

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketergantungan terhadap energi fosil masih menjadi permasalahan global yang berdampak pada lingkungan, keterbatasan sumber daya serta peningkatan emisi gas rumah kaca [1]. Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan sumber energi terbarukan merupakan langkah strategis untuk menjaga keberlanjutan energi serta mengurangi dampak lingkungan dan emisi gas rumah kaca [2]. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi besar untuk dikembangkan dan dimanfaatkan secara berkelanjutan [3]. Letak geografis Indonesia di wilayah tropis dan di sepanjang garis khatulistiwa memberikan ketersediaan energi surya yang melimpah dengan rata-rata potensi radiasi matahari mencapai sekitar $4,8 \text{ kWh/m}^2$ per hari untuk keseluruhan wilayahnya dan mencapai puncaknya antara pukul 11.00 hingga 14.00 [4][5]. Potensi tersebut menjadikan teknologi yang memanfaatkan energi matahari salah satunya kolektor surya pelat datar, sangat layak untuk dikembangkan [6].

Kolektor surya pelat datar bekerja dengan memanfaatkan pelat *absorber* untuk menangkap radiasi matahari lalu mengonversinya menjadi energi panas, dan mentransfer panas tersebut ke fluida kerja [7]. Kinerja kolektor surya pelat datar sangat dipengaruhi oleh efisiensi perpindahan panas dan besarnya kehilangan panas (*heat loss*) ke lingkungan [8]. Salah satu sumber kehilangan panas terbesar terjadi melalui bagian bawah dan sisi kolektor akibat perpindahan panas konduksi. Oleh karena itu, penggunaan material isolator dengan nilai konduktivitas termal yang rendah menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi kolektor surya pelat datar [9].

Material isolator termal umumnya memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah, yaitu berkisar antara $0,02\text{--}0,05 \text{ W/(m.K)}$, pada *styrofoam* (*expanded polystyrene*) memiliki konduktivitas sekitar $0,03\text{--}0,04 \text{ W/(m.K)}$, pada rock wool berkisar antara $0.033\text{--}0.046 \text{ W/(m.K)}$ [10]. Material dengan konduktivitas termal yang rendah mampu menghambat aliran panas secara signifikan dibandingkan material logam seperti aluminium yang memiliki konduktivitas termal tinggi sekitar

237 W/(m.K) [11]. Perbedaan nilai konduktivitas termal ini menunjukkan pentingnya pemilihan material isolator sebagai komponen pada kolektor surya pelat datar.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan keberlanjutan dan pemanfaatan limbah biomassa, berbagai penelitian mulai mengeksplorasi limbah pertanian sebagai material alternatif isolator termal [12]. Biomassa lignoselulosa seperti sekam padi, serbuk kayu, dan serat kelapa diketahui memiliki struktur berpori yang mampu memerangkap udara [13]. Udara memiliki nilai konduktivitas termal yang sangat rendah, yakni sekitar 0,024 W/(m.K), sehingga material berpori cenderung memiliki sifat isolator yang baik.

Kulit kakao merupakan residu pertanian yang dihasilkan dalam skala yang besar dari proses produksi kakao [14]. Secara komposisi kimia, kulit kakao tersusun atas material lignoselulosa dengan kandungan selulosa sebesar 17.27%, hemiselulosa 19.56% dan lignin 52.02% serta fraksi air dan abu [15]. Secara fisik, kulit kakao memiliki struktur berserat dan memiliki pori-pori. Struktur berserat dan berpori dari kulit kakao tersebut berpotensi menjadi isolator termal yang baik. Namun demikian, sifat isolator biomassa sangat dipengaruhi oleh kadar airnya, air memiliki konduktivitas termal sekitar 0,6 W/(m.K), jauh lebih tinggi dibandingkan udara, sehingga kadar air yang tinggi dapat menurunkan kemampuan isolator suatu material [16]. Kulit kakao segar umumnya memiliki kadar air sekitar 51% - 60% sedangkan untuk dikategorikan sebagai material kering dan stabil sebagai isolator, kadar air pada kulit kakao perlu diturunkan 6%-7 % [17].

Meskipun secara teori kulit kakao memiliki potensi sebagai material isolator alami, kajian eksperimental mengenai pemanfaatannya sebagai isolator pada kolektor surya pelat datar masih terbatas. Selain itu, pengaruh ketebalan material isolator terhadap kinerja kolektor juga perlu diperhatikan, karena secara teori laju perpindahan panas konduksi berbanding terbalik dengan ketebalan material isolatornya [18].

Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan suatu penelitian eksperimental untuk menilai kelayakan kulit kakao tersebut sebagai isolator pada kolektor surya pelat datar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan performa

kolektor surya pelat datar yang menggunakan isolator konvensional berupa *styrofoam* dengan kolektor yang memanfaatkan kulit kakao sebagai isolatornya dengan beberapa variasi ketebalan isolator. Melalui metode perbandingan ini diharapkan diperoleh data kuantitatif yang dapat menggambarkan potensi kulit kakao sebagai alternatif isolator termal berbasis limbah biomassa lokal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana kinerja kolektor surya pelat datar dengan isolator berbahan kulit kakao beserta variasi ketebalan isolatornya dan membandingkannya dengan kinerja kolektor surya pelat datar dengan isolator berbahan *styrofoam*.

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan yaitu:

1. Menganalisis perbandingan kinerja kolektor surya pelat datar dengan isolator berbahan kulit kakao dan isolator berbahan *styrofoam*.
2. Menganalisis pengaruh variasi ketebalan isolator berbahan kulit kakao terhadap kinerja kolektor surya pelat datar.
3. Menganalisis potensi kulit kakao sebagai material isolator alternatif pada kolektor surya pelat datar berdasarkan temperatur udara keluar, laju perpindahan panas konduksi, tahanan termal, dan efisiensi kolektor.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sejumlah manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai potensi kulit kakao sebagai material isolator alternatif pada kolektor surya pelat datar.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh ketebalan material isolator berbahan kulit kakao terhadap kinerja kolektor surya pelat datar.
3. Menjadi dasar pengembangan kolektor surya pelat datar yang lebih efisien melalui pengembangan material isolator alternatif.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek yaitu:

1. Kolektor surya yang digunakan yakni tipe pelat datar dengan *absorber* pelat aluminium hitam *doff*.
2. Kadar air pada kulit kakao yang digunakan seragam dengan kandungan kadar air $\leq 7\%$.
3. Pengujian dilakukan selama tiga hari, pada jam 10:00-15:00 WIB.
4. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali.
5. Penelitian difokuskan pada parameter temperatur udara, temperatur isolator, temperatur *absorber*, intensitas radiasi matahari, kecepatan angin, serta efisiensi kolektor surya.

1.6 Sistematika Penulisan

Susunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yaitu:

1. Bab I Pendahuluan; mencakup latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka; memaparkan landasan teori, konsep pendukung, dan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan kolektor surya, isolator serta kulit kakao.
3. Bab III Metode Penelitian; berisi penjelasan mengenai spesifikasi alat, prosedur pelaksanaan, dan metode analisis data.
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan; berisi penyajian data hasil penelitian yang telah dilakukan serta analisis terhadap data tersebut. Pada bab ini juga dilakukan pembahasan mengenai kinerja kolektor surya pelat datar berdasarkan parameter yang telah diukur dan dianalisis.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran; berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya.