75%. Hal ini menunjukkan bahwa sungkup tanpa perlakuan perendaman awal

belum mampu mendukung perkecambahan benih kopi arabika secara optimal. Kondisi ini diduga karena benih kopi masih memiliki hambatan fisik berupa kulit biji yang keras, sehingga kelembapan tinggi di bawah sungkup tidak langsung dapat dimanfaatkan apabila proses imbibisi belum berlangsung dengan baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Sitanggang *et al.* (2021) bahwa proses perkecambahan kopi berlangsung cukup lama karena biji kopi memiliki kulit biji keras yang bersifat semipermeabel terhadap air, sehingga diperlukan perlakuan pematangan dormansi sebelum penanaman. Grafik interaksi metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap persentase perkecambahan dapat dilihat pada Ilustrasi 5.



Ilustrasi 5. Grafik Interaksi Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Persentase Perkecambahan

Berdasarkan Ilustrasi 5, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap persentase perkecambahan. Pada perlakuan tanpa sungkup, persentase perkecambahan pada kontrol dan perendaman air hangat menunjukkan nilai yang sama, yaitu 83,75%, sedangkan perlakuan H₂SO₄

menghasilkan persentase perkecambahan tertinggi sebesar 97,50%. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa penggunaan sungkup, perendaman menggunakan H_2SO_4 mampu meningkatkan perkecambahan lebih baik dibandingkan kontrol maupun air hangat.. Rendahnya persentase perkecambahan pada perlakuan kontrol dengan sungkup juga dapat dikaitkan dengan kemungkinan terjadinya ketidakseimbangan iklim mikro. Sungkup dapat meningkatkan kelembapan dan menjaga suhu media, tetapi pada benih yang belum diberi perlakuan pra tanam dengan kondisi iklim mikro yang terlalu lembap dan tertutup dapat menyebabkan aerasi menjadi kurang baik.

Kondisi oksigen sangat diperlukan selama proses perkecambahan karena berperan dalam respirasi, aktivasi metabolisme, serta pembentukan energi pada saat imbibisi benih. Hal ini sesuai dengan Corbineau (2022) bahwa oksigen merupakan faktor penting dalam pengaturan perkecambahan dan dormansi benih karena terlibat dalam respirasi, keseimbangan hormon, dan proses metabolisme selama perkecambahan. Persentase perkecambahan relatif stabil pada perlakuan air hangat 50°C antara tanpa sungkup dan sungkup, yaitu 83,75 dan 82,50%. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman air hangat telah membantu memberikan rangsangan awal pada benih, sehingga ketika diberi sungkup, benih tetap mampu berkecambah dengan baik. Hal ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa perlakuan suhu air dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk mempercepat masa dormansi benih kopi arabika, dan perendaman pada suhu 50°C masih dapat menjadi alternatif karena hanya memberikan pengaruh negatif kecil terhadap mutu kecambah.

4.6. Waktu Rata–rata Perkecambahan

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup berpengaruh nyata terhadap waktu rata–rata perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT taraf signifikan 5% terhadap waktu rata–rata perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Waktu Rata–rata Perkecambahan Benih Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(hari)-----		
Kontrol	40,67	34,71	37,68 ^{ab}
Air Hangat 50°C	38,92	36,49	37,70 ^a
H ₂ SO ₄ 20%	36,69	34,41	35,54 ^c
Rata-rata	38,76 ^a	35,20 ^b	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom rata-rata yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 6 menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata pada metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap waktu rata–rata perkecambahan meskipun tidak terjadi interaksi antara keduanya tersebut. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa perlakuan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan air hangat 50°C yang menghasilkan waktu rata–rata perkecambahan pada hari ke 35. Hal ini diduga karna pemberian perlakuan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% dapat meningkatkan waktu rata–rata perkecambahan lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol dan air hangat 50°C. Hal ini sesuai pendapat Firdha *et al.* (2023) bahwa konsentrasi H₂SO₄ berpengaruh terhadap keserempakan tumbuh pada benih kopi arabika. Asam sulfat berperan

sebagai perlakuan skarifikasi kimia yang dapat membantu melunakkan kulit biji, sehingga air dan oksigen lebih mudah masuk ke dalam benih. Hal ini sesuai pendapat Nurhaliza *et al.* (2023) bahwa perendaman H_2SO_4 20% selama 25 menit termasuk perlakuan yang baik untuk memecahkan dormansi benih kopi arabika.

Perlakuan pemberian sungkup berbeda nyata dengan perlakuan tanpa sungkup yang menghasilkan waktu rata-rata perkecambahan tercepat pada hari ke 35. Percepatan perkecambahan pada perlakuan sungkup diduga terjadi karena sungkup mampu menciptakan kondisi mikro yang lebih sesuai untuk proses imbibisi. Hal ini sesuai pendapat Nurhaliza *et al.* (2023) bahwa kondisi mikro sangat penting pada benih kopi arabika karena sifat kulit bijinya yang keras dan impermeabel terhadap air maupun oksigen dapat memperlambat proses perkecambahan apabila lingkungan tumbuh kurang mendukung. Suhu dan kelembapan yang sesuai akan mendukung reaksi biokimia dan fisiologis di dalam benih. Kondisi media yang cepat kering dapat menyebabkan benih mengalami cekaman air, sehingga proses perkecambahan menjadi tertunda. Hal ini sesuai pendapat Almeida *et al.* (2018) bahwa cekaman air pada benih kopi arabika dapat menunda awal perkecambahan dibandingkan kondisi tanpa cekaman air.

4.7. Indeks Laju Perkecambahan

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap indeks laju perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT (Lampiran 10) taraf signifikan 5% terhadap indeks laju

perkecambahan benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Indeks Laju Perkecambahan Benih Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

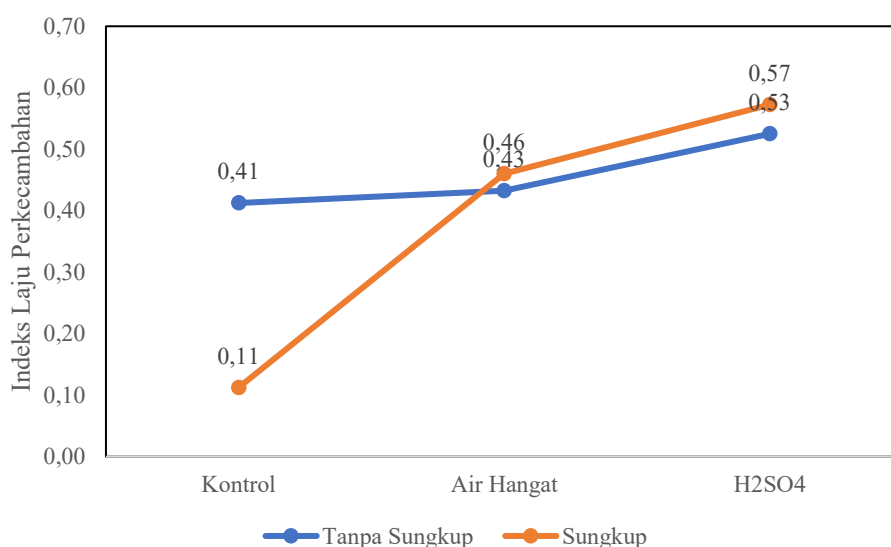
Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
Kontrol	0,41 ^{bc}	0,11 ^c	0,26 ^c
Air Hangat 50°C	0,43 ^b	0,46 ^b	0,44 ^b
H ₂ SO ₄ 20%	0,53 ^b	0,57 ^a	0,54 ^a
Rata-rata	0,45 ^a	0,38 ^b	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 7 menunjukkan adanya interaksi perlakuan metode perendaman dengan pemberian sungkup. Pada interaksi perlakuan H₂SO₄ 20% dengan pemberian sungkup memiliki nilai indeks tertinggi yaitu sebesar 0,57 serta berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan H₂SO₄ 20% tanpa sungkup tidak berbeda nyata dengan kontrol tanpa sungkup, air hangat tanpa sungkup dan air hangat dengan sungkup. Nilai indeks yang lebih tinggi menunjukkan bahwa benih memiliki laju perkecambahan yang lebih baik. Grafik interaksi metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap indeks laju perkecambahan dapat dilihat pada Ilustrasi 6.

