

PENGARUH KONSENTRASI GIBERELIN DAN RAMA PERENDAMAN TERHADAP VIABILITAS BENIH KOPI (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner)
EFFECT OF GIBBERELIN CONCENTRATION AND SOAKING TIME ON VIABILITY OF COFFEE SEEDS (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner)

Inayah Armalia, Sri Wahyuningsih*, Tundjung Tripeni Handayani, Mahfut

Jurusan Biologi, Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141

Corresponding email: wahyu6125@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kata kunci:
Benih kopi
robusta
Giberelin
Lama
perendaman
Panjang akar
Panjang
hipokotil

Benih kopi robusta sulit berkecambah karena memiliki kulit biji yang keras sehingga menghambat proses penyerapan air dan gas. Upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan kecambah yaitu dengan merendam benih kopi robusta dalam larutan giberelin yang merupakan zat pengatur tumbuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi giberelin, lama perendaman, dan kombinasi kedua perlakuan yang efektif dalam mempercepat pertumbuhan kecambah benih kopi robusta. Penelitian dilakukan di Laboratorium Botani, FMIPA Universitas Lampung dari Bulan Oktober sampai Desember 2022. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama yaitu konsentrasi giberelin yang terdiri dari 0 ppm (G0), 85 ppm (G1), dan 170 ppm (G2). Faktor kedua 2 yaitu lama perendaman yang terdiri dari 1,5 jam (T1) dan 3 jam (T2). Benih kopi robusta yang telah diberi perlakuan disemai dan diamati selama 50 hari. Parameter pengamatan meliputi, persentase pertumbuhan kecambah, laju pertumbuhan kecambah, panjang akar terpanjang kecambah, dan panjang hipokotil. Data hasil penelitian dianalisis dengan ANOVA dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi 85 ppm (G1) dan lama perendaman 1,5 jam (T1) efektif dalam mempercepat pertumbuhan kecambah benih kopi robusta dan memberikan pengaruh yang paling positif pada parameter persentase pertumbuhan kecambah, laju pertumbuhan kecambah, panjang akar terpanjang kecambah, dan panjang hipokotil.

ABSTRACT

Keywords:
Giberellin
Hypocotyl length
Root length
Robusta coffee
seeds
Soaking time

Robusta coffee seeds are difficult to germinate because the hard seed coat prevents water and gas absorption. Efforts can be made to accelerate the growth of sprouts by soaking the seeds in gibberellin solution which is a growth regulator. This study aims to determine the concentration of gibberellin, the soaking time, and the combination of both treatments that are effective in accelerating the growth of robusta coffee seed sprouts. The research was conducted at the Botany Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Lampung University from October to December 2022. The method used was factorial Completely Randomized Design (CRD). The first factor was gibberellin concentration consisting of 0 ppm (G0), 85 ppm (G1), and 170 ppm (G2). The second factor was soaking time consisting of 1.5 hours (T1) and 3 hours (T2). Robusta coffee seeds that had been treated were sown and observed for 50 days. The observation parameters included, percentage of sprout growth, sprout growth rate, longest root length, and hypocotyl length. The data were analyzed by ANOVA and honestly significant difference (HSD) test at 5% level. The research results indicate that the combination of treatment with a concentration of 85 ppm (G1) and soaking duration of 1.5 hours (T1) is effective in accelerating the germination of robusta coffee seeds and has the most positive impact on parameters such as percentage of sprout growth, sprout growth rate, longest root length, and hypocotyl length.

PENDAHULUAN

Secara global, Indonesia berada di peringkat ketiga sebagai produsen kopi robusta terbesar di dunia, setelah Vietnam dan Brazil. Lebih dari 80% lahan perkebunan kopi di Indonesia diperuntukkan untuk menanam kopi robusta. Sementara itu, sekitar 17% dari total lahan tersebut dialokasikan untuk kopi arabika, dan sisanya sekitar 3% digunakan untuk menanam kopi liberika dan excelsa (Togatorop *et al.*, 2022).

Sebagai salah satu komoditas perkebunan, tanaman Kopi (*Coffea spp.*) memegang peran penting dalam perekonomian Indonesia (Lestari *et al.*, 2021). Berdasarkan pernyataan Manalu *et al.* (2020) permintaan kopi di pasar internasional diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan naiknya jumlah konsumsi kopi global. Pada tahun 2018-2019, konsumsi kopi dunia meningkat sebesar 2,1 persen, mencapai 9,911 juta ton, dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Situasi ini memberikan peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan ekspor kopi.

Salah satu kendala utama dalam budidaya tanaman kopi adalah kesulitan benih untuk berkecambah, bahkan dalam kondisi lingkungan yang optimal (Nengsih, 2017). Dada *et al.* (2023) menyatakan bahwa pada kenyataan di lapangan, benih kopi memerlukan waktu 50-60 hari untuk dapat berkecambah. Puncak perkecambahan saat mencapai titik

maksimal terjadi pada kisaran minggu ke-5 hingga ke-7 setelah semai.

