

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Controlled Environment Agriculture (CEA) adalah pertanian yang menggunakan pendekatan berbasis teknologi untuk meningkatkan produksi pangan. Tujuan CEA adalah memberikan perlindungan dan menjaga kondisi pertumbuhan optimal sepanjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan. (Yusnita 2021, Hal. 120). Metode pertanian yang dikenal juga sebagai "hidroponik" atau "aeroponik", dimana tanaman tidak memerlukan lahan tanah luas untuk bertanam. Saat ini minat terhadap penggunaan substrat tanaman tanpa tanah semakin meningkat karena semakin berkurangnya ketersediaan lahan untuk kegiatan pertanian, seiring dengan semakin meningkatnya penggunaannya untuk keperluan pemukiman warga dan Industri. Penggunaan teknologi CEA di bidang pertanian mengatasi beberapa masalah yang dihadapi dalam pertanian konvensional. Teknik ini memungkinkan dilakukannya pengaturan lingkungan yang terkontrol, termasuk suhu, kelembapan, cahaya dan unsur hara, sehingga tanaman dapat tumbuh optimal sepanjang tahun. Selain itu, cara ini juga memungkinkan penggunaan air secara efisien, mengurangi penggunaan pupuk kimia, dan melindungi tanaman dari serangan hama. Media tanam dalam CEA berperan sebagai pengganti tanah, memberikan dukungan mekanik dan menyediakan nutrisi bagi tanaman. Pemilihan media tanam yang tepat dapat mempengaruhi ketersediaan air, aerasi akar, drainase, dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Salah satu media tanam tanpa tanah adalah hidrogel (Cowan et al. 2022).

Hidrogel merupakan material lunak yang mengandung banyak air, terbentuk dari polimer dengan rantai monomer panjang yang terikat dalam larutan membentuk gel. Fase gel terletak di antara padat dan cair. Kadar air hidrogel hampir 90% dan sisanya polimer (Sulistyo 2019). Kadar air hidrogel dinyatakan dengan kemampuan hidrogel untuk mengembang dan mempertahankan volume cairan dalam keadaan membengkak. Hidrogel menyusut seiring dengan berkurangnya

kadar air. Penyusutan dan pembengkakan hidrogel dapat dikontrol sesuai kebutuhan dengan mengubah lingkungan luar (Royyan Ifani Dini 2017).

Polimer penyusun hidrogel dapat berasal dari polimer alami dan polimer sintetik. Hidrogel alami berfungsi sebagai substrat pertumbuhan tanaman untuk menahan air dan nutrisi. Hidrogel memiliki potensi keuntungan yang besar dalam budidaya pertumbuhan tanaman tanpa tanah, terutama untuk pertumbuhan benih dan perkecambahan (Sulistyo 2019). Bahan polimer yang sering digunakan diantaranya *Polivinil alcohol* (Luthfianti et al. 2022), *chitosan* (Miguel et al. 2014), agarose (Cao and Li 2021), dan bahan yang lainnya. Agarose adalah polisakarida dengan unit disakarida berulang. Agarose dihasilkan dari ekstraksi rumput laut, seperti *Gelidium sp*, *Gracilaria sp*, alga merah. Agarose merupakan polimer alami yang mempunyai sifat biodegradable yaitu mudah terurai, biokompatibel yaitu mudah menyatu dalam jaringan, aman (tidak beracun), sehingga agarose memiliki potensi penerapan yang tinggi pada media tanam. Agarose memiliki beberapa sifat fisik yang baik, antara lain larut dalam air dingin dan larut dalam air mendidih. Agarose membentuk hidrogel termoreversibel. Agarose menjadi larutan homogen pada suhu di atas 90 °C dan membentuk hidrogel pada suhu kamar (Cao and Li 2021). Oleh karena itu, pembuatan hidrogel dengan agarose lebih mudah dibandingkan bahan lainnya. Sifat padat agarose pada suhu kamar pada media tanam berfungsi sebagai pembentuk gel atau bahan pematat media. Agarose memiliki kandungan sulfat yang rendah (<0,7%), kekuatan mekanik yang tinggi pada konsentrasi rendah dan tidak mengandung agaropektin (polimer sulfat), sehingga agarose tidak bermuatan. Sifat agarose yang netral, kemurnian yang tinggi, dan sifat mekanik yang baik memberikan potensi yang kuat untuk digunakan sebagai bahan media perbenihan padat (*solid culture media*), terutama sebagai pengganti agar dalam kultur tanaman atau kultur jaringan in vitro. Material komposit dikenal sebagai material ramah lingkungan karena sebagian besar bahan bakunya berasal dari alam. Proses pembuatan komposit juga menghasilkan sedikit limbah (Dwi Prastika Rangga 2022). Dengan demikian, penggunaan agarose dalam pembuatan komposit dapat memberikan manfaat ganda dalam mengembangkan bahan-bahan ramah lingkungan dan efisien.