Berdasarkan Ilustrasi 6, terlihat bahwa metode perendaman dan pemberian sungkup menunjukkan pola interaksi terhadap indeks laju perkecambahan. Pada perlakuan tanpa sungkup, indeks laju perkecambahan mengalami peningkatan secara bertahap, yaitu sebesar 0,41 pada kontrol, meningkat menjadi 0,43 pada perlakuan air hangat, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 0,53 pada perlakuan H₂SO₄. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa pemberian sungkup, perlakuan H₂SO₄

mampu mempercepat proses perkecambahan dibandingkan kontrol maupun air hangat.



Ilustrasi 6. Grafik Interaksi Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Indeks Laju Perkecambahan.

Metode perendaman menggunakan H₂SO₄ 20% lebih efektif dalam mempercepat proses perkecambahan benih kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hal ini sesuai dengan Firdha *et al.* (2023) bahwa konsentrasi asam sulfat berpengaruh terhadap parameter perkecambahan benih kopi arabika, termasuk daya kecambah, keserempakan tumbuh, indeks vigor, dan persentase kecambah abnormal. Tingginya indeks laju perkecambahan pada perlakuan H₂SO₄ 20% diduga berkaitan dengan kemampuan asam sulfat dalam membantu proses skarifikasi kimia pada kulit benih. Benih kopi arabika memiliki kulit biji yang keras dan masa dormansi yang relatif panjang, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk berkecambah apabila tidak diberi perlakuan pendahuluan. Hal ini sesuai dengan pendapat

Nurhaliza *et al.* (2023) bahwa perlakuan perendaman dengan H_2SO_4 dapat melunaknya kulit biji, proses imbibisi air dan masuknya oksigen ke dalam benih menjadi lebih mudah, sehingga metabolisme embrio dapat berlangsung lebih cepat.

Rendahnya indeks laju perkecambahan pada kontrol dengan sungkup juga dapat diduga berkaitan dengan shock akibat perubahan mikro iklim. Benih yang belum mengalami hidrasi awal atau pematangan dormansi dapat mengalami perubahan kondisi secara tiba-tiba ketika ditempatkan pada lingkungan tertutup yang lebih lembap dan hangat. Kondisi sungkup dapat meningkatkan kelembapan dan menurunkan penguapan, tetapi apabila kelembapan terlalu tinggi dan sirkulasi udara terbatas, ketersediaan oksigen di sekitar benih dapat menurun. Oksigen sangat penting dalam proses perkecambahan karena dibutuhkan untuk respirasi dan reaktivasi metabolisme selama imbibisi. Hal ini sesuai dengan Corbineau (2022) bahwa oksigen merupakan faktor utama dalam perkecambahan karena mendukung respirasi, reaktivasi metabolisme, serta pembentukan energi selama proses imbibisi. Hal ini menunjukkan bahwa sungkup tidak selalu memberikan pengaruh positif apabila benih tidak diberi perlakuan pendahuluan, seperti perendaman air hangat atau H_2SO_4 . Benih kopi arabika memiliki kulit biji yang relatif keras, sehingga proses masuknya air ke dalam benih sangat dipengaruhi oleh permeabilitas kulit biji, ketersediaan air, dan kondisi lingkungan sekitar benih. Hal ini sesuai dengan Upretee *et al.* (2024) bahwa penyerapan air sebelum perkecambahan dipengaruhi oleh karakteristik benih, terutama permeabilitas kulit biji, ketersediaan air, dan dormansi benih. Pada perlakuan kontrol, sungkup diduga belum mampu meningkatkan laju perkecambahan karena benih belum diberi perlakuan awal untuk

melunakkan kulit biji atau mempercepat masuknya air. Kondisi iklim mikro yang lembap akibat sungkup justru berpotensi menimbulkan kondisi yang kurang seimbang, seperti kelembapan berlebih, aerasi terbatas, atau perubahan suhu mikro yang tiba-tiba. Hal ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa perlakuan suhu air pada benih kopi arabika, termasuk Sigarar Utang, digunakan sebagai salah satu metode untuk mempercepat pematangan dormansi dan memperpendek waktu pengamatan perkecambahan.

4.8. Waktu Muncul Tajuk Tercepat

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tajuk tercepat pada benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT taraf signifikan 5% terhadap waktu muncul tajuk tercepat pada benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Waktu Muncul Tajuk Tercepat Pada Benih Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(hari)-----		
Kontrol	26,50	30,25	28,37
Air Hangat 50°C	29,75	30,25	30,00
H ₂ SO ₄ 20%	28,00	24,50	26,25
Rata-rata	28,08	28,33	

Hasil penelitian pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya tidak berbeda nyata terhadap waktu muncul tajuk tercepat pada benih tanaman kopi arabika varietas

Sigarar Utang. Secara numerik dapat dilihat bahwa perlakuan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% dengan sungkup memiliki waktu muncul tajuk tercepat yaitu 24,50 hari tetapi tidak berbeda nyata secara statistik. Pada perlakuan kontrol dengan sungkup dan air hangat dengan sungkup menunjukkan hasil terendah yaitu 30,25 hari tetapi tidak berbeda nyata secara statistik dengan perlakuan maupun kombinasi lainnya.

Tidak berbeda nyata pada metode perendaman dapat terjadi karena perlakuan perendaman lebih berperan pada tahap awal pematangan dormansi dan perkecambahan, sedangkan waktu muncul tajuk merupakan fase lanjutan setelah radikula muncul. Pada fase pertumbuhan tajuk tidak hanya dipengaruhi oleh perlakuan perendaman, tetapi juga oleh vigor benih, cadangan makanan, kondisi fisiologis embrio, kelembapan media, aerasi, dan lingkungan tumbuh. Hal ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa pada fase bibit, pertumbuhan tajuk dan akar benih kopi arabika yang direndam pada suhu $50^{\circ}C$ tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol. Pada faktor sungkup hanya berperan sebagai modifikasi lingkungan mikro untuk pertumbuhan tajuk. Apabila laju perkecambahan belum terjadi maka pertumbuhan tajuk belum dimulai. Hal ini sesuai dengan pendapat Dewanti dan Sulistiyono (2023) bahwa penyungkupan pada fase awal pertumbuhan dapat menjaga iklim mikro tetap stabil dan mempertahankan kelembapan optimum yang dibutuhkan bibit tetapi perlakuan penyungkupan tidak selalu memberikan hasil terbaik.