Biji kopi memerlukan waktu yang relatif lama untuk berkecambah karena dilapisi oleh kulit tanduk yang keras, sehingga proses penyerapan air menjadi sulit (Faiz & Sulistyono, 2019). Menurut Ibrahim & Santosa (2020), pengupasan kulit benih agar penyerapan air lebih mudah hanya efektif untuk mematahkan dormansi pada awal perkecambahan saja. Setelah fase awal perkecambahan, giberelin yang akan memegang peran penting dalam mempercepat proses perkecambahan. Giberelin mengaktifkan kerja enzim α -amilase, yang mengubah pati menjadi glukosa sebagai sumber energi untuk memulai perkecambahan.

Giberelin, sebagai senyawa organik pengatur tumbuh yang dihasilkan oleh tanaman, memiliki peran krusial dalam mengontrol proses pertumbuhan. Meskipun tanaman menghasilkan giberelin, jumlahnya mungkin tidak mencukupi untuk merangsang pertumbuhan kecambah, terutama pada benih dengan kulit keras (Kartikasari *et al.*, 2019). Selain giberelin yang dihasilkan secara alami oleh tanaman, pemberian giberelin eksogen buatan manusia juga dapat diterapkan pada tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kecambah (Tikafebianti *et al.*, 2019).

Menurut hasil penelitian Kadir *et al.* (2020) perendaman benih kopi arabika

dalam larutan giberelin efektif untuk meningkatkan persentase pertumbuhan kecambah. Perlakuan perendaman benih dengan konsentrasi 300 ppm menghasilkan rata-rata persentase pertumbuhan kecambah tertinggi sebesar 62%, yang secara signifikan berbeda dengan perlakuan kontrol (0 ppm) yang hanya mencapai 49%. Namun, respon berbeda didapatkan saat konsentrasi giberelin dinaikkan menjadi 500 ppm, persentase kecambah yang tumbuh hanya mencapai 46%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiyawati (2022), diketahui bahwa perendaman benih kopi dalam larutan giberelin dengan konsentrasi dan durasi yang tidak sesuai dapat berdampak negatif pada parameter kecepatan pertumbuhan kecambah. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih kopi robusta yang telah dikupas kulitnya dalam larutan giberelin dengan konsentrasi 150 ppm dan durasi perendaman selama 2 jam memberikan hasil pertumbuhan yang optimal. Namun, ketika konsentrasi perendaman giberelin melebihi 300 ppm dengan durasi perendaman 4 jam atau lebih, justru dapat menghambat pertumbuhan kecambah.

Dalam rangka meningkatkan ketepatan parameter eksperimental, diperlukan pendalaman lebih lanjut dengan mempersempit rentang antar konsentrasi uji giberelin pada penelitian

lanjutan. Pendekatan ini akan memungkinkan identifikasi lebih detail terhadap respons benih kopi robusta terhadap berbagai konsentrasi giberelin, sehingga memfasilitasi penentuan konsentrasi optimal yang dapat menghasilkan persentase perkecambahan dan pertumbuhan kecambah yang maksimal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2022 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *polybag* berukuran 35 x 35 cm, timbangan analitik, *beaker glass* 1000 mL, pipet tetes, gelas ukur 50 mL dan 10 mL, *beaker glass* 500 mL, batang pengaduk, penggaris, kertas label, alat tulis, lembar pengamatan, dan kamera.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain 150 benih kopi robusta yang diperoleh dari kebun percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung, giberelin 90% TC, alkohol 70%, dan aquades untuk melarutkan giberelin, air untuk mencuci biji kopi, dan media tanam dengan komposisi tanah, *cocopeat*, sekam bakar, dan pupuk kandang.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor

pertama yaitu konsentrasi giberelin yang meliputi 0 ppm, 85 ppm, dan 170 ppm. Faktor kedua yaitu lama perendaman yang meliputi 1,5 jam dan 3 jam. Dengan demikian, diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak lima kali, sehingga secara keseluruhan terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan 5 benih kopi robusta, total ada 150 benih yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Metode dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahap, antara lain persiapan media semai dan benih serta persiapan larutan giberelin. Wadah media semai yang digunakan adalah *polybag* berukuran 35 x 35 cm, dengan komposisi media semai terdiri dari tanah, *cocopeat*, sekam bakar, dan pupuk kandang. Benih yang digunakan berasal dari kebun percobaan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung. Sebelum diberi perlakuan, biji kopi yang dijadikan benih harus disortir terlebih dahulu. Menurut Manullang (2021), biji kopi yang ideal untuk pembibitan adalah biji yang tenggelam saat direndam dalam air. Setelah tahap penyortiran, cuci biji kopi dan keringkan tanpa terpapar langsung sinar matahari. Selanjutnya, biji kopi yang telah kering dikupas kulit tanduknya.

