

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit atau *Elaeis guineensis* Jacq. merupakan tanaman tropis berasal dari Nigeria, Afrika Barat dan pertama kali dibudidayakan di Indonesia pada tahun 1848 (Purba *et al.*, 2017). Perkembangan budidaya kelapa sawit yang pesat menjadikan Indonesia sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia sejak tahun 2006 dengan kontribusi $\pm 54\%$ terhadap produksi global (Ditjenbun Kementan, 2022). Varietas tenera merupakan varietas benih unggulan yang memiliki kandungan minyak lebih tinggi pada bagian mesokarp dan endosperm, endokarp lebih tipis dibandingkan dura dan tingkat keberhasilan pembuahan yang lebih tinggi dibandingkan varietas pisifera. Keunggulan varietas tenera mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas minyak kelapa sawit sehingga mendorong pelaksanaan pembudidayaan yang lebih intensif dengan sistem produksi yang efisien dan berkelanjutan (Rosmegawati 2021).

Salah satu kendala dalam budidaya kelapa sawit adalah proses pertumbuhan awal terutama dalam proses perkecambahan yang memerlukan waktu berkisar 3-4 bulan, hal ini disebabkan oleh adanya dormansi pada benih (Panggabean *et al.*, 2020). Dormansi pada benih kelapa sawit berkaitan dengan karakteristik struktural endokarp yang membentuk cangkang keras dengan ketebalan sekitar 2–5 mm. Endokarp tersusun atas jaringan sklerenkim yang didominasi oleh serabut sklerenkim dan sel batu (sklereid) dengan sel-sel mati yang memiliki dinding sel sekunder tebal, kaya lignin dan tersusun berlapis-lapis. Struktur jaringan dan sel yang padat serta berlignin tinggi menyebabkan terhambatnya proses imbibisi air

dan difusi oksigen ke dalam benih sehingga aktivitas metabolisme fisiologis awal perkecambahan berlangsung lebih lama (Agustiansyah *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas perkecambahan benih kelapa sawit sudah dilakukan oleh Kartika *et al.*, (2015) pemberian perlakuan pengamplasan pada benih kelapa sawit hanya mampu meningkatkan daya kecambah 17,5% dibanding kontrol, perlakuan ini kurang efisien dalam skala industri global karena prosesnya lambat, membutuhkan banyak tenaga kerja serta hasil yang tidak seragam. Penelitian Sinaga *et al.*, (2021) menyatakan bahwa pemberian larutan KNO₃ 0,6% pada benih kelapa sawit hanya mampu meningkatkan daya kecambah 58% dibandingkan kontrol (standar optimal pertumbuhan >70-80%). Metode perendaman benih kelapa sawit menggunakan air selama 7 hari hanya mampu meningkatkan daya kecambah 6,67% serta menghasilkan kecambah tidak seragam (Panggabean *et al.*, 2020).

Salah satu teknologi alternatif yang berpotensi meningkatkan keberhasilan perkecambahan adalah penggunaan sinar plasma. Sinar plasma merupakan metode stimulasi benih yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan (Wójcicka *et al.*, 2020). Plasma merupakan keadaan materi keempat yang dihasilkan dari gas penyusun atmosfer melalui pemberian energi tinggi. Pemberian energi tersebut dilakukan dengan menerapkan tegangan listrik tinggi pada elektroda sehingga terbentuk medan listrik kuat di ruang- ruang antar elektroda. Medan listrik yang terbentuk mempercepat elektron bebas memperoleh energi untuk menumbuk atom atau molekul gas di atmosfer. Tumbukan berenergi tinggi tersebut menyebabkan terjadinya eksitasi, disosiasi dan ionisasi gas penyusun atmosfer terutama nitrogen,

oksigen dan uap air. Proses tersebut menghasilkan plasma non-termal yang mengandung campuran partikel bermuatan dan spesies aktif berupa elektron berenergi tinggi, ion positif dan negatif, radikal bebas serta atom atau molekul netral dalam keadaan tereksitasi (Tan *et al.*, 2023).

Spesies aktif plasma yang terbentuk di udara atmosfer selanjutnya mengalami reaksi lanjutan menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS). Spesies reaktif plasma kemudian berdifusi menuju permukaan benih dan berinteraksi dengan lapisan kulit benih melalui proses tumbukan dan adsorpsi. Interaksi antara spesies reaktif plasma dan permukaan benih memicu terjadinya oksidasi ringan pada komponen penyusun dinding sel seperti lipid, protein dan polisakarida sehingga menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia permukaan kulit benih termasuk peningkatan kekasaran permukaan dan pembentukan gugus fungsi polar (Romero *et al.*, 2016).

