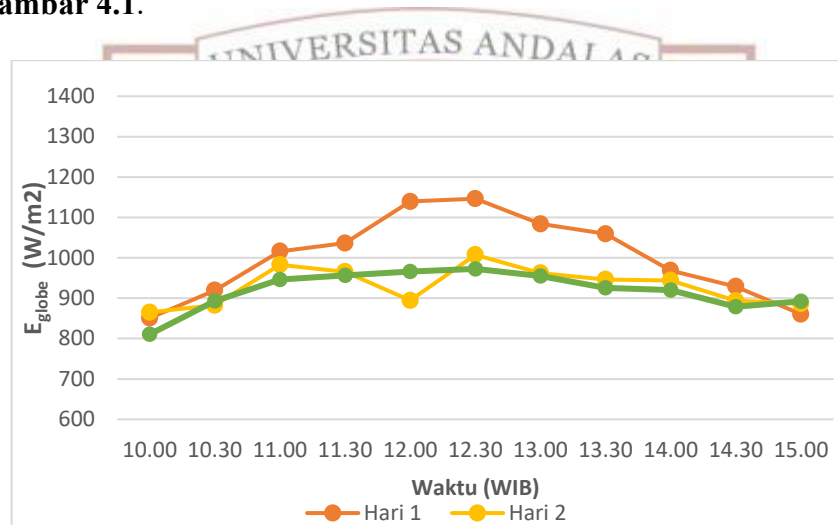


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perubahan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu

Intensitas cahaya matahari merupakan parameter penting dalam sistem pengeringan berbasis energi surya karena berperan langsung dalam menentukan besarnya energi panas yang dapat dimanfaatkan. Oleh karena itu, pengamatan terhadap perubahan intensitas cahaya matahari berdasarkan waktu dilakukan untuk mengetahui pola distribusi radiasi surya selama proses pengujian seperti di lihat Pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Pengaruh intensitas cahaya terhadap waktu

Berdasarkan data hasil pengukuran yang disajikan pada Tabel Pengaruh Waktu terhadap Intensitas Cahaya Matahari, terlihat bahwa intensitas cahaya matahari pada ketiga hari pengujian mengalami perubahan seiring bertambahnya waktu. Secara umum, intensitas cahaya matahari cenderung meningkat sejak pagi hari, mencapai nilai maksimum pada rentang waktu tengah hari, kemudian mengalami penurunan pada sore hari.

Dimana pengujian di lakukan pada tanggal 26 Januari 2026 – 28 Januari 2026. Di hari pertama intensitas cahaya matahari meningkat dari pukul 10.00 WIB hingga mencapai nilai tertinggi sebesar 1146  $W/m^2$  pada pukul 12.30 WIB. Setelah waktu tersebut, intensitas mulai menurun secara bertahap hingga pukul 15.00 WIB. Pola serupa juga terjadi pada hari kedua dan hari ketiga, meskipun nilai intensitas maksimum yang dicapai relatif lebih rendah dibandingkan hari pertama.

Grafik hubungan antara intensitas cahaya matahari dan waktu menunjukkan adanya fluktuasi pada beberapa interval waktu tertentu, terutama pada rentang pukul 12.00 WIB hingga 13.30 WIB. Fluktuasi ini mengindikasikan pengaruh kondisi lingkungan yang dinamis, seperti perubahan tutupan awan dan variasi sudut datang radiasi matahari terhadap permukaan kolektor.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu pengujian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap intensitas cahaya matahari. Intensitas maksimum umumnya terjadi pada saat matahari berada pada posisi mendekati tegak lurus terhadap permukaan bumi, sedangkan intensitas menurun seiring berkurangnya sudut datang radiasi pada sore hari. Pola perubahan ini menjadi dasar penting dalam menganalisis kinerja sistem pengeringan surya pada tahapan pembahasan selanjutnya.

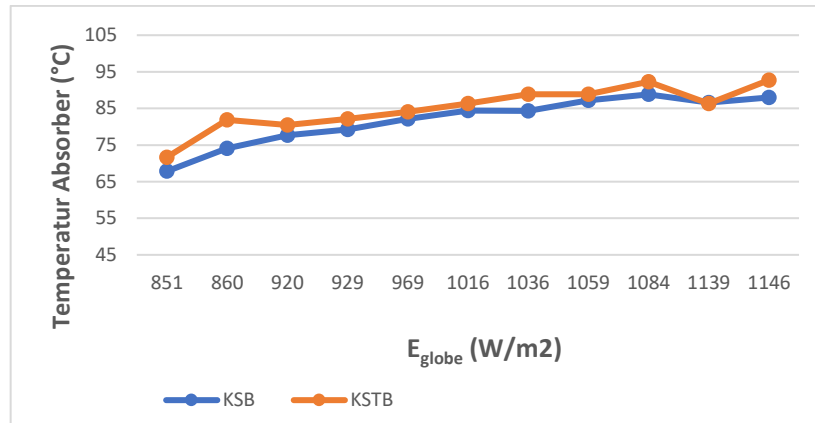
## **4.2 Perbandingan Temperatur Kolektor Surya Terhadap Intensitas Cahaya Matahari**