4.9. Viabilitas Akhir

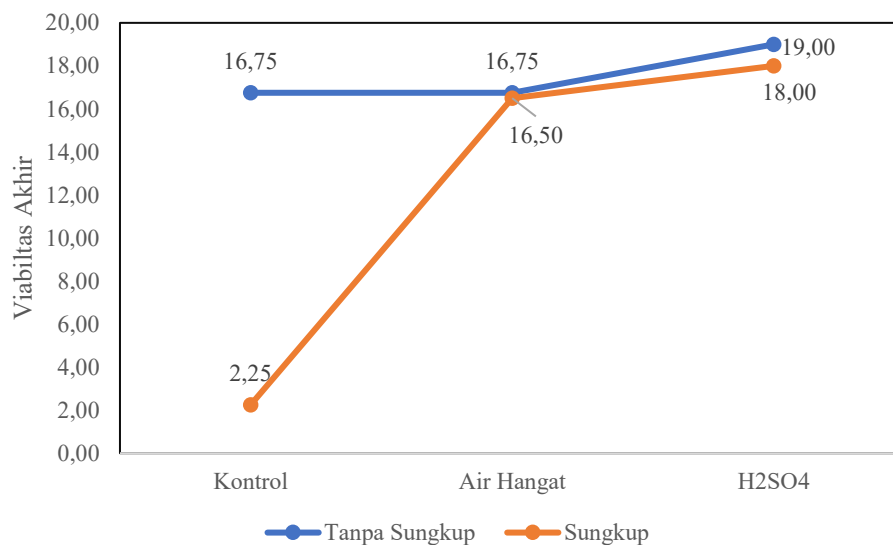
Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap viabilitas akhir benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT (Lampiran 12) taraf signifikan 5% terhadap viabilitas akhir benih tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Viabilitas Akhir Benih Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 60 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(benih)-----		
Kontrol	16,75 ^{ab}	2,25 ^c	9,50 ^c
Air Hangat 50°C	16,75 ^{ab}	16,50 ^{ab}	16,62 ^b
H ₂ SO ₄ 20%	19,00 ^a	18,00 ^{ab}	18,50 ^a
Rata-rata	17,50 ^a	12,25 ^b	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 9 interaksi metode perendaman dengan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% tanpa pemberian sungkup terhadap viabilitas akhir benih menunjukkan jumlah benih terbanyak yaitu 19 benih tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tanpa sungkup, air hangat 50°C tanpa sungkup, air hangat 50°C dengan sungkup dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% dengan sungkup. Grafik interaksi metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap viabilitas akhir dapat dilihat pada Ilustrasi 7.



Ilustrasi 7. Grafik Interaksi Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Viabilitas Akhir

Berdasarkan Ilustrasi 7, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap viabilitas akhir. Pada perlakuan tanpa sungkup, nilai viabilitas akhir pada kontrol dan perendaman air hangat menunjukkan nilai yang sama, yaitu 16,75. Nilai tersebut kemudian meningkat pada perlakuan H₂SO₄ menjadi 19,00. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa sungkup, perlakuan H₂SO₄ mampu memberikan hasil viabilitas akhir yang lebih tinggi dibandingkan kontrol maupun air hangat. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan H₂SO₄ 20% mampu mempertahankan viabilitas akhir benih baik pada kondisi tanpa sungkup maupun dengan sungkup. Interaksi pada kombinasi kontrol dengan sungkup menghasilkan viabilitas akhir paling rendah, yaitu 2,25 benih. Rendahnya viabilitas pada kontrol dengan sungkup mengindikasikan bahwa sungkup tidak selalu meningkatkan viabilitas apabila benih belum diberi perlakuan pematangan dormansi. Hal ini sesuai dengan pendapat Novita *et al.* (2023) bahwa pematangan dormansi

sebelum penyemaian diperlukan untuk memaksimalkan perkecambahan dan viabilitas benih. Sungkup dapat mempertahankan kelembapan mikro, tetapi pada kondisi tertutup kelembapan yang terlalu tinggi dan aerasi yang terbatas dapat mengganggu ketersediaan oksigen di sekitar benih. Hal ini sesuai dengan pendapat Corbineau (2022) bahwa Oksigen merupakan faktor penting dalam perkecambahan karena berperan dalam respirasi, reaktivasi metabolisme, dan pembentukan energi selama imbibisi.

Perlakuan air hangat dengan suhu 50°C menunjukkan viabilitas yang relatif stabil antara tanpa sungkup dan sungkup, yaitu 16,75 benih dan 16,50 benih dengan interaksi yang tidak berbeda pada keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian sungkup tidak banyak mengubah viabilitas akhir pada benih yang telah direndam air hangat. Hasil ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa perendaman benih kopi arabika pada suhu 50°C menunjukkan pertumbuhan yang tidak berbeda nyata dari kontrol, sedangkan suhu yang lebih tinggi dapat merusak embrio dan menyebabkan benih membusuk. Pada perlakuan H₂SO₄ 20% dengan pemberian sungkup tidak menurunkan viabilitas secara nyata, yaitu dari 19,00 benih tanpa sungkup menjadi 18,00 benih dengan sungkup. Hal ini menunjukkan bahwa benih yang telah mengalami skarifikasi kimia lebih mampu mempertahankan viabilitasnya meskipun berada pada kondisi bersungkup. Hal ini sesuai dengan Rahmadani *et al.* (2022) bahwa H₂SO₄ berperan sebagai bahan skarifikasi kimia yang membantu mematahkan dormansi benih kopi dengan memperhatikan konsentrasi dan lama perendaman, sehingga proses imbibisi dan aktivitas metabolisme benih dapat berlangsung lebih baik.

4.10. Tinggi Tanaman

4.10.1. Tinggi Tanaman 39 HSS

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 39 HSS. Hasil uji DMRT taraf signifikan 5% terhadap tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 39 HSS dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Tinggi Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 39 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(cm)-----		
Kontrol	2,37	1,52	1,94 ^{bc}
Air Hangat 50°C	2,32	2,38	2,34 ^b
H ₂ SO ₄ 20%	3,13	2,90	3,01 ^a
Rata-rata	2,60	2,26	

Superskrip berbeda pada kolom rata-rata yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa metode perendaman dapat mempengaruhi tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 39 HSS. Pada perlakuan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan Air Hangat 50°C. Pada perlakuan Air Hangat 50°C tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Hal ini berkaitan dengan kemampuan asam sulfat sebagai metode skarifikasi kimia sehingga dapat membantu mengurangi hambatan fisik kulit benih yang keras sehingga proses imbibisi, respirasi, dan aktivasi metabolisme embrio berlangsung lebih baik. Benih yang lebih cepat berkecambah akan memiliki waktu pertumbuhan vegetatif yang lebih panjang. Hal ini sesuai dengan pendapat Zuhroh *et al.* (2023) bahwa metode perendaman H₂SO₄ berpengaruh berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Perlakuan air hangat 50°C

menghasilkan tinggi tanaman lebih rendah dibandingkan H_2SO_4 20% tetapi secara statistik tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman air hangat 50°C belum cukup kuat untuk meningkatkan tinggi tanaman pada umur 39 HSS. Hal ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa pada fase bibit, pertumbuhan tajuk dan akar kopi arabika yang direndam pada suhu 50°C tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol.

4.10.2. Tinggi Tanaman 60 HSS

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Hasil uji DMRT (Lampiran 14) taraf signifikan 5% terhadap tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS dapat dilihat pada Tabel 11.

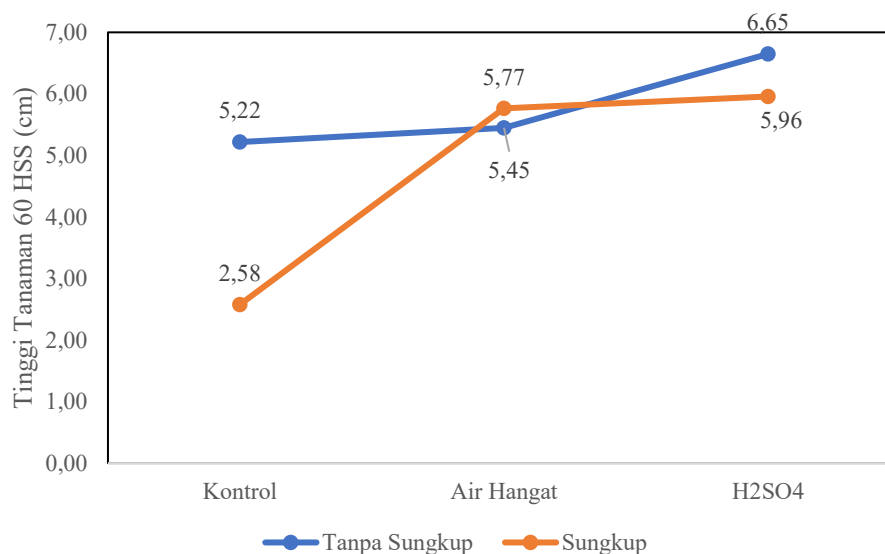
Tabel 11. Tinggi Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang 60 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(cm)-----		
Kontrol	5,22 ^{bc}	2,58 ^c	3,89 ^c
Air Hangat 50°C	5,45 ^b	5,77 ^b	5,60 ^b
H_2SO_4 20%	6,65 ^a	5,96 ^{ab}	6,30 ^a
Rata-rata	5,77 ^a	4,76 ^b	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 11 menunjukkan bahwa adanya interaksi kombinasi perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap tinggi tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Interaksi perlakuan metode perendaman dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% tanpa pemberian sungkup menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap kombinasi perlakuan

kontrol tanpa sungkup, kontrol dengan sungkup, air hangat tanpa sungkup dan air hangat dengan sungkup tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% dan pemberian sungkup. Grafik interaksi metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap tinggi tanaman 60 HSS dapat dilihat pada Ilustrasi 8.



