

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman pangan penghasil beras yang memiliki peranan penting dalam menunjang ketahanan pangan nasional. Padi memiliki prospek pengembangan yang baik karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Padi juga memiliki pengaruh yang besar terhadap kestabilan ekonomi dan politik. Hal tersebut menyebabkan sebagian besar petani di Indonesia memilih untuk membudidayakan padi sebagai sumber penghasilan. Kebutuhan tanaman ini semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Peningkatan permintaan padi mendorong adanya upaya untuk meningkatkan produksi padi.

Produksi padi yang rendah dapat disebabkan oleh rendahnya mutu benih. Mutu benih mencakup mutu genetis, mutu fisiologis dan mutu fisik. Mutu fisiologis benih merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan dalam budidaya tanaman untuk mencapai produksi optimal. Benih bermutu tinggi memiliki vigor dan viabilitas yang tinggi. Mutu benih seringkali mengalami kemunduran saat masa penyimpanan. Kemunduran benih terjadi secara bertahap dan bersifat *irreversible*. Kemunduran benih menyebabkan perubahan menyeluruh pada benih baik secara fisik, fisiologis, dan biokimia. Mutu benih yang rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman di lapang tidak optimal.

Permasalahan lain yang menghambat produksi padi adalah cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor pembatas utama yang paling sering menyebabkan penurunan hasil secara signifikan. Cekaman kekeringan berdampak langsung terhadap fisiologi tanaman. Defisit air menyebabkan penurunan potensial air dalam sel, gangguan pada turgor, serta penurunan laju fotosintesis akibat berkurangnya pembukaan stomata. Tanaman

yang mengalami cekaman kekeringan cenderung menunjukkan penurunan kandungan klorofil, gangguan transport elektron dalam kloroplas, serta akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) yang berpotensi merusak membran sel dan protein penting. Pada fase generatif, kekeringan dapat menyebabkan pembentukan malai dan pengisian biji terganggu sehingga hasil gabah berkurang secara drastis.

Strategi yang dapat menjadi pilihan dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah *seed priming*. *Seed priming* merupakan salah satu teknik yang prinsipnya didasarkan pada tahap imbibisi benih. *Seed priming* dapat dilakukan dengan perendaman air (*hydropriming*), larutan garam (*halopriming*), larutan mikroba (*biopriming*), larutan kimia (*osmopriming*), dan larutan yang mengandung nanopartikel (NPs) (*nanopriming*). *Seed nanopriming* merupakan metode yang jauh lebih efektif dibandingkan metode priming benih lainnya. Hal ini karena nanopartikel memiliki ukuran yang sangat kecil (1–100 nm) sehingga mampu meningkatkan luas permukaan, reaktivitas, dan kemampuan penetrasi ke dalam jaringan benih. Sifat ini dapat memicu respons fisiologis sejak tahap awal perkecambahan.

Nanopartikel yang sering digunakan dalam *seed nanopriming* adalah nanosilika (SiO_2). Aplikasi nanosilika sebagai bahan *seed nanopriming* terbukti dapat mempercepat imbibisi air, mengaktifkan enzim hidrolitik seperti α -amilase, meningkatkan aktivitas antioksidan, serta mempersiapkan benih menghadapi kondisi cekaman, misalnya kekeringan. Mekanisme kerja nanosilika yaitu memperkuat dinding sel, mengurangi kehilangan air melalui pengaturan stomata, serta meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman. Selain itu, nanosilika dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan yang berperan dalam mengurangi kerusakan oksidatif akibat akumulasi ROS selama cekaman kekeringan. Nanosilika juga mampu mempertahankan kestabilan membran sel,

meningkatkan kandungan klorofil, serta memperbaiki proses fotosintesis sehingga tanaman tetap dapat tumbuh optimal meskipun berada dalam kondisi kekurangan air.

Beberapa jenis dan formula nanopartikel telah diterapkan dalam *seed nanoprimer* dan memiliki pengaruh spesifik pada setiap benih. Hussain dkk. (2019) menyatakan jika aplikasi *seed nanoprimer* nanosilika pada konsentrasi 1.200 mg/L berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil tanaman gandum. Selain itu, juga mengurangi stres oksidatif seperti cekaman kekeringan pada tanaman gandum. Tamindžić dkk. (2024) menyatakan jika *seed nanoprimer* dengan nanosilika dapat meningkatkan daya berkecambah dan panjang tunas kacang polong sebesar 8,0% dan 24,6% daripada kontrol. Penelitian ini akan menguji konsentrasi nanosilika pada *seed nanoprimer* terhadap mutu benih padi, serta interaksinya dengan berbagai kapasitas lapang terhadap pertumbuhan dan hasil padi.

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1. Penelitian I

1. Berapa konsentrasi *seed nanoprimer* berbahan nanosilika yang tepat untuk meningkatkan mutu benih padi?

1.2.2. Penelitian II

1. Interaksi konsentrasi *seed nanoprimer* berbahan nanosilika dan cekaman kekeringan dengan kapasitas lapang berapa yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi?

1.3. Tujuan

1.3.1. Penelitian I

1. Mendapatkan konsentrasi *seed nanoprimer* berbahan nanosilika yang tepat untuk meningkatkan mutu benih padi.

1.3.2. Penelitian II

1. Mengetahui konsentrasi *seed nanoprime* berbahan nanosilika dan kapasitas lapang pada cekaman kekeringan yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi dalam bidang pertanian melalui *seed nanoprime* pada benih padi. Selain itu juga menghasilkan benih bermutu melalui teknologi *seed nanoprime* yang dapat digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan produktivitas padi pada kondisi cekaman kekeringan.