Berdasarkan data hasil pengujian pada Lampiran **Tabel A.1** dan **Tabel A.2** pada hari pertama, diperoleh temperatur kolektor surya dengan dua konfigurasi, yaitu kolektor surya bersirip dengan penambahan *absorber* batu basalt yang dipadukan dengan isolator serabut kelapa (KSB) dan kolektor surya bersirip yang hanya menggunakan isolator serabut kelapa tanpa penambahan *absorber* batu basalt (KSTB). Pada sistem kolektor surya, parameter yang menjadi fokus utama pengamatan adalah temperatur *absorber* ( $T_{abs}$ ) dan temperatur udara keluaran kolektor ( $T_{out}$ ), karena kedua parameter tersebut menunjukkan kemampuan kolektor dalam menyerap dan mentransfer energi panas ke udara sebagai media pengering.

### **4.2.1 Perbandingan Temperatur *Absorber* Terhadap Intensitas Cahaya**

Untuk memperoleh kinerja kolektor surya yang optimal, temperatur *absorber* ( $T_{abs}$ ) merupakan parameter yang sangat penting untuk diperhatikan. Temperatur *absorber* menunjukkan kemampuan material dalam menyerap dan menyimpan energi radiasi matahari yang selanjutnya akan mempengaruhi temperatur udara keluaran dan performa sistem pengeringan secara keseluruhan. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan temperatur *absorber* antara kolektor surya dengan *absorber* batu basalt dan isolator serabut kelapa (KSB) dan kolektor

surya dengan isolator serabut kelapa tanpa penambahan batu basalt (KSTB). Hubungan antara temperatur *absorber* dan intensitas radiasi matahari ( $E_{\text{globe}}$ ) ditunjukkan Pada **Gambar 4.2**.



**Gambar 4.2** Perbandingan temperatur absorbet terhadap intensitas cahaya

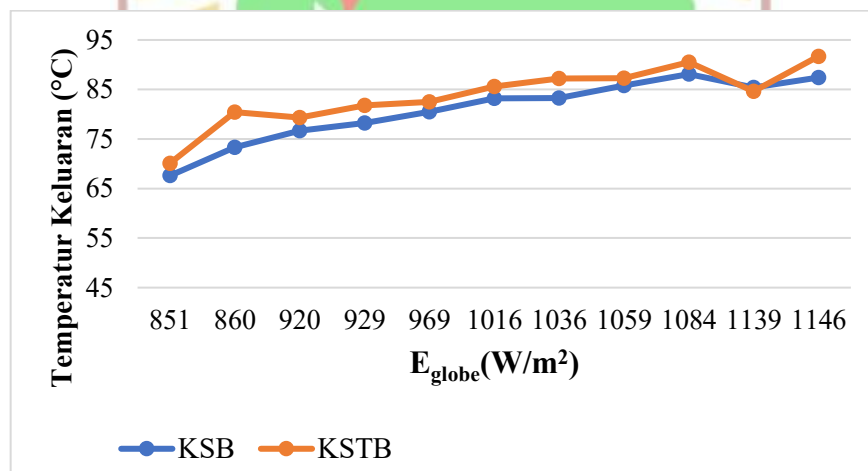
Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat bahwa peningkatan intensitas radiasi matahari diikuti oleh kenaikan temperatur *absorber* pada kedua jenis kolektor. Pada rentang intensitas 851 W/m<sup>2</sup> hingga 1146 W/m<sup>2</sup>, temperatur *absorber* KSB meningkat dari 67,83°C hingga 88,00°C. Sementara itu, pada KSTB temperatur *absorber* meningkat dari 71,67°C hingga 92,73°C. Pola ini menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara intensitas radiasi dan temperatur *absorber*, di mana semakin besar energi radiasi yang diterima permukaan kolektor, semakin tinggi pula temperatur yang dicapai *absorber*.

Secara umum, nilai temperatur *absorber* pada KSTB cenderung lebih tinggi dibandingkan KSB pada hampir seluruh variasi intensitas yang diamati. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa konfigurasi kolektor tanpa batu basalt memiliki respon pemanasan yang lebih cepat terhadap peningkatan radiasi matahari. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik termal material batu basalt yang memiliki kapasitas panas lebih besar, sehingga sebagian energi radiasi yang diterima digunakan untuk proses penyimpanan panas sebelum meningkatkan temperatur permukaan secara signifikan. Sebaliknya, pada KSTB panas yang diterima lebih langsung meningkatkan temperatur *absorber* karena tidak adanya media penyimpan panas tambahan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kenaikan temperatur *absorber* pada kedua kolektor. Perbedaan karakteristik material *absorber* memberikan respon termal yang berbeda, yang pada akhirnya akan mempengaruhi distribusi panas dan kinerja sistem pengeringan secara keseluruhan.