Langkah berikutnya adalah persiapan larutan giberelin. Larutan stok giberelin konsentrasi 900 ppm dibuat dengan melarutkan 1 g giberelin 90% TC

dalam alkohol 70% secara bertahap hingga benar-benar larut. Kemudian, ditambahkan aquades hingga mencapai volume 1000 mL. Untuk mendapatkan larutan giberelin dengan konsentrasi yang diinginkan, dilakukan pengenceran sesuai dengan rumus berikut:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

Keterangan

M1 = Konsentrasi larutan yang diencerkan

V1 = Volume larutan standar yang diencerkan

M2 = Konsentrasi larutan pengenceran

V2 = Volume larutan pengenceran

(Purba *et al.*, 2014).

Benih kopi robusta yang telah dikupas kulit tanduknya direndam dalam berbagai konsentrasi giberelin dan lama perendaman, yaitu:

G0T1 : Larutan giberelin 0 ppm, perendaman 1,5 jam

G1T1 : Larutan giberelin 85 ppm, perendaman 1,5 jam

G2T1 : Larutan giberelin 170 ppm, perendaman 1,5 jam

G0T2 : Larutan giberelin 0 ppm, perendaman 3 jam

G1T2 : Larutan giberelin 85 ppm, perendaman 3 jam

G2T2 : Larutan giberelin 170 ppm, perendaman 3 jam

Proses selanjutnya adalah penyemaian benih. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nengsih (2017), penyemaian dilakukan dengan

meletakkan biji kopi yang permukaannya datar menghadap ke bawah di atas tanah dan menutupnya kembali dengan lapisan tanah. Jarak antar benih adalah 3 cm dalam satu baris dan 5 cm antar baris. Media semai ditempatkan di area yang terlindung dari sinar matahari langsung. Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore selama periode pengamatan selama 50 hari. Periode pengamatan dilakukan selama 50 hari karena menurut Dada *et al.* (2023) kisaran waktu tersebut merupakan puncak perkecambahan mencapai titik maksimal.

Parameter pengamatan dalam penelitian ini antara lain:

1. Persentase pertumbuhan kecambah (%)

$$\frac{\text{Jumlah benih yang berkecambah}}{\text{Jumlah benih yang disemai}} \times 100\%$$

(Hayati *et al.*, 2019)

2. Laju pertumbuhan kecambah (hari)

$$\frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_xT_x}{\text{Jumlah benih yang berkecambah}}$$

Keterangan:

N: Jumlah benih yang berkecambah setiap hari

T: Jumlah waktu antara awal pengamatan sampai dengan akhir dalam interval tertentu

(Purba *et al.*, 2014).

3. Panjang akar terpanjang kecambah (cm)

Panjang akar terpanjang kecambah diukur pada akhir periode pengamatan, yakni pada hari ke-50 setelah proses semai. Metode pengukuran ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Clarita (2020), panjang akar diukur mulai

dari pangkal akar hingga ujung akar terpanjang menggunakan penggaris.

4. Panjang hipokotil (cm)

Panjang hipokotil diukur pada hari ke-50 setelah proses semai. Metode pengukuran mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Yuliantina (2019), panjang hipokotil diukur dari bagian bawah kotiledon hingga pangkal akar kecambah menggunakan penggaris.

Data yang diperoleh diuji homogenitasnya dengan uji Levene pada taraf 5%. Data yang sudah homogen dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui signifikansi semua perlakuan terhadap parameter pengamatan. Jika hasil analisis menunjukkan berbeda nyata, maka pengujian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persentase Pertumbuhan Kecambah

Berdasarkan hasil uji Levene, dapat diketahui bahwa data persentase pertumbuhan kecambah memiliki homogenitas ($p > 0,05$). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi giberelin, lama perendaman, dan kombinasi kedua perlakuan terhadap persentase pertumbuhan kecambah. Untuk melihat perbedaan pengaruh di antara setiap perlakuan, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%, yang hasilnya tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) rata-rata persentase pertumbuhan kecambah (%) kopi robusta pada hari ke-50 setelah semai

Lama perendaman (jam)	Konsentrasi giberelin (ppm)			Rerata
	G0 (0)	G1 (85)	G2 (170)	
T1 (1,5)	76,00 ^{ab}	88,00 ^a	48,00 ^b	70,66 ^a
T2 (3)	76,00 ^{ab}	44,00 ^b	44,00 ^b	54,66 ^b
Rerata	76,00 ^a	66,00 ^{ab}	46,00 ^b	

Nilai BNJ Sel [0,05] = 35,37; Kolom [0,05] = 20,19; Baris [0,05] = 13,61

Perlakuan G0 (0 ppm) menunjukkan respons yang paling positif terhadap rata-rata persentase pertumbuhan kecambah. Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan G1 (85 ppm), namun memiliki perbedaan yang nyata dengan G2 (170 ppm), yang menunjukkan nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah yang paling rendah.

