

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber yang berharga dan berlimpah di dunia, air juga bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari yang digunakan dalam berbagai aktivitas manusia di bumi seperti memasak, minum, mencuci dan lainnya (Boelee et al., 2019). Menurut Direktorat Jendral Sumber Daya Air, ketersediaan air bersih tetap menjadi salah satu tantangan global yang mendesak terutama disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang pesat serta ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya air (Kementerian PUPR, BBWS Serayu Opak, 2020). Hal tersebut mengakibatkan terjadinya krisis air bersih yang ada di dunia dan suatu permasalahan yang harus segera diselesaikan.

Salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan ini adalah pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber energi dalam teknologi evaporator surya dengan memanfaatkan ketersediaan air yang melimpah untuk menghasilkan air bersih. Hal tersebut berpotensi menjadi solusi atas kelangkaan air bersih melalui produksi air hasil penguapan yang berkelanjutan (Rahmawati et al., 2022b). Sistem evaporator surya khususnya yang menggunakan penguapan antarmuka telah terbukti mampu mengonversi energi surya menjadi uap dengan efisien (Cao et al., 2019). Laju evaporasi ini dipengaruhi secara signifikan oleh material fototermal efektif yang menyerap energi matahari secara optimal dan mengubahnya menjadi panas untuk memaksimalkan proses penguapan air (Rahmawati et al., 2022b).

Material fototermal berbasis karbon seperti karbon dot memiliki peran penting dalam meningkatkan laju evaporasi desalinasi matahari. Karbon dot merupakan nanopartikel karbon berukuran kurang dari 10 nm dengan sifat fotoluminesensi dan katalitik yang baik (Guo et al., 2021a). Material karbon dot mampu menyerap spektrum cahaya matahari yang luas sehingga mendukung proses penguapan yang lebih efisien. Peningkatan kinerja material karbon dot dapat dicapai melalui pengembangan komposit karbon dot dengan media berpori alami. Salah satu media yang pernah digunakan adalah luffa karena strukturnya yang berpori serta

kemampuannya dalam mendistribusikan panas dan menyerap cahaya matahari secara efisien (Cuong et al., 2024)

Berdasarkan penelitian Cuong pada tahun 2024, luffa merupakan media berpori yang memiliki potensial tinggi untuk dikompositkan dengan material karbon dot. Luffa memiliki struktur serat alami yang memfasilitasi distribusi panas dan penyerapan cahaya secara efisien. Pemanfaatan luffa dalam komposit karbon dot berkontribusi dalam meningkatkan kinerja evaporator surya melalui optimalisasi proses fototermal terutama dalam kondisi salinitas tinggi. Laju Evaporasi dari komposit luffa/karbon dot yang diteliti tercatat mencapai $2,05 \text{ kg m}^{-2} \text{ jam}^{-1}$ pada air deionisasi.

Selain luffa terdapat alternatif media berpori lain yang berpotensi, salah satunya adalah ampas tebu. Ampas tebu merupakan limbah pertanian yang melimpah dan memiliki struktur berpori yang ideal untuk dikompositkan dengan karbon dot. Ampas tebu sama seperti luffa yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Padang et al.2021.). Keberadaan lignin menjadi tantangan utama karena dapat menghambat interaksi karbon dot dengan media serta mengurangi kemampuan material dalam menyerap cahaya matahari. Oleh karena itu, diperlukan proses penghapusan lignin melalui metode kimia atau fisik untuk meningkatkan kemampuan fototermal dari ampas tebu (Setiati et al.2016.). Dengan penghapusan lignin, struktur berpori pada ampas tebu dapat dioptimalkan sehingga karbon dot dapat menempel secara efisien pada permukaannya. Komposit yang dihasilkan memiliki kemampuan fototermal yang baik serta stabilitas yang tinggi.

Berbagai peneliti telah mengkaji pemanfaatan ampas tebu sebagai material fototermal, misalnya komposit ampas tebu dengan *graphene oxide* (rGO) menghasilkan laju evaporasi sebesar $3,493 \text{ kg}^{-2}\text{h}^{-1}$ (Rengasamy & Rajaram, 2024), Sedangkan kombinasi dengan polidopamin (PDA) mencatat laju evaporasi $1,71 \text{ kg}^{-2}\text{h}^{-1}$ (X. Zhang et al., 2023), Sementara itu pengkompositan dengan *antimony doped tin oxide* (ATO) menunjukkan performa evaporasi sebesar $2,32 \text{ kg}^{-2}\text{h}^{-1}$ (Wei et al., 2021). Hingga kini, belum ditemukan kajian yang secara spesifik mengeksplorasi pengkompositan ampas tebu dengan karbon dot sebagai material fototermal.