#### 4.2.2 Perbandingan Temperatur Keluaran Terhadap Intensitas Cahaya

Temperatur keluaran ( $T_{out}$ ) merupakan temperatur udara panas yang dihasilkan oleh kolektor surya dan dialirkan ke ruang pengering untuk proses pengeringan. Besarnya temperatur keluaran sangat dipengaruhi oleh temperatur *absorber* ( $T_{abs}$ ), karena panas yang diserap oleh *absorber* akan ditransfer ke udara yang mengalir di dalam kolektor. Perbandingan temperatur keluaran antara kolektor surya dengan *absorber* batu basalt dan isolator serabut kelapa (KSB) serta kolektor surya dengan isolator serabut kelapa tanpa batu basalt (KSTB) terhadap intensitas radiasi matahari ( $E_{globe}$ ) ditunjukkan Pada **Gambar 4.3**.



**Gambar 4.3** Perbandingan temperatur keluaran terhadap intensitas cahaya

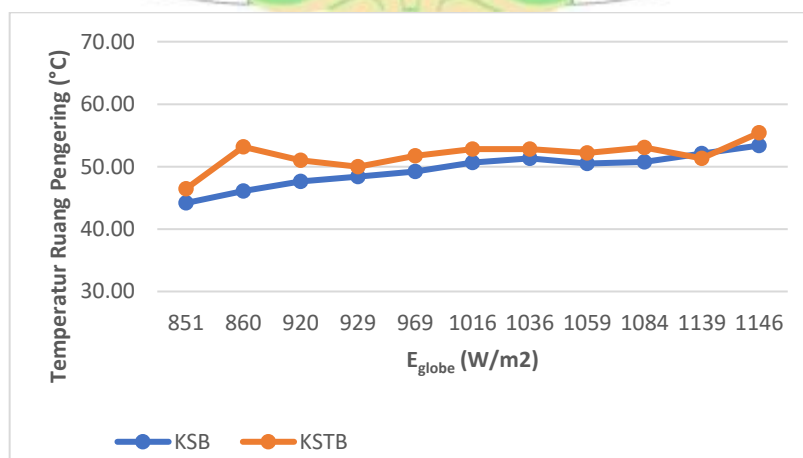
Berdasarkan data pengujian, terlihat bahwa temperatur keluaran pada kedua kolektor meningkat seiring dengan bertambahnya intensitas radiasi matahari. Pada intensitas awal sebesar  $851 W/m^2$ , temperatur keluaran KSB tercatat sebesar  $67,6^{\circ}C$ , sedangkan KSTB lebih tinggi yaitu  $70,1^{\circ}C$ . Seiring meningkatnya intensitas hingga mencapai  $1146 W/m^2$ , temperatur keluaran KSB meningkat menjadi  $87,4^{\circ}C$ , sementara KSTB mencapai  $91,7^{\circ}C$ . Pola ini menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara intensitas radiasi dan temperatur keluaran.

Secara umum, temperatur keluaran KSTB cenderung lebih tinggi dibandingkan KSB pada hampir seluruh variasi intensitas yang diamati. Perbedaan ini dapat dijelaskan dari karakteristik termal batu basalt pada KSB yang memiliki kapasitas panas relatif besar, sehingga sebagian energi radiasi yang diterima digunakan untuk proses penyimpanan panas terlebih dahulu sebelum ditransfer ke udara. Sebaliknya, pada KSTB yang tidak menggunakan batu basalt, panas yang diterima *absorber* lebih cepat diteruskan ke aliran udara, sehingga menghasilkan temperatur keluaran yang lebih tinggi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan intensitas radiasi matahari secara langsung meningkatkan temperatur keluaran pada kedua kolektor. Perbedaan konfigurasi *absorber* mempengaruhi mekanisme akumulasi dan pelepasan panas, yang berdampak pada besarnya temperatur udara panas yang masuk ke ruang pengering dan selanjutnya mempengaruhi proses pengeringan bahan.

#### 4.2.3 Perbandingan Temperatur Ruang Pengering Terhadap Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur selama proses pengujian diperoleh perbandingan temperatur ruang pengering antara sistem kolektor surya dengan absorber batu basalt (KSB) dan kolektor surya tanpa batu basalt dengan isolator serabut kelapa (KSTB) terhadap intensitas cahaya matahari ( $E_{\text{globe}}$ ). Data hasil pengukuran dapat dilihat pada **Lampiran A**, dan perbandingan temperatur ruang pengering pada masing-masing sistem ditunjukkan Pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4.4** Perbandingan temperatur ruang pengering terhadap intensitas cahaya

Berdasarkan grafik terlihat bahwa temperatur ruang pengering pada kedua sistem cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya radiasi matahari yang diterima oleh kolektor secara langsung memengaruhi peningkatan temperatur di dalam ruang pengering. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari, maka energi panas yang diserap oleh kolektor juga semakin besar sehingga temperatur udara di dalam ruang pengering meningkat.