Hidrogel agarose mampu menahan dan melepaskan air secara berkelanjutan kepada tanaman. Hal ini sangat bermanfaat dalam situasi di mana pasokan air terbatas atau tidak konsisten, seperti daerah yang rentan kekeringan. Hidrogel agarose dapat membantu menjaga kelembaban tanah dan memastikan tanaman tetap terhidrasi. Hidrogel agarose dapat digunakan untuk menggabungkan pupuk dan menyimpannya dalam matriks hidrogel. Hal ini bertujuan untuk mengurangi hilangnya nutrisi dan memungkinkan tanaman mengakses nutrisi secara efisien. Hal ini membantu meningkatkan hasil panen dan mengurangi penggunaan pupuk. Dan membantu meningkatkan pertumbuhan akar tanaman karena kelembapan dan nutrisi dapat disuplai dengan lebih baik ke tanaman, dampak positifnya adalah pertumbuhan tanaman lebih baik dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Hidrogel banyak dimanfaatkan pada banyak bidang diantaranya kedokteran (Jiang et al. 2023), farmasi (Bashir et al. 2020), pangan fungsionalis (Tur-ridha 2019), sistem pengiriman obat (Saputro, Windhu Wardhana, and Wathoni 2021), bahan tambahan makanan (Herawati 2018), aplikasi biomedis (Jiang et al. 2023), rekayasa jaringan dan obat-obatan regeneratif (Industri 2019), pembalut luka (Ramadhani et al. 2021), dan pertanian sebagai media tanam (Adi 2012). Hidrogel dapat menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar, secara efektif bertindak sebagai media tanpa tanah. Struktur hidrogel berpori tiga dimensi dapat membuat benih berkecambah dan tumbuh. Kemampuan hidrogel untuk menyerap air hingga 400 kali berat keringnya dan melepaskan air secara bertahap untuk mengurangi pencucian herbisida dan pupuk dapat meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi frekuensi irigasi, yang terbukti bermanfaat untuk tujuan pertanian. Penerapan hidrogel pada perkebunan buah dan sayur membantu mengurangi konsumsi air, mengurangi frekuensi penyiraman, dan mempertahankan unsur hara dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Palanivelu et al. 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Indriyati, Purwakusuma, and Ichwani (2021) mengenai ketahanan tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) terhadap cekaman air dengan aplikasi hidrogel dan waktu penyiraman pada regosol menunjukkan bahwa pemberian hidrogel secara signifikan meningkatkan

ketersediaan air pada kondisi tanah kering karena interval penyiraman yang lama, meningkatkan laju pertumbuhan diameter batang dan panjang akar tanaman bunga matahari dibandingkan tanpa hidrogel (kontrol). Dalam penelitian (Cao and Li 2021) Mengenai komposit hidrogel agarose dengan karbon aktif, struktur hidrogelnya berpori, baik untuk pertukaran gas dan transportasi air. Hidrogel agarose mengandung karbon aktif sebagai lingkungan alami bagi benih untuk berkecambah dan mengembangkan bibit. Agar-AC yang disiapkan memiliki rasio pembengkakan yang menurun seiring dengan peningkatan kandungan AC hidrogel tetapi kapasitas menahan air lebih tinggi. Eksperimen perkecambahan benih menunjukkan bahwa struktur pori yang sangat berkembang, jumlah gugus fungsi oksigen yang cukup, dan sifat mekanik yang sesuai dari hidrogel komposit bermanfaat dalam mendorong perkecambahan biji tanaman.

Proses perkecambahan biji merupakan rangkaian kompleks perubahan morfologi, fisiologis dan biokimia, perkembangan tunas melalui pembelahan, perluasan dan pembelahan sel pada titik tumbuh. Walaupun daun belum mempunyai fungsi fotosintesis, namun pertumbuhan tunas sangat bergantung pada sumber makanan yang terkandung di dalam biji (Triakniasari, Listiana, and Suharti 2017). Pupuk merupakan bahan yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, kimia, atau biologi tanah agar tanaman dapat tumbuh lebih baik. Dalam beberapa tahun terakhir, bahan umum seperti karbon nanotube, graphene, dan nanopartikel telah diterapkan pada substrat tanpa tanah untuk menembus kulit biji guna meningkatkan perkecambahan. Perkecambahan benih membutuhkan suhu yang tepat serta air dan oksigen yang cukup. Menurut Sariyati Bandu (2019), pemberian pupuk organik cair berbahan dasar cangkang telur dan air cucian beras berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Hal ini bisa dilihat dari hasil uji one-way ANOVA menunjukkan Fhitung tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah helai daun lebih besar dari pada Ftabel pada $\alpha = 5\%$. (Bandu 2019). Sedangkan menurut (Susanti and Nazip 2017) menunjukkan bahwa pemberian tepung cangkang telur ayam berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun. Perbedaan konsentrasi tepung cangkang telur ayam berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun. Penelitian lain tentang hidrogel komposit agarose karbon

aktif menunjukkan perkecambahan biji yang baik dan karakteristik yang optimum terdapat pada variasi Agar-AC3 (Cao and Li 2021). Karbon aktif pada komposit hidrogel tersebut digunakan untuk mengikat atau menyerap zat-zat kimia tertentu dari air atau tanah.