Selain pemanfaatan media berpori seperti ampas tebu, peningkatan performa fototermal juga dapat dicapai melalui optimalisasi karakteristik karbon dot itu sendiri. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah memodifikasi bahan dasar (prekursor) dalam proses sintesis. Strategi inovatif yang mulai dikembangkan mencakup penambahan senyawa aktif alami seperti kurkumin. Kurkumin merupakan komponen aktif utama dari kunyit yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan tinggi melalui kemampuannya dalam menangkap atau menetralkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Yan et al., 2021). Sifat ini menjadikan kurkumin menarik untuk dimanfaatkan dalam pengembangan material fungsional termasuk untuk meningkatkan stabilitas dan performa fototermal karbon dot dalam aplikasi evaporasi air.

Penambahan kurkumin dalam sintesis karbon dot berpotensi meningkatkan kemampuan fototermal material melalui mekanisme peningkatan penyerapan cahaya dan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). Ketika dikompositkan dengan media berpori seperti ampas tebu, kombinasi ini dapat memberikan efek sinergis yakni karbon dot kurkumin membantu memaksimalkan penyerapan energi matahari, sementara struktur pori ampas tebu mendukung distribusi panas dan transportasi uap secara efisien. Pendekatan ini tidak hanya berpotensi meningkatkan laju evaporasi, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan bahan alami dan limbah pertanian.

Dengan demikian, sistem evaporator berbasis komposit karbon dot kurkumin dan ampas tebu berpotensi menjadi solusi inovatif dalam menghadapi tantangan krisis air bersih. Selain memanfaatkan sumber daya terbarukan, pendekatan ini juga membuka peluang baru dalam pengembangan material fototermal yang efisien, ramah lingkungan, dan aplikatif di berbagai kondisi geografis.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses sintesis dan karakterisasi material karbon dot yang digunakan dalam pembuatan komposit?

2. Bagaimana tahapan sintesis komposit berbasis ampas tebu yang dikombinasikan dengan karbon dot?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kurkumin pada karbon dot terhadap kinerja komposit dalam aplikasi evaporator air tenaga surya?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang diterapkan untuk memudahkan analisa penelitian ini antara lain:

1. Proses sintesis karbon dot dilakukan menggunakan metode sintesis *microwave* dan karakterisasi karbon dot dilakukan menggunakan teknik fotoluminesensi (PL), UV-Vis, dan FTIR.
2. Proses pembuatan komposit karbon dot dengan ampas tebu dilakukan menggunakan metode sintesis hidrotermal.
3. Penelitian ini dilakukan dalam variasi penambahan kurkumin (0,01 gram, 0,05 gram, dan 0,1 gram) pada karbon dot dan menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja komposit karbon dot/ampas tebu dalam aplikasi evaporator air tenaga surya.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menyintesis karbon dot menggunakan metode sintesis *microwave* dan mengkarakterisasi karbon dot dengan teknik fotoluminesensi (PL), UV-Vis, dan FTIR.
2. Membuat komposit karbon dot dengan ampas tebu menggunakan metode sintesis hidrotermal.
3. Menganalisis pengaruh variasi penambahan kurkumin (0,01 gram, 0,05 gram, dan 0,1 gram) pada karbon dot terhadap kinerja komposit karbon dot/ampas tebu dalam aplikasi evaporator air tenaga surya.

1.5 Sistematika Penulisan

Pembahasan sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri atas lima bab sebagai berikut:

1. **BAB I PENDAHULUAN** Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian.
2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA** Bab ini memaparkan tinjauan literatur mengenai material karbon dot, penjelasan kurkumin, penjelasan ampas tebu, Karakterisasi (UV-Vis, FTIR, PL, SEM), dan penjelasan solar simulator.
3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN** Bab ini menjelaskan metode penelitian yang di dalamnya mencakup tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, skema penelitian, prosedur penelitian, karakterisasi dan prosedur skema pengujian.
4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** Bab ini memberikan penjelasan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan.
5. **BAB V PENUTUP** bab ini meliputi kesimpulan dan saran yang telah dibuat untuk pengembangan selanjutnya.