Pada intensitas cahaya sebesar  $851 \text{ W/m}^2$ , temperatur ruang pengering pada sistem KSB tercatat sebesar  $44,17^\circ\text{C}$ , sedangkan pada sistem KSTB sebesar  $46,43^\circ\text{C}$ . Ketika intensitas cahaya meningkat hingga  $1146 \text{ W/m}^2$ , temperatur ruang pengering pada sistem KSB meningkat menjadi sekitar  $53,37^\circ\text{C}$ , sementara pada sistem KSTB mencapai sekitar  $55,40^\circ\text{C}$ . Secara umum, temperatur pada sistem KSTB terlihat sedikit lebih tinggi dibandingkan KSB pada beberapa titik pengamatan.

Meskipun demikian, sistem KSB menunjukkan pola peningkatan temperatur yang lebih stabil dibandingkan sistem KSTB. Hal ini disebabkan oleh adanya batu basalt yang berperan sebagai media penyimpan panas (*thermal storage*). Batu basalt memiliki kapasitas panas yang cukup baik sehingga mampu menyerap energi panas ketika intensitas radiasi matahari tinggi dan kemudian melepaskannya secara bertahap ketika intensitas matahari menurun. Mekanisme ini menyebabkan temperatur di dalam ruang pengering menjadi lebih stabil dan tidak mengalami fluktuasi yang terlalu besar selama proses pengeringan berlangsung.

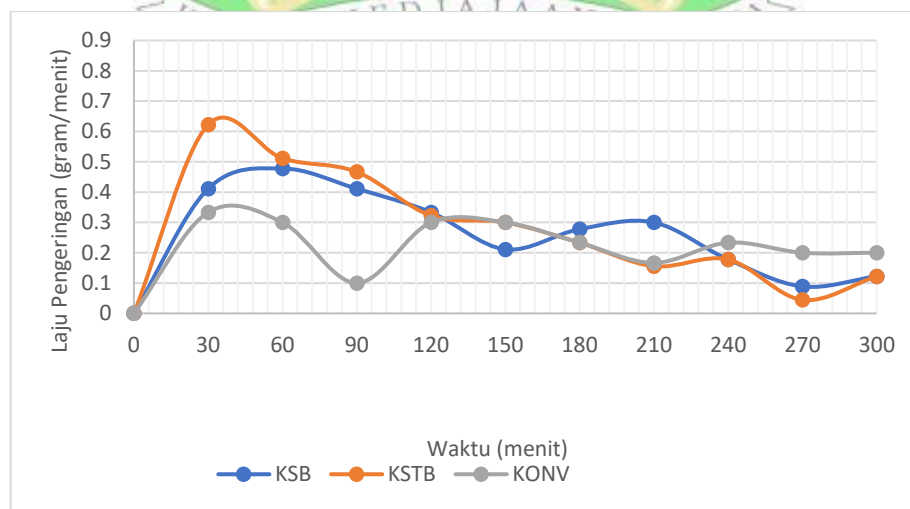
Sebaliknya, pada sistem KSTB yang tidak menggunakan batu basalt, panas yang diterima kolektor lebih cepat berubah mengikuti fluktuasi intensitas radiasi matahari. Hal ini menyebabkan temperatur ruang pengering cenderung lebih berfluktuasi dibandingkan sistem KSB. Oleh karena itu, meskipun temperatur maksimum pada sistem KSTB sedikit lebih tinggi, sistem KSB memiliki keunggulan dalam menjaga kestabilan temperatur ruang pengering, yang merupakan faktor penting dalam proses pengeringan karena dapat menghasilkan proses penguapan air yang lebih terkontrol dan merata pada bahan.

### 4.3 Perbandingan Karakteristik Pengeringan Kulit Kayu Manis

Perbandingan karakteristik kolektor surya pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *absorber* batu basalt yang dipadukan dengan isolator serabut kelapa terhadap kinerja pengeringan kulit kayu manis dibandingkan dengan kolektor yang hanya menggunakan isolator serabut kelapa tanpa batu basalt. Karakteristik yang dibandingkan meliputi laju pengeringan, penurunan massa bahan, serta penurunan kadar air selama proses pengeringan berlangsung. Ketiga parameter tersebut digunakan sebagai indikator utama untuk menilai efektivitas perpindahan panas dan kemampuan kolektor dalam menghasilkan energi termal yang optimal untuk proses pengeringan. Melalui perbandingan ini, dapat diketahui konfigurasi kolektor yang memiliki performa pengeringan yang lebih baik berdasarkan respons termal dan hasil pengeringan bahan.

#### 4.3.1 Perbandingan Laju Pengeringan Kulit Kayu Manis

Laju pengeringan merupakan parameter penting dalam mengevaluasi performa sistem pengeringan karena menunjukkan kecepatan penurunan massa bahan terhadap waktu. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan tiga metode yaitu kolektor surya dengan absorber batu basalt dan isolator serabut kelapa (KSB), kolektor surya tanpa batu basalt (KSTB), serta metode konvensional (KONV). Perbandingan laju pengeringan terhadap waktu pada hari pertama ditunjukkan Pada **Gambar 4.5**.