Penurunan nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah yang signifikan pada perlakuan G2 (170 ppm) diduga karena konsentrasi giberelin yang diberikan melebihi batas optimal. Hal ini mengakibatkan pemberian giberelin justru menghambat proses perkecambahan sehingga terjadi penurunan persentase pertumbuhan kecambah. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kadir *et al.* (2020), pemberian konsentrasi giberelin 300 ppm pada benih kopi arabika menunjukkan nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah yang lebih tinggi yaitu, 62% dibandingkan dengan konsentrasi giberelin 500 ppm yang hanya mencapai 46%.

Perlakuan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan respons yang lebih positif dan berbeda signifikan dengan T2

(3 jam) terhadap persentase pertumbuhan kecambah. Hal ini diduga terjadi karena pada lama perendaman 3 jam, durasinya terlalu lama sehingga benih kekurangan oksigen. Menurut Polhaupessy & Sinay (2014) perendaman benih yang berlangsung terlalu lama dapat menyebabkan kurangnya oksigen yang dibutuhkan dalam proses respirasi. Respirasi merupakan tahapan yang terjadi setelah imbibisi. Apabila proses respirasi terhambat, maka proses perkecambahan juga akan terhambat. Hal ini diperkuat lagi dengan hasil penelitiannya yang menunjukkan bahwa perendaman benih sirsak dalam giberelin konsentrasi 20 ppm selama selama 24 jam menghasilkan persentase pertumbuhan kecambah yang lebih rendah dibandingkan dengan perendaman dengan durasi waktu yang lebih singkat yaitu 12 jam dan 6 jam.

Kombinasi perlakuan G1 (85 ppm) dengan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah tertinggi. Namun, ketika waktu perendaman diperpanjang menjadi 3 jam, perlakuan G1 (85 ppm) tidak lagi efektif dan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Begitu pula saat konsentrasi giberelin ditingkatkan

menjadi 170 ppm dan waktu perendaman diperpanjang menjadi 3 jam, terjadi penurunan yang sangat signifikan pada nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah. Temuan ini menunjukkan bahwa giberelin dapat meningkatkan persentase pertumbuhan kecambah pada konsentrasi dan lama perendaman yang tepat.

Berdasarkan pernyataan Suradinata *et al.* (2015), lama perendaman secara langsung berhubungan dengan jumlah giberelin eksogen yang diserap oleh benih. Semakin lama waktu perendaman, semakin banyak giberelin yang terserap ke dalam benih. Solichatun *et al.* (2016) menyatakan bahwa keseimbangan hormon endogen akan mempengaruhi

keberhasilan perkecambahan, sehingga pemberian hormon giberelin eksogen harus dilakukan dengan jumlah yang sesuai.

B. Laju Pertumbuhan Kecambah

Berdasarkan hasil uji Levene, dapat diketahui bahwa data laju pertumbuhan kecambah memiliki homogenitas ($p > 0,05$). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi giberelin, lama perendaman, dan kombinasi kedua perlakuan terhadap laju pertumbuhan kecambah. Untuk melihat perbedaan pengaruh di antara setiap perlakuan, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%, yang hasilnya tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) rata-rata laju pertumbuhan kecambah (hari) kopi robusta sampai hari ke-50 setelah semai

Lama perendaman (jam)	Konsentrasi giberelin (ppm)			Rerata
	G0 (0)	G1 (85)	G2 (170)	
T1 (1,5)	28,76 ^a	24,64 ^b	25,08 ^b	26,16 ^b
T2 (3)	30,40 ^a	29,50 ^a	25,37 ^b	28,42 ^a
Rerata	29,58 ^a	27,07 ^b	25,22 ^c	

Nilai BNJ Sel [0,05] = 1,99; Kolom [0,05] = 1,14; Baris [0,05] = 0,77

Laju pertumbuhan kecambah dapat diukur dengan menghitung jumlah hari yang diperlukan benih untuk mulai berkecambah. Dalam penelitian ini, benih dikatakan berkecambah jika kotiledon tampak terangkat keluar dari permukaan tanah. Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa benih yang diberi perlakuan giberelin memerlukan waktu yang lebih singkat untuk mulai berkecambah. Perlakuan G2

(170 ppm) memiliki rata-rata laju pertumbuhan kecambah yang paling cepat dan memberikan pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.

Meskipun demikian, hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan ini memiliki nilai rata-rata persentase pertumbuhan kecambah terendah, hanya mencapai 46%, sehingga tidak dapat

dianggap efektif dalam mempercepat pertumbuhan kecambah benih kopi robusta. Sebagaimana dijelaskan oleh Farajollahi *et al.* (2014), suatu perlakuan dianggap efektif jika dapat meningkatkan persentase pertumbuhan kecambah dan juga mempercepat laju pertumbuhan kecambah.