Ilustrasi 8. Grafik Interaksi Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Tinggi Tanaman 60 HSS

Berdasarkan Ilustrasi 8, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap tinggi tanaman pada umur 60 HSS. Pada perlakuan tanpa sungkup, tinggi tanaman mengalami peningkatan seiring dengan perlakuan perendaman, yaitu sebesar 5,22 cm pada kontrol, meningkat menjadi 5,45 cm pada perlakuan air hangat, dan mencapai nilai tertinggi sebesar 6,65 cm pada perlakuan H_2SO_4 . Hal ini menunjukkan bahwa perendaman menggunakan H_2SO_4 mampu memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan kontrol maupun air hangat.

Pada perlakuan air hangat terlihat adanya perbedaan nyata dengan kombinasi perlakuan kontrol dengan sungkup dan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% tanpa sungkup tetapi tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan kontrol tanpa sungkup dan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% dengan sungkup. Tingginya tanaman pada perlakuan sungkup pada 60 HSS diduga berkaitan dengan adanya fase penyesuaian lingkungan setelah sungkup dibuka pada hari ke-39. Selama berada di bawah sungkup, tanaman tumbuh pada kondisi iklim mikro yang relatif lebih lembap, terlindung, dan memiliki intensitas cahaya serta pergerakan udara yang berbeda dibandingkan lingkungan terbuka. Hal ini sesuai dengan Teixeira *et al.* (2017) bahwa tanaman muda yang dipindahkan dari lingkungan berkelembapan tinggi ke lingkungan luar perlu melalui proses aklimatisasi secara bertahap menuju kelembapan relatif dan intensitas cahaya lingkungan agar mampu meningkatkan kemampuan fisiologis dan mengontrol transpirasi.

Tinggi tanaman pada perlakuan H_2SO_4 20% berkaitan dengan peran H_2SO_4 sebagai metode skarifikasi kimia yang membantu mengurangi hambatan fisik kulit benih, sehingga proses imbibisi, respirasi, dan aktivasi metabolisme embrio berlangsung lebih baik. Benih yang lebih cepat berkecambah memiliki waktu pertumbuhan vegetatif lebih panjang. Hal ini sesuai dengan Zuhroh *et al.* (2023) bahwa lama perendaman H_2SO_4 berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kopi robusta, serta terdapat interaksi antara konsentrasi H_2SO_4 dan lama perendaman terhadap tinggi tanaman. Rendahnya tinggi tanaman pada perlakuan sungkup diduga berkaitan dengan kondisi iklim mikro yang kurang optimal pada fase pertumbuhan lanjutan. Pada fase setelah perkecambahan, tanaman tidak hanya

membutuhkan kelembapan, tetapi juga aerasi dan cahaya yang cukup untuk mendukung fotosintesis dan pertumbuhan tajuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Damanik *et al.* (2023) bahwa faktor pembibitan seperti naungan perlu diperhatikan, dan intensitas naungan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, serta kandungan klorofil. Plastik sungkup dapat menurunkan intensitas cahaya serta mengubah iklim mikro seperti suhu dan kelembapan. Hal ini sesuai dengan Supardika *et al.* (2023) bahwa perlakuan ketebalan plastik 0,04 mm, 0,08 mm, dan 0,12 mm berpengaruh nyata terhadap kondisi tempat pemeliharaan bibit dan pertumbuhan bibit.

4.11. Bobot Kering Tanaman

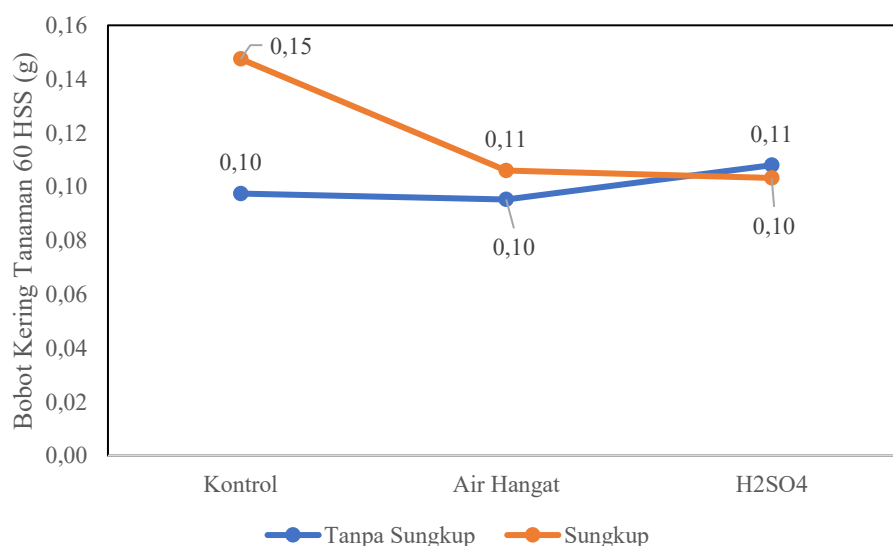
Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Hasil uji DMRT (Lampiran 15) taraf signifikan 5% terhadap bobot kering tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Bobot Kering Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 60 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(g)-----		
Kontrol	0,10 ^{bc}	0,15 ^a	0,12 ^a
Air Hangat 50°C	0,10 ^{bc}	0,11 ^{bc}	0,10 ^{bc}
H ₂ SO ₄ 20%	0,11 ^{bc}	0,10 ^b	0,10 ^b
Rata-rata	0,10 ^b	0,11 ^a	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa adanya interaksi perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup. Pada kombinasi perlakuan kontrol dengan sungkup berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena faktor fisiologis benih yang berkecambah belum memasuki fase kepelan yaitu fase tanaman kopi membuka kotiledonnya sehingga pertumbuhannya tidak seragam. Bobot kering yang tinggi dapat dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan benih atau kotiledon yang belum membuka dan tersisa, bukan oleh akumulasi biomassa vegetatif yang optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Nunes *et al.* (2024) bahwa cadangan biji/kotiledon merupakan sumber karbon dan unsur mineral penting bagi pertumbuhan awal bibit, serta kehilangan kotiledon dapat menurunkan pertumbuhan dan akumulasi biomassa. Grafik interaksi perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup tersaji pada Ilustrasi 9.



Ilustrasi 9. Grafik Interaksi Perlakuan Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Bobot Kering Tanaman 60 HSS

Berdasarkan Ilustrasi 9, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap bobot kering tanaman pada umur 60 HSS. Pada perlakuan tanpa sungkup, bobot kering tanaman menunjukkan nilai yang relatif stabil, yaitu sebesar 0,10 g pada kontrol, 0,10 g pada perlakuan air hangat, dan sedikit meningkat menjadi 0,11 g pada perlakuan H_2SO_4 . Hal ini menunjukkan bahwa tanpa pemberian sungkup, metode perendaman tidak menyebabkan perbedaan bobot kering tanaman yang terlalu besar, meskipun perlakuan H_2SO_4 cenderung memberikan hasil sedikit lebih tinggi.