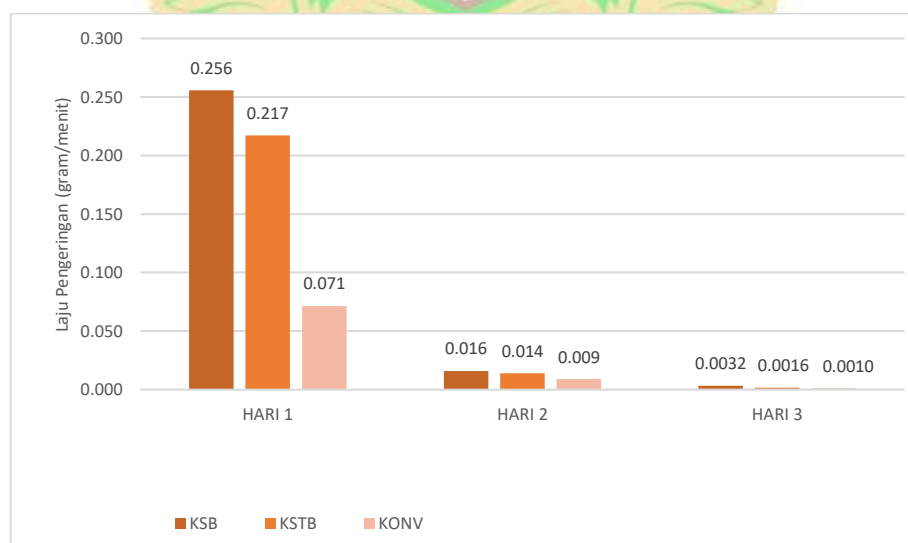


**Gambar 4.5** Perbandingan laju pengeringan terhadap waktu

Berdasarkan grafik terlihat bahwa laju pengeringan tertinggi terjadi pada fase awal proses pengeringan. Pada menit ke-30, sistem KSTB menunjukkan laju pengeringan tertinggi sebesar 0,6222 gram/menit, diikuti KSB sebesar 0,4111 gram/menit dan metode konvensional sebesar 0,3333 gram/menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat intensitas radiasi matahari tinggi dan kadar air bebas dalam bahan masih besar, sistem tanpa batu basalt mampu merespons peningkatan panas dengan cepat.

Namun, seiring bertambahnya waktu, laju pengeringan pada KSTB mengalami penurunan yang relatif lebih tajam dibandingkan KSB. Pada interval waktu berikutnya (60–150 menit), nilai laju pengeringan KSB cenderung lebih stabil, sedangkan KSTB menunjukkan fluktuasi yang lebih besar. Kondisi ini mengindikasikan bahwa batu basalt berperan sebagai penyimpan panas (thermal storage) yang mampu mempertahankan temperatur ruang pengering ketika terjadi penurunan intensitas matahari.

Metode konvensional menunjukkan pola yang lebih tidak stabil dan secara umum memiliki laju pengeringan lebih rendah dibandingkan kedua sistem kolektor surya. Hal ini disebabkan karena proses pengeringan sangat dipengaruhi langsung oleh kondisi lingkungan tanpa adanya sistem penyerap dan penyimpan panas. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif, dilakukan analisis laju pengeringan rata-rata harian selama tiga hari proses pengeringan, sebagaimana ditunjukkan Pada **Gambar 4.6**.



**Gambar 4.6** Perbandingan laju pengeringan rata-rata harian

Berdasarkan grafik di atas di peroleh bahwa hari pertama diperoleh laju pengeringan rata-rata sebesar 0,256 gram/menit untuk KSB, 0,217 gram/menit untuk KSTB, dan 0,071 gram/menit untuk metode konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa secara rata-rata, sistem dengan batu basalt menghasilkan performa pengeringan yang lebih tinggi dibandingkan sistem tanpa basalt maupun metode konvensional.

Pada hari kedua, seluruh metode mengalami penurunan laju pengeringan. Nilai rata-rata laju pengeringan tercatat sebesar 0,016 gram/menit untuk KSB, 0,014 gram/menit untuk KSTB, dan 0,009 gram/menit untuk metode konvensional. Penurunan ini disebabkan oleh semakin berkurangnya kandungan air bebas pada bahan setelah proses pengeringan hari pertama, sehingga proses penguapan memasuki fase air terikat yang berlangsung lebih lambat.

Memasuki hari ketiga, laju pengeringan semakin kecil karena bahan mendekati kondisi kering. Nilai rata-rata laju pengeringan sebesar 0,0032 gram/menit untuk KSB, 0,0016 gram/menit untuk KSTB, dan 0,0010 gram/menit untuk metode konvensional. Meskipun nilainya relatif kecil, KSB tetap menunjukkan nilai tertinggi dan lebih stabil dibandingkan metode lainnya.

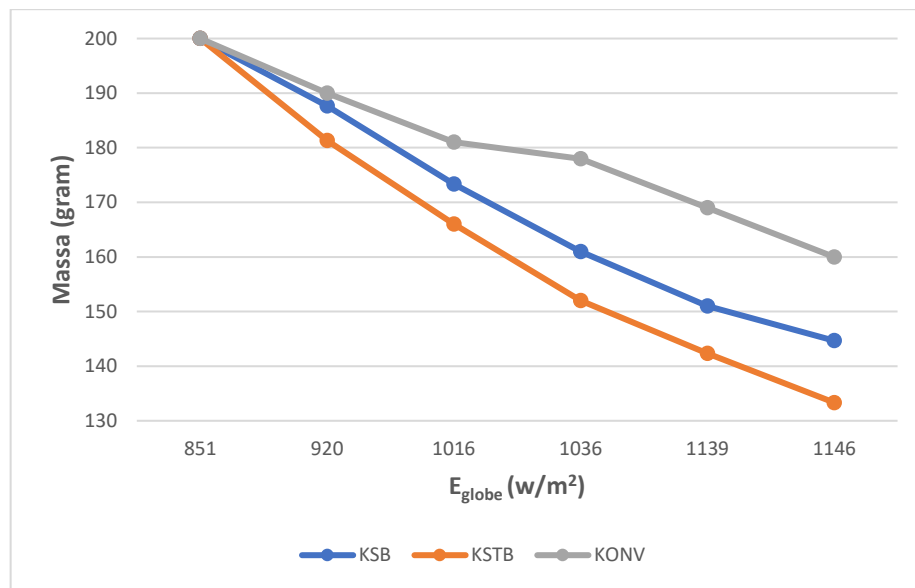
Secara keseluruhan, meskipun pada awal proses KSTB menunjukkan laju pengeringan sesaat yang lebih tinggi, sistem KSB memberikan performa yang lebih konsisten dan stabil selama tiga hari pengeringan. Hal ini berkaitan dengan sifat batu basalt yang memiliki kapasitas panas dan konduktivitas termal yang baik, sehingga mampu menyerap, menyimpan, dan melepaskan panas secara bertahap. Pada kondisi wilayah Kamang Hilia yang berada di daerah perbukitan dengan fluktuasi intensitas matahari akibat kabut dan awan, karakteristik penyimpanan panas ini menjadi keunggulan penting.

Dengan demikian, penggunaan batu basalt sebagai *absorber* tidak hanya meningkatkan laju pengeringan rata-rata, tetapi juga memberikan kestabilan temperatur yang lebih baik terhadap perubahan intensitas radiasi matahari, sehingga sistem menjadi lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan setempat.

#### **4.3.2 Perbandingan Penurunan Massa Kulit Kayu Manis**

Penurunan massa kulit kayu manis digunakan sebagai indikator efektivitas sistem pengeringan karena mencerminkan jumlah air yang menguap selama proses

pemanasan. Pada penelitian ini, pengeringan dilakukan dengan tiga metode, yaitu kolektor surya dengan batu basalt (KSB), kolektor surya tanpa batu basalt (KSTB), dan pengeringan konvensional (KONV), dengan massa awal masing-masing perlakuan sebesar 200 gram. Berdasarkan data hasil pengujian yang tercantum pada **Lampiran C**, diperoleh hubungan antara intensitas cahaya matahari terhadap perubahan massa kulit kayu manis yang divisualisasikan Pada **Gambar 4.7**.

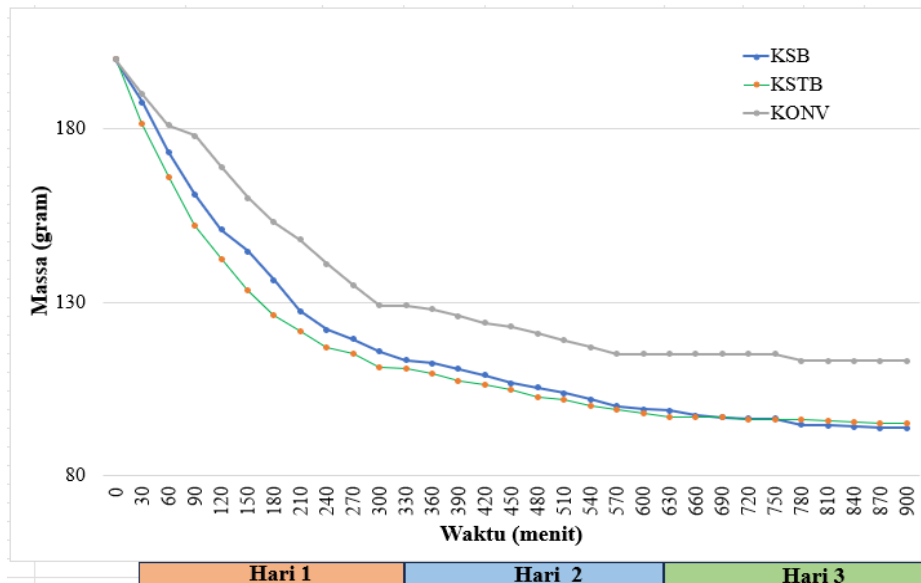


**Gambar 4.7** Penurunan massa terhadap intensitas cahaya

Berdasarkan grafik terlihat bahwa massa kulit kayu manis menurun seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari. Pada intensitas awal sebesar 851  $\text{W/m}^2$ , seluruh metode masih menunjukkan massa sebesar 200 gram. Seiring meningkatnya intensitas hingga 1146  $\text{W/m}^2$ , massa bahan menurun menjadi 145 gram pada KSB, 133 gram pada KSTB, dan 160 gram pada metode konvensional.