Senyawa reaktif hasil perlakuan plasma yang sebelumnya terakumulasi di permukaan kulit benih seperti hidrogen peroksida (H_2O_2), nitrat (NO_3^-) dan nitrogen monoksida (NO) berdifusi ke dalam jaringan embrio serta endosperma melalui aliran air selama proses imbibisi. Molekul H_2O_2 dan NO di dalam sel benih berperan sebagai pembawa pesan sekunder yang memicu perubahan status redoks sel dan mengaktifkan jalur transduksi sinyal intraseluler. Aktivasi jalur sinyal tersebut menginduksi perubahan ekspresi gen yang berperan dalam pelepasan dormansi dan inisiasi proses perkecambahan. Sinyal ROS dan RNS selanjutnya mengatur keseimbangan hormon dengan menekan biosintesis dan sensitivitas terhadap asam absisat sebagai penghambat perkecambahan serta meningkatkan

biosintesis dan respons terhadap giberelin. Peningkatan rasio giberelin terhadap asam absisat memicu aktivasi metabolisme benih dan mempercepat transisi dari fase dorman menuju fase pertumbuhan aktif. Aktivitas enzim nitrat reduktase memediasi reduksi nitrat menjadi nitrogen monoksida yang berfungsi memperkuat sinyal fisiologis perkecambahan (Tan *et al.*, 2023). Penelitian penggunaan radiasi plasma untuk meningkatkan kualitas perkecambahan benih sudah dilakukan oleh Surur *et al.* (2024) menyatakan bahwa perlakuan radiasi plasma selama 15 menit pada biji TSS bawang merah dapat meningkatkan daya kecambah 56% dibandingkan kontrol. Penelitian Bafoil *et al.* (2018) menunjukkan bahwa radiasi plasma dingin selama 15 menit pada biji *Arabidopsis thaliana* meningkatkan daya kecambah 15% dibanding kontrol.

Upaya peningkatan pertumbuhan awal benih juga dapat dilakukan dengan penambahan pupuk organik cair (POC). POC mengandung unsur hara makro dan mikro, hormon serta enzim yang dapat meningkatkan proses pertumbuhan awal benih (Sijabat *et al.*, 2023). Perendaman menggunakan POC menyebabkan air dan senyawa bioaktif masuk ke dalam embrio sehingga memicu aktivasi metabolisme sel. Kandungan hormon alami pada POC seperti giberelin dan sitokinin mampu meningkatkan sinyal molekuler dalam mengatur ekspresi gen, merangsang pembelahan serta diferensiasi sel di meristem radikula dan plumula (Jufri *et al.*, 2024). Penelitian penggunaan POC untuk meningkatkan perkecambahan benih sudah dilakukan oleh Solle *et al.*, (2019) menyatakan bahwa penambahan POC pada benih cendana konsentrasi 2 ml dapat meningkatkan persentase perkecambahan 22,3% dibanding kontrol. Penelitian Syahputra *et al.*, (2021)

menyatakan bahwa pemberian POC 5 ml pada kakao dapat meningkatkan panjang radikula 3,73 cm dibandingkan kontrol.

Penelitian mengenai pengaruh sinar plasma dan POC terhadap peningkatan perkecambahan benih kelapa sawit belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini akan dilakukan dengan mengkombinasikan lamanya waktu penyinaran plasma dan konsentrasi POC untuk meningkatkan perkecambahan benih kelapa sawit.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh durasi radiasi sinar plasma terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi POC terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit?
3. Bagaimana interaksi antara pemberian durasi radiasi sinar plasma dan konsentrasi POC terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit?
4. Berapakah durasi radiasi sinar plasma dan konsentrasi POC yang paling efektif terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh durasi radiasi sinar plasma terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi POC terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit.
3. Menganalisis interaksi antara pemberian durasi radiasi sinar plasma dan konsentrasi POC terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit.

4. Menentukan durasi radiasi sinar plasma dan konsentrasi POC yang paling efektif terhadap pertumbuhan awal benih kelapa sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Memberikan informasi ilmiah serta dapat dijadikan sebagai referensi peneliti dan akademika dalam memanfaatkan radiasi plasma dan POC sebagai teknik atau upaya dalam meningkatkan pertumbuhan awal benih kelapa sawit yang optimal.

2. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi bagi masyarakat khususnya kepada para petani kelapa sawit mengenai manfaat radiasi plasma dan POC dalam upaya meningkatkan pertumbuhan awal benih kelapa sawit.

3. Bagi Pemerintah

Mampu berkontribusi pada ketahanan pangan nasional serta membantu pasokan bahan pangan yang stabil serta mendukung pengembangan teknologi pertanian yang canggih dan berkelanjutan.