Terlihat pada Tabel 10, yaitu bobot kering tanpa sungkup berada pada kisaran sempit 0,10–0,11 g, sedangkan pada perlakuan dengan riwayat sungkup nilainya lebih bervariasi, yaitu 0,10–0,15 g. Keseragaman nilai pada perlakuan tanpa sungkup menunjukkan bahwa tanaman sejak awal berada pada kondisi lingkungan yang relatif sama dan tidak mengalami perubahan iklim mikro akibat pembukaan sungkup. Nilai bobot kering pada perlakuan dengan riwayat sungkup lebih bervariasi. Hal ini diduga berkaitan dengan adanya fase penyesuaian tanaman setelah sungkup dibuka pada 39 HSS. Tanaman yang sebelumnya berada pada kondisi iklim mikro lebih lembap dan terlindung perlu menyesuaikan diri dengan lingkungan terbuka, terutama terhadap perubahan kelembapan, intensitas cahaya, suhu, dan pergerakan udara. Hal ini sesuai dengan Teixeira *et al.* (2017) bahwa tanaman muda yang sebelumnya tumbuh pada kondisi kelembapan tinggi perlu beradaptasi secara bertahap terhadap kelembapan relatif dan intensitas cahaya lingkungan agar kemampuan fisiologisnya lebih stabil. Variasi bobot kering pada perlakuan dengan riwayat sungkup juga dapat dikaitkan dengan perubahan kondisi

cahaya setelah sungkup dibuka. Pada bibit kopi arabika varietas Sigarar Utang, faktor naungan atau intensitas cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif. Hal ini sesuai dengan Damanik *et al.* (2023) bahwa intensitas naungan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan kandungan klorofil bibit kopi arabika Sigarar Utang. Dengan demikian, perubahan dari kondisi terlindung menuju kondisi terbuka dapat menyebabkan respons pertumbuhan yang tidak seragam antar tanaman.

4.12. Bobot Kering Tajuk

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Hasil uji DMRT (Lampiran 16) taraf signifikan 5% terhadap bobot kering tajuk tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS dapat dilihat pada Tabel 13.

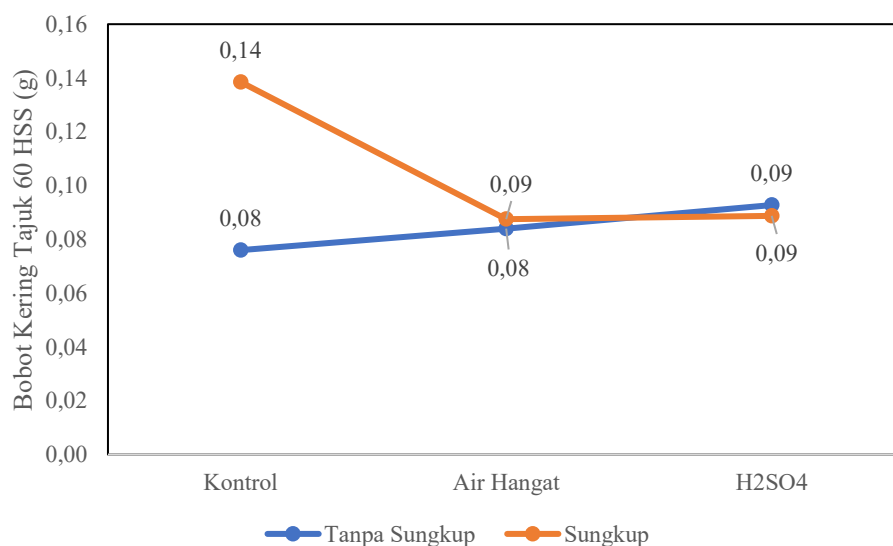
Tabel 13. Bobot Kering Tajuk Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 60 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(g)-----		
Kontrol	0,28 ^{bc}	0,37 ^a	0,32 ^a
Air Hangat 50°C	0,29 ^{bc}	0,30 ^b	0,29 ^{bc}
H ₂ SO ₄ 20%	0,30 ^b	0,30 ^b	0,30 ^{ab}
Rata-rata	0,28 ^b	0,32 ^a	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 13 menunjukkan adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk

tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Pada perlakuan kontrol dengan sungkup menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan nilai tertinggi yaitu 0,37. Pada perlakuan dengan nilai terendah 0,28 yaitu kontrol tanpa sungkup tidak berbeda nyata dengan perlakuan, air hangat tanpa sungkup, air hangat dengan sungkup, H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% tanpa sungkup dan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20% dengan sungkup. Grafik interaksi perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap bobot kering tajuk 60 HSS tersaji pada Ilustrasi 10.



Ilustrasi 10. Grafik Interaksi Perlakuan Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Bobot Kering Tajuk 60 HSS

Berdasarkan Ilustrasi 10, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap bobot kering tajuk tanaman pada umur 60 HSS. Pada perlakuan tanpa sungkup, bobot kering tajuk menunjukkan peningkatan yang relatif kecil, yaitu sebesar 0,08 g pada kontrol, 0,08 g pada perlakuan air hangat, dan meningkat menjadi 0,09 g pada perlakuan H_2SO_4 . Hal ini menunjukkan bahwa

tanpa pemberian sungkup, metode perendaman tidak memberikan perbedaan yang besar terhadap bobot kering tajuk, meskipun perlakuan H_2SO_4 cenderung menghasilkan bobot tajuk sedikit lebih tinggi.

Perlakuan dengan metode perendaman kontrol dengan pemberian sungkup menunjukkan hasil dengan nilai terendah tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh benih yang belum diberi perlakuan perendaman terlebih dahulu sehingga pertumbuhan benih lebih lambat. Hal ini sesuai dengan Sitanggang *et al.* (2021) bahwa proses perkecambahan kopi membutuhkan waktu cukup panjang karena biji kopi memiliki kulit biji keras yang bersifat semipermeabel terhadap air, sehingga diperlukan perlakuan pematangan dormansi sebelum penanaman. Kombinasi perlakuan kontrol dengan sungkup menghasilkan bobot kering tajuk tertinggi, yaitu 0,37 g dengan nilai berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya. Tingginya bobot kering tajuk pada kontrol dengan sungkup sampel masih berada pada kondisi kecambah tidak sempurna, yaitu masih dalam fase serdadu, bukan fase kepelan seperti sampel lainnya sehingga mempengaruhi bobot kering tajuk. Hal ini sesuai dengan Nunes *et al.* (2024) bahwa kotiledon berperan sebagai sumber utama karbon dan unsur mineral pada fase awal pertumbuhan bibit, serta pengurangan kotiledon dapat menurunkan pertumbuhan dan akumulasi biomassa.

4.13. Bobot Kering Akar

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Hasil uji DMRT

(Lampiran 17) taraf signifikan 5% terhadap bobot kering akar tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Bobot Kering Akar Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 60 HSS

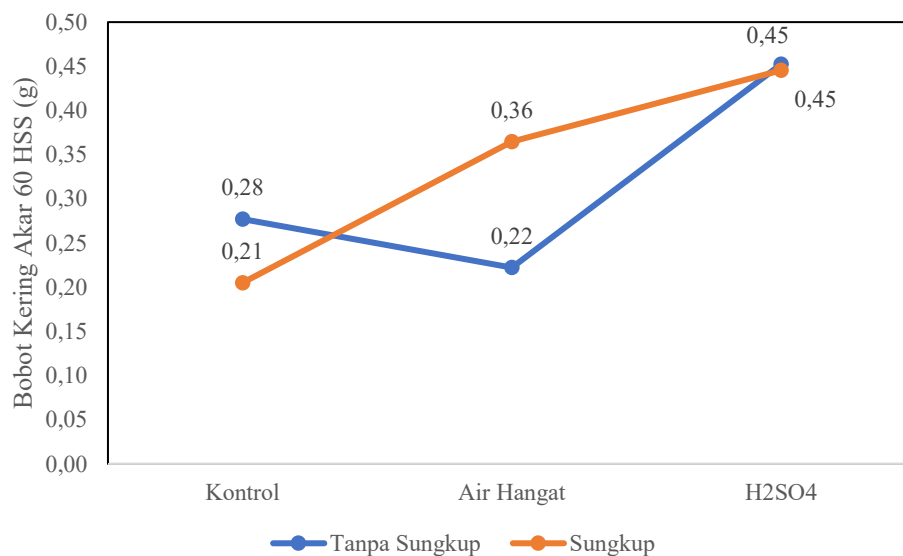
Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(g)-----		
Kontrol	0,28 ^b	0,21 ^{bc}	0,24 ^{bc}
Air Hangat 50°C	0,22 ^{bc}	0,36 ^b	0,29 ^b
H ₂ SO ₄ 20%	0,45 ^a	0,45 ^{ab}	0,44 ^a
Rata-rata	0,31	0,33	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 14 menunjukkan adanya interaksi perlakuan perendaman dengan pemberian sungkup. Pada perlakuan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% tanpa sungkup menunjukkan respon berbeda nyata dengan perlakuan air hangat dan kontrol yaitu 0,45 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan H₂SO₄ dengan konsentrasi 20% dengan sungkup. Pada perlakuan kontrol dengan sungkup dan air hangat tanpa sungkup menunjukkan hasil terendah yaitu 0,21 dan 0,22. Grafik interaksi perlakuan metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap bobot kering akar 60 HSS tersaji pada Ilustrasi 11.

Berdasarkan Ilustrasi 11, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap bobot kering akar tanaman pada umur 60 HSS. Pada perlakuan tanpa sungkup, bobot kering akar pada kontrol sebesar 0,28 g, kemudian menurun pada perlakuan air hangat menjadi 0,22 g, dan meningkat tajam pada perlakuan H₂SO₄ menjadi 0,45 g. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa sungkup, perlakuan H₂SO₄ mampu memberikan hasil

terbaik terhadap pembentukan bobot kering akar dibandingkan kontrol maupun air hangat.



Ilustrasi 11. Grafik Interaksi Perlakuan Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Bobot Kering Akar 60 HSS

Rendahnya bobot kering akar pada kontrol dengan sungkup diduga karena benih tidak memperoleh perlakuan perendaman awal, sehingga kulit biji yang keras masih menjadi hambatan bagi penyerapan air dan pertukaran gas. Hal ini menyebabkan kondisi kelembapan akibat sungkup pada fase awal belum tentu dapat dimanfaatkan optimal oleh benih. Novita *et al.* (2023) melaporkan bahwa benih kopi tanpa perendaman termasuk salah satu perlakuan dalam pematangan dormansi dan menunjukkan bahwa perlakuan perendaman diperlukan untuk meningkatkan respons perkecambahan. Tingginya bobot kering akar pada perlakuan H₂SO₄ 20% diduga berkaitan dengan fungsi H₂SO₄ sebagai bahan skarifikasi kimia. Skarifikasi dapat membantu mengurangi hambatan fisik kulit benih, sehingga air dan oksigen lebih mudah masuk ke dalam benih, proses imbibisi

berlangsung lebih baik, dan pertumbuhan akar dapat berkembang lebih optimal. Hal ini sesuai dengan Rahmadani *et al.* (2022) bahwa benih kopi memerlukan perlakuan pematangan dormansi, salah satunya melalui skarifikasi kimia dengan H_2SO_4 .

4.14. Panjang Akar

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa metode perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Hasil uji DMRT taraf signifikan 5% terhadap panjang akar tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Panjang Akar Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang pada 60 HSS

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	------(cm)-----		
Kontrol	2,68	1,98	2,33 ^{bc}
Air Hangat 50°C	2,93	2,96	2,94 ^a
H ₂ SO ₄ 20%	2,91	2,69	2,79 ^{ab}
Rata-rata	2,84	2,54	

Superskrip berbeda pada kolom rata-rata yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Hasil penelitian pada Tabel 15 metode perendaman adanya perbedaan nyata terhadap panjang akar tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang pada 60 HSS. Perlakuan air hangat menghasilkan nilai tertinggi yaitu 2,94 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan metode perendaman menggunakan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20%. Pada perlakuan kontrol memiliki nilai terendah yaitu 2,33 cm tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan H_2SO_4 dengan konsentrasi 20%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan air hangat memiliki respon yang baik terhadap parameter panjang

akar. Tingginya panjang akar pada perlakuan air hangat 50°C diduga berkaitan dengan kemampuan perlakuan air hangat dalam membantu proses awal imbibisi dan pematangan dormansi tanpa menyebabkan kerusakan berat pada embrio. Hal ini sesuai dengan Wibowo *et al.* (2023) bahwa perlakuan suhu air merupakan salah satu metode untuk mempercepat masa dormansi benih kopi arabika, pada suhu 50°C masih dapat digunakan sebagai perlakuan alternatif, sedangkan suhu yang lebih tinggi dapat menurunkan mutu kecambah atau menyebabkan kerusakan embrio.

Perlakuan H₂SO₄ 20% juga menghasilkan panjang akar yang relatif tinggi yaitu 2,79 cm, meskipun tidak berbeda nyata dengan air hangat 50°C maupun kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa H₂SO₄ 20% tetap memiliki kecenderungan mendukung pertumbuhan akar. Peran H₂SO₄ berkaitan dengan skarifikasi kimia, yaitu membantu mengurangi hambatan fisik kulit benih sehingga air dan oksigen lebih mudah masuk ke dalam benih. Hal ini sesuai dengan Zuhroh *et al.* (2023) menyatakan bahwa konsentrasi dan lama perendaman H₂SO₄ berpengaruh terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji kopi. Pada faktor pemberian sungkup, rata-rata panjang akar tanpa sungkup sebesar 2,84 cm, sedangkan perlakuan dengan riwayat sungkup sebesar 2,54 cm. Hal ini diduga berkaitan dengan fase penyesuaian tanaman setelah sungkup dibuka. Tanaman yang sebelumnya tumbuh dalam kondisi iklim mikro lebih lembap dan terlindung perlu menyesuaikan diri terhadap kondisi terbuka, termasuk perubahan cahaya, kelembapan, suhu, dan pergerakan udara. Hal ini sesuai dengan Teixeira *et al.* (2017) bahwa tanaman muda dari kondisi berkelembapan tinggi perlu mengalami proses penyesuaian menuju

kelembapan relatif dan tingkat cahaya lingkungan agar kemampuan fisiologis dan kelangsungan hidupnya meningkat.

4.15. Rasio Tajuk/Akar

Berdasarkan hasil ANOVA dapat dilihat bahwa perlakuan metode perendaman berpengaruh nyata terhadap SR rasio tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang. Hasil uji DMRT (Lampiran 19) taraf signifikan 5% terhadap SR rasio tanaman kopi arabika varietas Sigarar Utang dapat dilihat pada Tabel 16.