Perlakuan dengan rata-rata laju pertumbuhan kecambah paling lambat adalah G0 (0 ppm), dan perlakuan ini berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga terjadi karena pada perlakuan G0 (0 ppm), benih kopi robusta hanya direndam dalam aquades, sehingga kebutuhan giberelin dalam benih belum terpenuhi dan mengakibatkan benih rata-rata baru dapat berkecambah di hari ke-29 setelah semai. Sesuai dengan Asra *et al.* (2020), kurangnya giberelin aktif dalam benih dapat menghambat proses perkecambahan, sehingga diperlukan pemberian giberelin dari luar benih (giberelin eksogen).

Menurut Nuraini *et al.* (2016), tahap awal pertumbuhan kecambah dimulai dengan pembentukan radikula yang memanjang dan menembus kulit biji karena adanya pembelahan sel. Feurtado & Kermode (2007) menekankan bahwa giberelin memiliki peran penting dalam merangsang pembelahan dan pemanjangan sel dengan mengaktifkan enzim amilase. Enzim ini bertanggung jawab merombak amilum menjadi gula

sederhana. Salisbury & Ross (1995) menambahkan bahwa gula sederhana hasil dari pemecahan amilum tersebut digunakan oleh mitokondria untuk melakukan respirasi, menghasilkan energi berupa ATP yang diperlukan dalam proses pembelahan sel.

Perlakuan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan rata-rata laju pertumbuhan kecambah yang lebih cepat dibandingkan dengan T2 (3 jam). Hal ini diduga karena pada lama perendaman 1,5 jam, kebutuhan air dan giberelin yang terserap ke dalam benih sudah mencapai jumlah optimal, sehingga proses perkecambahan dapat berjalan dengan baik dan mengakibatkan laju pertumbuhan kecambah menjadi lebih cepat. Menurut Agboola *et al.* (2014), giberelin memiliki peran penting dalam perkecambahan biji dengan merangsang pembentukan enzim yang memobilisasi produksi makanan yang digunakan untuk pertumbuhan sel. Pada benih, terdapat lapisan sel yang disebut lapisan aleuron yang melingkupi jaringan endosperm. Giberelin yang diproduksi saat terjadinya proses imbibisi akan diangkut ke lapisan aleuron dan merangsang pembentukan enzim amilase. Enzim ini kemudian ditransfer ke endosperm dan membantu merombak pati menjadi gula, yang diperlukan untuk menghasilkan energi bagi perkembangan embrio.

Kombinasi perlakuan G1 (85 ppm) dan lama perendaman T1 (1,5 jam)

menunjukkan pengaruh yang paling positif terhadap laju pertumbuhan kecambah. Perlakuan ini tidak berbeda secara signifikan dengan G2T1 (170 ppm, 1,5 jam) dan G2T2 (170 ppm, 3 jam). Namun, pada perlakuan G2T1 (170 ppm, 1,5 jam) dan G2T2 (170 ppm, 3 jam), konsentrasi yang digunakan terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan akumulasi giberelin dalam benih, yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan kecambah. Hal ini diperkuat dengan data rata-rata persentase pertumbuhan kecambah, perlakuan G2T1 (170 ppm, 1,5 jam) dan G2T2 (170 ppm, 3 jam) menunjukkan nilai yang lebih rendah, yaitu 48% dan 44% dibandingkan dengan

G1T1 (85 ppm, 1,5 jam) yang menunjukkan nilai persentase pertumbuhan kecambah mencapai 88%.

C. Panjang Akar Terpanjang Kecambah

Berdasarkan hasil uji Levene, dapat diketahui bahwa data panjang akar terpanjang kecambah memiliki homogenitas ($p > 0,05$). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi giberelin, lama perendaman, dan kombinasi kedua perlakuan terhadap panjang akar terpanjang kecambah. Untuk melihat perbedaan pengaruh di antara setiap perlakuan, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%, yang hasilnya tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) rata-rata panjang akar terpanjang kecambah (cm) kopi robusta pada hari ke-50 setelah semai

Lama perendaman (jam)	Konsentrasi giberelin (ppm)			Rerata
	G0 (0)	G1 (85)	G2 (170)	
T1 (1,5)	2,67 ^b	3,67 ^a	2,32 ^b	2,89 ^a
T2 (3)	2,59 ^b	2,39 ^b	2,06 ^b	2,35 ^b
Rerata	2,63 ^{ab}	3,03 ^a	2,19 ^b	

Nilai BNJ Sel [0,05] = 0,92; Kolom [0,05] = 0,53; Baris [0,05] = 0,36

Perlakuan G1 (85 ppm) memberikan dampak paling positif pada parameter panjang akar terpanjang kecambah. Perlakuan ini secara signifikan berbeda dengan G2 (170 ppm), tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan G0 (0 ppm). Perendaman benih kopi robusta dalam konsentrasi 170 ppm menunjukkan rata-rata panjang akar kecambah yang paling pendek, sehingga perlakuan ini dianggap tidak efektif. Hal ini diduga disebabkan oleh konsentrasi

giberelin yang terlalu tinggi yang mengakibatkan respons terhadap penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) untuk pemanjangan akar tidak lagi optimal. Bajafitri & Barunawati (2018) menekankan bahwa perlakuan dengan konsentrasi yang terlalu kecil tidak akan menunjukkan respons yang signifikan terhadap penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), sementara konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

Giberelin berfungsi merangsang biosintesis hormon auksin, yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan akar (Bhatla & Lal, 2018). Walaupun penelitian Tetuko *et al.* (2015) menunjukkan bahwa hormon auksin memiliki peran lebih dominan dalam pemanjangan akar, giberelin tetap diperlukan dalam jumlah yang lebih sedikit untuk memberikan respons optimal terhadap panjang akar kecambah.

Perlakuan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan respons yang lebih baik dan secara signifikan berbeda dengan T2 (3 jam) pada parameter panjang akar terpanjang kecambah. Ini mungkin karena pada lama perendaman 1,5 jam, jumlah air dan giberelin yang diserap ke dalam benih masih optimal. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Supardy *et al.* (2016), yang menunjukkan bahwa perendaman benih kakao dalam larutan giberelin selama 4 jam menghasilkan panjang akar kecambah rata-rata tertinggi, yaitu 7,26 cm, dan berbeda secara signifikan dengan perendaman selama 6 jam yang menghasilkan panjang akar kecambah rata-rata terpendek, yaitu 5,61 cm.

Perlakuan G1T1 (85 ppm, 1,5 jam) menunjukkan respon yang paling baik terhadap panjang akar terpanjang kecambah. Sebaliknya, pada kombinasi perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi (170 ppm) dengan waktu perendaman yang lebih lama (3 jam) justru menunjukkan rata-rata panjang akar kecambah terpendek. Hal ini memperkuat pernyataan sebelumnya bahwa diperlukan konsentrasi serta lama perendaman yang tepat agar hormon giberelin dapat menunjukkan pengaruh yang paling optimal dalam meningkatkan pemanjangan akar kecambah.

D. Panjang Hipokotil

Berdasarkan hasil uji Levene, dapat diketahui bahwa data panjang hipokotil memiliki homogenitas ($p > 0.05$). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi giberelin, lama perendaman, dan kombinasi kedua perlakuan terhadap panjang hipokotil. Untuk melihat perbedaan pengaruh di antara setiap perlakuan, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5%, yang hasilnya tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji Beda Nyata Jujur (BNJ) rata-rata panjang hipokotil (cm) kopi robusta pada hari ke-50 setelah semai

Lama perendaman (jam)	Konsentrasi giberelin (ppm)			Rerata
	G0 (0)	G1 (85)	G2 (170)	
T1 (1,5)	3,34 ^{bc}	4,59 ^a	3,46 ^b	3,79 ^a
T2 (3)	3,25 ^{bc}	3,29 ^{bc}	2,41 ^c	2,98 ^b
Rerata	3,29 ^b	3,94 ^a	2,93 ^b	

Nilai BNJ Sel [0,05] = 1,02; Kolom [0,05] = 0,58; Baris [0,05] = 0,39

Perlakuan G1 (85 ppm) memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan G0 (0 ppm) dan G2 (170 ppm). Perlakuan G1 (85 ppm) menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada panjang hipokotil. Hal ini diduga karena perendaman benih kopi robusta dalam larutan giberelin dengan konsentrasi yang tepat dapat merangsang pertumbuhan kecambah sehingga terjadi peningkatan panjang hipokotil.

Menurut Taiz & Zeiger (2006), giberelin berperan dalam merangsang pembelahan sel pada jaringan meristematis melalui pengaktifan kerja enzim amilase. Pertumbuhan saat fase kecambah dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan dalam bentuk pati yang dirombak menjadi gula oleh enzim amilase. Gula sederhana dibutuhkan untuk menghasilkan energi bagi pembelahan sel pada jaringan meristematis. Oleh karena itu, pemberian perlakuan giberelin akan diikuti dengan meningkatnya pembelahan sel sehingga tunas dapat memanjang.

Perendaman benih kopi robusta dalam giberelin konsentrasi 170 ppm justru dapat menghambat pertumbuhan hipokotil. Hal ini diduga terjadi karena pemberian konsentrasi 170 ppm sudah melebihi batas optimum, sehingga tidak memberikan respon yang positif terhadap panjang hipokotil. Menurut Asra *et al.* (2020), untuk mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, diperlukan keseimbangan

konsentrasi antara suatu hormon dan hormon lainnya. Salisbury & Ross (1995) menyatakan bahwa giberelin dapat memacu pembelahan sel dan peningkatan tinggi kecambah. Dalam melakukan fungsinya, giberelin saling berinteraksi dengan sitokinin dan auksin.

Perlakuan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan respon yang lebih baik dibandingkan T2 (3 jam) terhadap panjang hipokotil. Perendaman benih terlalu lama khususnya dalam larutan giberelin diduga dapat menghambat pertumbuhan kecambah karena air dan giberelin yang masuk ke benih melalui proses imbibisi sudah melebihi batas optimum. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Yunus *et al.* (2021) penyerapan giberelin oleh benih dalam jumlah yang berlebih dapat mengakibatkan pembelahan, pembesaran, dan diferensiasi sel menjadi tidak optimal.

Kombinasi perlakuan G1 (85 ppm) dan lama perendaman T1 (1,5 jam) menunjukkan peningkatan rata-rata panjang hipokotil terpanjang dan berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun, saat konsentrasinya ditingkatkan menjadi 170 ppm dan lama perendaman ditambah menjadi 3 jam justru memberikan respons yang paling buruk. Hal ini memperkuat pernyataan sebelumnya bahwa pemberian giberelin dapat meningkatkan panjang hipokotil kopi robusta pada konsentrasi dan lama perendaman yang tepat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi 85 ppm (G1) dan lama perendaman 1,5 jam (T1) efektif dalam mempercepat pertumbuhan kecambah benih kopi robusta dan memberikan pengaruh yang paling positif pada parameter persentase pertumbuhan kecambah, laju pertumbuhan kecambah, panjang akar terpanjang kecambah, dan panjang hipokotil.

DAFTAR PUSTAKA

- Agboola, D.A., Ogunyale, O.G., Fawibe, O.O., & Ajiboye A. A. (2014). A review of plant growth substances: their forms, structures, synthesis and functions. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, 5(4), 152-168. Retrieved from: <https://www.neliti.com/id/publications/279098/a-review-of-plant-growth-substances-their-forms-structures-synthesis-and-functio>.
- Asra, R., Samarlina, R.A. & Silalahi, M. (2020). *Hormon tumbuhan*. Jakarta: UKI Press.
- Bajafitri, A.H., & Barunawati, N. (2018). Pengaruh konsentrasi GA3 dan lama perendaman terhadap pemecahan dormansi dan pertumbuhan gladiol (*Gladiolus hybridus* L.) varietas holland merah. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(7), 1242-1249. Retrieved from: <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/771>.
- Bhatla, S.C., & Lal, M.A. (2018). *Plant physiology, development and metabolism*. Delhi: Springer Nature Pte Ltd.
- Clarita, I.R. (2020). Viabilitas benih kopi arabika (*Coffea arabica*) varietas catuai terhadap berbagai konsentrasi GA3. (*Skripsi*). Sulawesi Selatan, Indonesia: Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Retrieved from: <https://repository.polipangkep.ac.id/>.
- Dada, K.E., Animasaun, D.A., Mustapha, O.T., Bado, S., & Foster, B.P. (2023). Radiosensitivity and biological effects of gamma and x-rays on germination and seedling vigour of three *Coffea arabica* Varieties. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(2032), 1582-1591. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10643-z>
- Faiz, C., & Sulistyono, N.B.E. (2019). Pemberian H₂SO₄ dan ekstrak bawang merah terhadap uji vigor benih kopi robusta (*Coffea robusta* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 71-80. Retrieved from: <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.101>.
- Farajollahi, A., Gholinejad, B., & Jafari, H. J. (2014). Effects of different treatments on seed germination improvement of *Calotropis persica*. *Advances in Agriculture*, 1(2014), 1-5. Retrieved from: <https://doi.org/10.1155/2014/245686>.
- Feurtado, J.A., & Kermode, A.R. (2007). *A merging of paths: abscisic acid and hormonal cross-talk in the control of seed dormancy maintenance and alleviation*. Oxford: Blackwell.
- Hayati, D., Bustamam, T., Martinius, Nalwida, R., & Anwar, A. (2019). *Penuntun praktikum ilmu dan teknologi benih*. Padang: LPTIK UNAND.
- Ibrahim, A.R., & Santosa, S. (2020). Acceleration of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) Seed Germination by Scarification and Gibberellin Application. *Proceedings of the 5th International Conference on Food, Agriculture and Natural*, Maluku Utara, 18 Maret 2019. Retrieved from:

- <https://doi.org/10.2991/aer.k.200325.013>.
- Kadir, M., Clarita, I.R., Syatrawati, & Sagita, N.A. (2020). Perkecambahan, perakaran dan pertumbuhan hipokotil benih kopi arabika varietas catuai pada aplikasi berbagai konsentrasi giberelin (GA3). *Jurnal Agroplantae*, 9(2), 95–104. Retrieved from: <https://doi.org/10.51978/agro.v9i2.226>.
- Kartikasari, S., Anwar, S., & Kusmiyati, F. (2019). Viabilitas benih dan pertumbuhan bibit salak (*Salacca Edulis* Reinw) akibat konsentrasi dan lama perendaman giberelin (GA3) yang berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 448–457. Retrieved from: <https://doi.org/10.32734/jpt.v6i3.3194>.
- Lestari, H.S., Anggraeni, D.P., Lisarini, E., & Nurjaya. (2021). Tingkat kepuasan petani kopi terhadap kinerja agen pemasar negeri kopi sarongge. *Jurnal Agroscience*, 11(1), 76-88. Retrieved from: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=9Y9Tw74AAAAJ&citation_for_view=9Y9Tw74AAAAJ:Tyk-4Ss8FVUC.
- Manalu, D.S.T., Harianto, H., Suharno, S., & Hartoyo, S. (2020). Permintaan kopi biji Indonesia di pasar internasional. *Jurnal Agriekonomika*, 9(1), 114-126. Retrieved from: <https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v9i1.7346>
- Manullang, W. (2021). Efektivitas penggunaan naungan terhadap perkecambahan benih kopi robusta. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 15(2), 142–148. Retrieved from: <https://doi.org/10.55127/ae.v15i2.102>.
- Nengsih, Y. (2017). Penggunaan larutan kimia dalam pematangan dormansi benih kopi liberika. *Jurnal Media Pertanian*, 2(2), 85–91. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.33087/jagro.v2i2.39>.
- Nuraini, A., Pangaribuan, I.F., & Suherman, D.C. (2016). Pemecahan dormansi benih kelapa sawit dengan metode dry heat treatment dan pemberian giberelin. *Agrin*, 20(2), 1410–1439. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.20884/1.agrin.2016.20.2.317>
- Polhaupessy, S., & Sinay, H. (2014). Pengaruh konsentrasi giberelin dan lama perendaman terhadap perkecambahan biji sirsak (*Annona muricata* L.). *Biopendix*, 1(1), 73–79. Retrieved from: <https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue1page73-79>.
- Purba, O., Indriyanto, I., & Bintoro, A. (2014). Perkecambahan benih aren (*Arenga pinnata*) setelah diskarifikasi dengan giberelin pada berbagai konsentrasi. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(2), 71–78. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.23960/jsl2271-78>.
- Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (1995). *Fisiologi tumbuhan jilid 3: perkembangan tumbuhan dan fisiologi lingkungan*. Lukman, D.R. (ed). Bandung: ITB Press.
- Setiyawati, I. (2022). Pengaruh konsentrasi giberelin (GA3) dan lama perendaman terhadap perkecambahan benih kopi robusta (*Coffea robusta* L.) tanpa kulit. [Skripsi]. Jambi, Indonesia: Universitas Jambi. Retrieved from: <https://repository.unja.ac.id/32556/>.
- Solichatun, S., Santosa, S., Dewi, K., & Pratiwi, R. (2016). The effects of physical and hormonal treatments on dormancy breaking and the changes in seed coat ultrastructure of *Delonix regia*. *Nusantara Bioscience*, 8(1), 94–102. Retrieved from: <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080117>.
- Supardy, S., Adelina, E., & Made, U. (2016). Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi giberelin (GA3) terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Agrotekbis*, 2(3), 425–431. Retrieved from:

<https://www.neliti.com/id/publications/244882/pengaruh-lama-perendaman-dan-konsentrasi-giberelin-ga3-terhadap-viabilitas-benih>

- Suradinata, Y.R., Nuraini, A., & Rumita. (2015). Effect of concentration and length time of soaking seed in gibberellic acid (GA3) on germination and growth of christmas palm (*Veitchia merilli* (Becc) H. F. Moors). *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN*, 6(11), 492–495. Retrieved from: <https://doi.org/10.21275/ART20177900>.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant physiology. 4th Edition*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Tetuko, K.A., Parman, S., & Izzati, M. (2015). Pengaruh kombinasi hormon tumbuh giberelin dan auksin terhadap perkecambahan biji dan pertumbuhan tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.). *Jurnal Biologi*, 4(1), 61–72. Retrieved from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19401>
- Tikafebianti, L., Anggraeni, G., Windriati, R.D.H. (2019). Pengaruh hormon giberelin terhadap viabilitas benih stroberi (*Fragaria x Ananassa*). *Jurnal Agroscrip*, 1(1), 29-35. Retrieved from: <https://dx.doi.org/10.36423/agroscrip.v1i1.194>.
- Togatorop, T.E., Azlan, A., & Mariami, I. (2022). Sistem pakar mendiagnosa penyakit pada tanaman kopi robusta menggunakan metode Dempster Shafer. *Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer*, 21(1), 32–39. Retrieved from: <https://doi.org/10.53513/jis.v21i1.4867>.
- Yuliantina, C. (2019). *Pengaruh ekstrak daun kering dan batang kering kirinyuh (Chromolaena odorata L.) terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kecambah kedelai (Glicine max L.) varietas grobogan. (Skripsi)*. Lampung, Indonesia: Universitas Lampung.
- Yunus, A., Qifni, A., Harsono, P., & Pujiasmanto, B. (2021). Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman GA3 terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit johar (*Cassia seamea*). *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 1–6. Retrieved from: <https://doi.org/10.20961/agrotechr.esj.v5i1.43217>.