Penurunan massa yang lebih besar pada sistem kolektor surya menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya menyebabkan temperatur ruang pengering meningkat, sehingga proses evaporasi air berlangsung lebih cepat. Metode konvensional menunjukkan penurunan massa yang lebih kecil karena proses pengeringan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan tidak memiliki sistem peningkat serta penstabil temperatur.

Secara keseluruhan selama tiga hari pengujian, perubahan massa terhadap waktu ditampilkan Pada **Gambar 4.8**.



**Gambar 4.8** Penurunan massa kulit manis terhadap waktu

Berdasarkan grafik terlihat bahwa ketiga metode mengalami penurunan massa yang cukup signifikan pada awal proses pengeringan (hari ke-1). Kurva menunjukkan penurunan yang relatif tajam pada tahap awal, kemudian semakin landai pada hari ke-2 dan hari ke-3. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal pengeringan kandungan air bebas masih tinggi sehingga proses penguapan berlangsung cepat, sedangkan pada tahap selanjutnya proses memasuki fase pengeringan lambat karena kadar air yang tersisa merupakan air terikat.

Kurva KSB dan KSTB tampak hampir berhimpit sepanjang waktu pengamatan, yang menunjukkan bahwa kedua sistem memiliki performa pengeringan yang relatif sebanding. Sementara itu, kurva metode konvensional berada di atas keduanya, yang berarti massa bahan yang tersisa lebih besar dan laju pengeringannya lebih lambat dibandingkan sistem kolektor surya.

Namun demikian, kondisi geografis daerah Kamang Hilia yang berada di wilayah perbukitan dengan kecenderungan berkabut menyebabkan intensitas radiasi tidak selalu stabil. Pada kondisi tersebut, material *absorber* batu basalt menunjukkan karakteristik penyimpanan panas yang lebih baik. Energi panas yang telah tersimpan pada basalt tidak langsung hilang ketika intensitas radiasi menurun, sehingga temperatur ruang pengering cenderung lebih stabil dibandingkan sistem tanpa basalt. Hal ini di buktikan pada saat terjadi fluktuasi intensitas radiasi (terutama pada hari ke-2), penurunan massa pada KSB cenderung lebih stabil

dibandingkan KSTB. Untuk memperjelas perbandingan hasil pengeringan, massa sisa kulit kayu manis pada setiap hari pengujian ditampilkan pada **Gambar 4.9**.



**Gambar 4.9** Rata-rata penurunan massa selama 3 hari

Dapat di lihat pada grafik dari hari ke-1 hingga hari ke-3 pada seluruh metode. Grafik ini menunjukkan jumlah massa yang masih tersisa setelah proses pengeringan setiap harinya, bukan massa yang hilang.

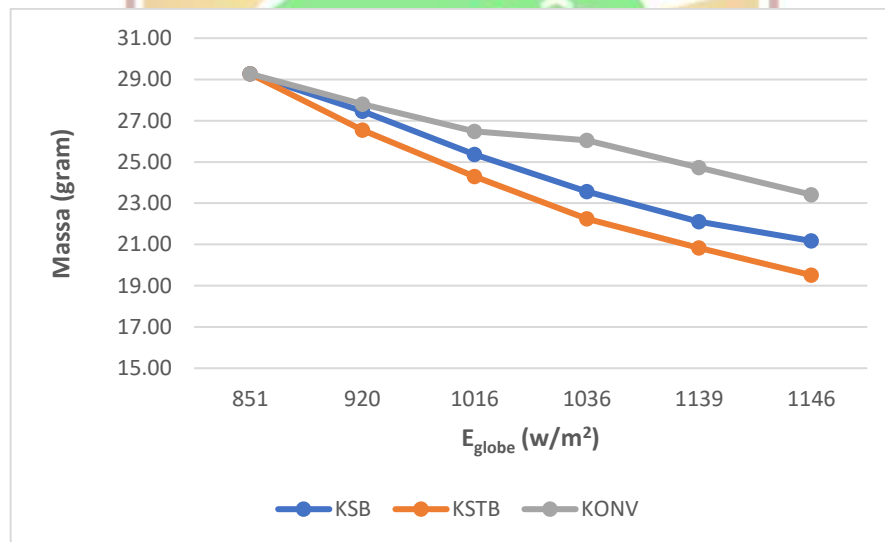
Pada hari ke-1, massa sisa tercatat sebesar 162,18 gram pada metode konvensional, 148,94 gram pada KSB, dan 143,85 gram pada KSTB. Nilai ini menunjukkan bahwa KSTB memiliki massa sisa paling rendah, yang berarti proses pengeringannya sedikit lebih efektif dibandingkan metode lainnya pada hari pertama. Memasuki hari ke-2, massa sisa menurun menjadi 122,36 gram (KONV), 107,06 gram (KSB), dan 103,73 gram (KSTB). Pada tahap ini, KSTB masih menunjukkan massa sisa terendah, diikuti KSB, sedangkan metode konvensional memiliki massa sisa paling besar. Pada hari ke-3, massa sisa kembali menurun menjadi 114,09 gram (KONV), 95,88 gram (KSB), dan 96,09 gram (KSTB). Perbedaan antara KSB dan KSTB relatif kecil, namun KSB tetap menunjukkan massa sisa sedikit lebih rendah dibandingkan KSTB.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, sistem kolektor surya menunjukkan efektivitas pengeringan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, yang ditunjukkan oleh massa sisa yang lebih rendah pada setiap hari pengamatan.