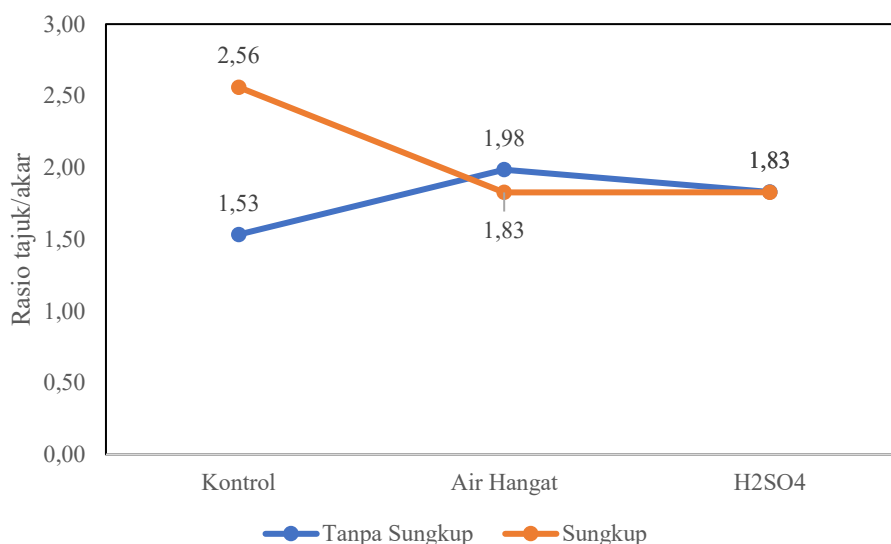
Tabel 16. Rasio Tajuk/Akar Tanaman Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

Metode Perendaman	Pemberian Sungkup		Rata-rata
	Tanpa Sungkup	Sungkup	
	-----(%KN/etmal)-----		
Kontrol	1,53 ^{bc}	2,56 ^a	2,04
Air Hangat 50°C	1,98 ^b	1,83 ^b	1,90
H ₂ SO ₄ 20%	1,83 ^b	1,83 ^{bc}	1,82
Rata-rata	1,78 ^b	2,07 ^a	

Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil penelitian pada Tabel 16 menunjukkan adanya interaksi terhadap rasio tajuk/akar. Pada kombinasi perlakuan kontrol dengan sungkup menunjukkan pengaruh nyata terhadap rasio tajuk/akar dengan nilai 2,56. Pada perlakuan kontrol tanpa sungkup menunjuka nilai terendah yaitu 1,53. Tingginya rasio tajuk/akar pada kontrol dengan sungkup menunjukkan bahwa biomassa tajuk relatif lebih besar dibandingkan biomassa akar. Hal ini sesuai dengan Vanesaputri *et al.* (2022) bahwa rasio tajuk/akar dihitung dengan membandingkan berat kering tajuk dan berat kering akar, sehingga nilai rasio yang lebih tinggi mencerminkan biomassa tajuk yang relatif lebih besar daripada biomassa akar. Grafik interaksi perlakuan metode

perendaman dan pemberian sungkup terhadap rasio tajuk/akar tersaji pada Ilustrasi 12.



Ilustrasi 12. Grafik Interaksi Perlakuan Metode Perendaman dan Pemberian Sungkup terhadap Rasio Tajuk/Akar

Berdasarkan Ilustrasi 12, terlihat adanya interaksi antara metode perendaman dan pemberian sungkup terhadap rasio tajuk/akar tanaman. Nilai rasio tajuk/akar tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan kontrol dengan sungkup, yaitu 2,56, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan kontrol tanpa sungkup, yaitu 1,53. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemberian sungkup dapat mengubah keseimbangan pertumbuhan antara tajuk dan akar, terutama pada perlakuan kontrol. Kondisi lingkungan mikro di dalam sungkup, seperti kelembapan yang lebih tinggi, diduga dapat mendukung pertumbuhan bagian tajuk sehingga rasio tajuk terhadap akar menjadi lebih besar.

Kondisi ini dapat terjadi karena sampel pada perlakuan kontrol dengan sungkup masih berada pada fase perkembangan yang belum seragam, yaitu masih

dalam fase serdadu, bukan fase kepelan seperti sampel lain. Hal ini sesuai dengan Nunes *et al.* (2024) bahwa kotiledon merupakan sumber utama karbon dan unsur mineral pada fase awal pertumbuhan bibit, sehingga keberadaannya dapat memengaruhi akumulasi biomassa awal tanaman. Secara fisiologis rasio tajuk/akar menunjukkan alokasi biomassa antara bagian atas tanaman dan akar. Nilai rasio tajuk/akar yang tinggi menunjukkan proporsi tajuk lebih besar dibandingkan akar, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan alokasi biomassa ke akar relatif lebih besar. Hal ini sesuai dengan Qi *et al.* (2023) bahwa rasio tajuk/akar sering digunakan sebagai indikator respons adaptif tanaman terhadap kondisi lingkungan, karena tanaman dapat mengubah pembagian biomassa antara organ penyerap air/hara dan organ penangkap cahaya.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Perlakuan metode perendaman, pemberian sungkup, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan dan pertumbuhan awal benih kopi arabika terhadap persentase perkecambahan, indeks laju perkecambahan, viabilitas, tinggi tanaman, bobot kering tanaman, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar. Hasil terbaik secara keseluruhan ditunjukkan oleh interaksi perendaman H_2SO_4 20% dengan pemberian sungkup. Interaksi antara perlakuan H_2SO_4 20% dengan pemberian sungkup sangat efektif karena H_2SO_4 20% mampu melunakkan kulit benih untuk mematahkan dormansi fisik, sementara sungkup menjaga kestabilan iklim mikro, sehingga menghasilkan perkecambahan dan pertumbuhan bibit yang paling maksimal.

5.2. Saran

Saran penelitian selanjutnya adalah mengkaji lebih lanjut terkait penggunaan sungkup terhadap pertumbuhan dan perkecambahan benih tanaman kopi. Penelitian disarankan pada tanaman kopi robusta yang dilakukan pada wilayah dataran tinggi karena pemberian sungkup dapat meningkatkan suhu yang sesuai dengan syarat tumbuh kopi robusta serta pengaturan densitas benih dan jarak tanam media dengan sungkup agar mendapatkan kondisi ideal untuk perkecambahan benih kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Faiz, C., dan Sulistyono, N. B. E. 2019. Penggunaan asam sulfat dan ekstrak bawang merah terhadap uji vigor benih kopi robusta (*Coffea robusta* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3 (1): 71–80. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.101>
- Almeida, J. A. S. D., Azevedo, M. T. V. L. G. D., Salomon, M. V., dan Medina, P. F. 2018. Water stress in germination, growth and development of coffee cultivars. *Journal of Seed Science*, 40 (1): 82–89. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n176667>
- Anhar, A., Abubakar, Y., Widayat, H. P., Muslih, A. M., Romano, dan Baihaqi, A. 2021. Altitude, shading, and management intensity effect on Arabica coffee yields in Aceh, Indonesia. *Open Agriculture*, 6 (1): 254–262. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0220>
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan. 2023. Pengujian Viabilitas Benih Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang dengan Hidrogen Peroksida (H₂O₂). Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.
- Benti, T., Gebre, E., Tesfaye, K., Berecha, G., Lashermes, P., Kyallo, M. M., dan Yao, N. K. 2021. Genetic diversity among commercial arabica coffee (*Coffea arabica* L.) varieties in Ethiopia using simple sequence repeat markers. *Journal of Crop Improvement*, 35 (2): 147–168. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1803169>
- Corbineau, F. 2022. Oxygen, a key signalling factor in the control of seed germination and dormancy. *Seed Science Research*, 32 (3): 126–136. <https://doi.org/10.1017/S096025852200006X>
- Damanik, R. I. M., Hanum, C., dan Sembiring, L. J. 2023. Response of various growth regulators and shade intensity to the growth of arabica coffee seedlings of Sigarar Utang variety. *Nusantara Bioscience*, 15 (1): 85–89. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n150110>
- Dewanti, P., dan Sulistiyono. 2023. Pengaruh interval pemupukan dan lama penyungkupan terhadap pertumbuhan bibit anggrek *Dendrobium* sp. saat aklimatisasi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7 (2): 100–109. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v7i2.516>
- Dulal, P. R., Marahatta, S., Sah, S. K., dan Amgain, L. P. 2023. Modified nursery structures: An approach to grow rice seedlings in winter for early spring planting. *Agronomy Journal of Nepal*, 7 (1): 149–156. <https://doi.org/10.3126/ajn.v7i1.62269>