Dari dua penelitian sebelumnya, menunjukkan penggunaan hidrogel sebagai media tanam tanpa tanah terbukti dapat menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar dan pada beberapa jurnal juga menyebutkan bahwa cangkang telur ayam memiliki potensi sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, eksperimen hidrogel agarose dengan cangkang telur ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah cangkang telur di sekitar lingkungan dan membuatnya menjadi pupuk tanaman dalam matriks hidrogel. Cangkang telur berperan sebagai pupuk dalam media tanam karena mengandung magnesium (Mg) dan kalsium (Ca), yang mampu meningkatkan keasaman tanah. Menurut Nurjayanti dan rekan-rekan (2012), cangkang telur juga mengandung garam organik, bahan alami, dan air. Komposisi bahan alami ini sebagian besar terdiri dari sekitar 98,5% kalsium karbonat (CaCO_3) dan sekitar 0,85% magnesium karbonat (MgCO_3). Pemberian cangkang telur diharapkan dapat meningkatkan penggantian kapur pada tanah yang memiliki tingkat keasaman tinggi (Zulfita and Dwi Raharjo 2012).

Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan penelitian tentang komposit hidrogel dengan cangkang telur sebagai alternatif media tanam. Dengan judul yang diambil dalam penelitian ini “Optimasi Material Komposit Hidrogel-Cangkang Telur Sebagai Media Tanam Brokoli” dimana bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi cangkang telur terhadap pertumbuhan daun, batang dan panjang akar. Diduga, pemberian cangkang telur akan memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil bibit yang ditanam pada media tanpa tanah. Penelitian ini bertujuan untuk melihat apakah menanam dengan hidrogel lebih cepat dibandingkan dengan menanam di tanah. Mengingat lahan pertanian di Indonesia sudah minim, hidrogel diharapkan memudahkan orang untuk menanam di rumah. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat tidak hanya untuk pertumbuhan tanaman, tetapi juga untuk perkembangan metode bertani dan pemanfaatan lahan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah berapa komposisi optimum perbandingan agarose dan serbuk cangkang telur untuk pertumbuhan kecambah pada media tanam hidrogel.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yakni:

- a. Cangkang telur yang digunakan adalah cangkang telur ayam.
- b. Ukuran serbuk cangkang telur yang digunakan 0,074 mm yang diayak dengan ayakan ukuran 200 mesh.
- c. Biji yang digunakan adalah tanaman brokoli.
- d. Metoda yang digunakan untuk pencampuran komposit agarose dan cangkang telur menggunakan metoda mekanik dengan *magnetic stirrer*.
- e. Karakterisasi komposit hidrogel agarose cangkang telur yang direncanakan adalah mengukur massa jenis, derajat pengembangan (*degree of swelling*) *weight loss*, mikroskop optik untuk melihat struktur pori pada permukaan dari hidrogel, *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam hidrogel, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk analisa gugus fungsional komposit hidrogel, TG/DTA digunakan untuk memahami sifat termal dari material tersebut dan menguji sifat termodinamika komposit hidrogel, uji mekanik untuk menganalisa ketahanan hidrogel.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari komposisi optimum perbandingan agarose dan serbuk cangkang telur untuk pertumbuhan kecambah pada media hidrogel dengan karakterisasinya.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tujuan yang telah disebutkan dapat diperoleh manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Penggunaan cangkang telur sebagai bagian dari komposit hidrogel dapat mengurangi limbah organik dan memanfaatkan daur ulang bahan organik, berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan..
- b. Pengembangan komposit hidrogel agarose cangkang telur dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, membantu mengurangi konsumsi air dan pupuk yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman..
- c. Karakteristik komposit hidrogel yang ditingkatkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, yang pada gilirannya berpotensi meningkatkan hasil pertanian..
- d. Penelitian ini dapat membuka alternatif baru dalam bidang pertanian dengan memperluas pilihan media tanam yang ramah lingkungan dan efektif..
- e. Dengan menggunakan cangkang telur yang sebelumnya dianggap sebagai limbah, penelitian ini dapat membantu mengurangi dampak limbah pertanian dan industri pangan, memberikan solusi inovatif untuk memanfaatkan limbah pertanian.
- f. Hasil penelitian ini dapat memberikan landasan bagi penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan teknologi pertanian berkelanjutan dan inovatif..

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan sistematika penulisan proposal penelitian untuk setiap bab ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN, berisi mendeskripsikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian data serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI, berisi mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN, berisi mengenai tata cara penelitian yang meliputi alat dan bahan yang digunakan serta prosedur penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN, Memberikan penjelasan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP, Meliputi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran penelitian yang dibuat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