- Elmiati, R., dan Metri, Y. 2023. Pengaruh beberapa lama penyungkupan pada pembibitan tanaman telang (*Clitoria ternatea* L.). Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian, 4 (1). <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.675>
- Firdha, N., Rusmana, R., Sodik, A. H., dan Millah, Z. 2023. Pengaruh lama perendaman dan berbagai konsentrasi H_2SO_4 terhadap perkecambahan benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.). Jurnal Pertanian Agros, 25 (4): 3427–3438. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/3455>
- Hu, F., Bi, X., Liu, H., Fu, X., Li, Y., Yang, Y., Zhang, X., Wu, R., Li, G., Lv, Y., Huang, J., Luo, X., dan Shi, R. 2022. Transcriptome and carotenoid profiling of different varieties of *Coffea arabica* provides insights into fruit color formation. Plant Diversity, 44 (3): 322–334. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2021.11.005>
- Karina, M. 2016. Pengaruh suhu air terhadap perkecambahan biji kopi robusta (*Coffea canephora*). Jurnal Agroteknologi Tropika, 4 (2): 85–91. <http://repository.polinela.ac.id/id/eprint/947>
- Kumar, R., Singh, D., dan Verma, S. 2017. Effect of sulfuric acid treatment on breaking seed dormancy in hard-coated species. Journal of Applied and Natural Science, 9 (3): 1750–1754. <https://doi.org/10.1007/s40009-015-0349-5>
- Manik, H. V. 2023. Sumber benih kopi arabika varietas Sigarar Utang milik Awaluddin Sitompul. Balai Besar Perbenihan dan Pelindungan Tanaman Perkebunan Medan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. <https://balaimedan.ditjenbun.pertanian.go.id/sumber-benih-kopi-arabika-varietas-sigarar-utang-milik-awaluddin-sitompul/>
- Novita, T., Evita, dan Jasminarni. 2023. Pematahan dormansi benih kopi arabika Kerinci dengan berbagai bahan perendaman. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 23 (1): 935–938. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i1.3678>
- Nunes, T. C., Ferreira, C. S., Williams, T. C. R., dan Franco, A. C. 2024. Cotyledons as the primary source of carbon and mineral nutrients during early growth of a savanna tree. Theoretical and Experimental Plant Physiology, 36: 265–282. <https://doi.org/10.1007/s40626-024-00320-9>
- Nurhaliza, A., Priyadi, R., dan Sunarya, Y. 2023. Pengaruh berbagai cara pemecahan dormansi benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.) terhadap perkecambahan. JA-CROPS (Journal of Agrotechnology and Crop Science), 1 (1): 35–43. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jacrops/article/view/2783>

- Prado, S. G., Collazo, J. A., Stevenson, P. C., dan Irwin, R. E. 2019. A comparison of coffee floral traits under two different agricultural practices. *Scientific Reports*, 9: 7331. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43753-y>
- Pramana, S. A., Pujiasmanto, B., dan Sakya, A. T. 2019. Perbandingan uji tetrazolium dan radicle emergence dalam menduga viabilitas benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Littri*, 25 (1): 1–10. <https://doi.org/10.21082/littri.v25n1.2019.1-10>
- Prawoto, A. A., Wahyudi, A., dan Susanto, A. 2019. Teknologi pembibitan dan perbenihan kopi robusta unggul. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 6 (2): 85–94.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2023. Buku outlook komoditas perkebunan kopi tahun 2023. Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/620>
- Putra, D., Rabaniyah, R., dan Nasrullah. 2012. Pengaruh suhu dan lama perendaman benih terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Vegetalika*, 1 (3): 21–30. <https://doi.org/10.22146/veg.1353>
- Putra, I. W., dan Syakir, M. 2022. Pengaruh suhu air terhadap kecepatan perkecambahan biji kopi robusta. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22 (1): 33–41.
- Qi, Y., Wei, W., Chen, C., dan Chen, L. 2019. Plant root-shoot biomass allocation over diverse biomes: A global synthesis. *Global Ecology and Conservation*, 18: e00606. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00606>
- Rahardjo, P. (2012). Panduan budidaya dan pengolahan kopi arabika dan robusta. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahmadani Fitri, S., Anhar, A., Advinda, L., dan Violita. 2022. The response of the growth of robusta coffee (*Coffea canephora* L.) that received treatment of time of immersion and concentration of sulphic acid (H₂SO₄). *Jurnal Serambi Biologi*, 7 (4): 331–338. <https://doi.org/10.24036/srmb.v7i4.67>
- Randriani, E., dan Dani. 2018. Pengenalan varietas unggul kopi. IAARD Press. <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/923c947f-21d3-4cb2-8204-e13a2caf956b/content>
- Samosir, R. U. A. 2023. Pengujian viabilitas benih kopi arabika varietas Sigarar Utang (*Coffea arabica* var. *Sigarar Utang*) dengan hidrogen peroksida (H₂O₂). Balai Besar Perbenihan dan Pelindungan Tanaman Perkebunan Medan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. <https://balaimedan.ditjenbun.pertanian.go.id/pengujian-viabilitas-benih->

kopi-arabika-varietas-sigarar-utang-coffee-arabica-var-sigarar-utang-dengan-hidrogen-peroksida-h2o2/

- Silva, L. O. E., Rodrigues, M. J. L., da Silva Ferreira, M. F., de Almeida, R. N., Ramalho, J. C., Rakocevic, M., dan Partelli, F. L. 2024. Modifications in floral morphology of *Coffea* sp. genotypes at two distinct elevations. *Flora*, 310: 152443. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152443>
- Sitanggang, A. R. S., Irmansyah, T., dan Irsal. 2021. Pengaruh pematangan dormansi pada perkecambahan tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 9 (3): 40–46. <https://doi.org/10.32734/joa.v9i3.8608>
- Sopiana, E., Tahir, M., dan Sudirman, A. 2018. Respons viabilitas benih kopi Arabica (*Coffea arabica*) terhadap pelumuran jamur *Trichoderma viride* di pre-nursery. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 6 (1): 9–18. <https://doi.org/10.25181/jaip.v6i1.656>
- Supardika, I. M. Y., Gunadnya, I. B. P., dan Sucipta, I. N. 2023. Pengaruh ketebalan plastik pada bangunan pembibitan terhadap pertumbuhan bibit terong ungu (*Solanum melongena* L.) varietas Antaboga F1. *Jurnal BETA: Biosistem dan Teknik Pertanian*, 11 (1): 1–9. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2023.v11.i01.p01>
- Teixeira da Silva, J. A., Hossain, M. M., Sharma, M., Dobránszki, J., Cardoso, J. C., dan Songjun, Z. 2017. Acclimatization of in vitro-derived *Dendrobium*. *Horticultural Plant Journal*, 3 (3): 110–124. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.009>
- Upreti, P., Bandara, M. S., dan Tanino, K. K. 2024. The role of seed characteristics on water uptake preceding germination. *Seeds*, 3 (4): 559–574. <https://doi.org/10.3390/seeds3040038>
- Wibowo, A., Wijaya, S. A., dan Suharjono. 2023. Germination and early seedling growth of three Arabica coffee varieties at four seed soaking water temperatures. *Pelita Perkebunan*, 39 (1): 1–10. <https://doi.org/10.22302/iccricri.jur.pelitaperkebunan.v39i1.540>
- Zuhroh, M. U., Suyani, I. S., dan Purwanti, N. 2023. Respons konsentrasi dan lama perendaman H₂SO₄ terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji kopi robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Pertanian Agros*, 25 (4). <https://doi.org/10.37159/jpa.v25i4.3541>