Perbedaan antara KSB dan KSTB relatif kecil, sehingga keduanya memiliki performa pengeringan yang hampir sebanding. Namun demikian, KSB secara konsisten menghasilkan massa sisa sedikit lebih rendah dibandingkan KSTB pada kondisi pengujian ini.

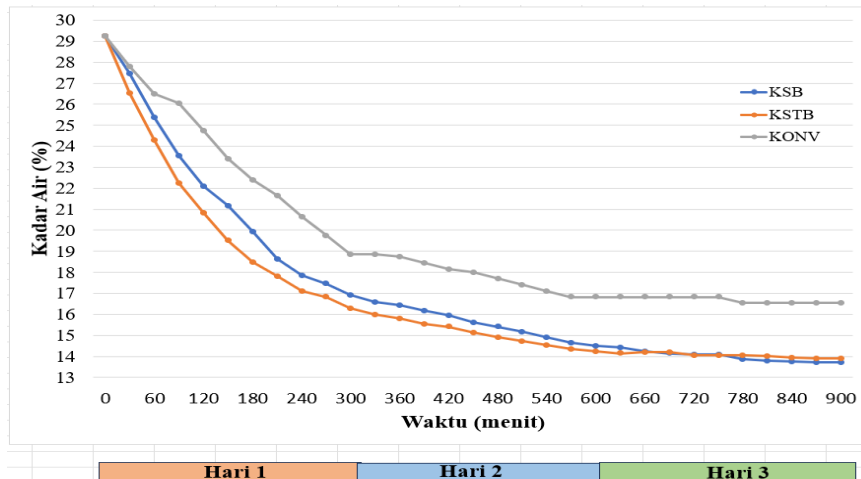
### 4.3.3 Perbandingan Penurunan Kadar Air Kulit Kayu Manis

Perbandingan penurunan kadar air ( $K_r$ ) kulit kayu manis selama proses pengeringan selama tiga hari pengujian disajikan pada **Lampiran C**. Ketiga metode yang dibandingkan adalah kolektor dengan *absorber* batu basalt dan isolator serabut kelapa (KSB), kolektor dengan isolator serabut kelapa tanpa batu basalt (KSTB), dan pengeringan konvensional (KONV). Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh hubungan antara intensitas cahaya matahari terhadap penurunan kadar air kulit kayu manis yang divisualisasikan Pada **Gambar 4.10**.



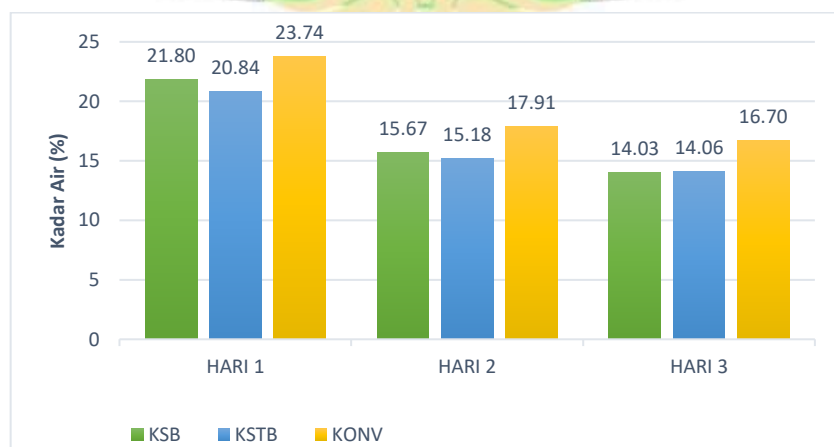
**Gambar 4.10** Penurunan kadar air terhadap intensitas

Berdasarkan data pada grafik diperoleh hubungan antara kadar air kulit kayu manis dengan intensitas cahaya matahari. Semakin tinggi intensitas cahaya matahari, kadar air kulit kayu manis pada seluruh rak menunjukkan kecenderungan menurun. Secara keseluruhan, selama tiga hari pengujian diperoleh data rata-rata penurunan kadar air kulit kayu manis sebagaimana tercantum pada **Lampiran Tabel C.7** hingga **Tabel C.9**, yang kemudian divisualisasikan Pada **Gambar 4.11**.



**Gambar 4.11** Penurunan kadar air kulit kayu manis terhadap waktu

Berdasarkan grafik terlihat bahwa selama 900 menit total pengujian, metode KSB menunjukkan performa penurunan kadar air yang paling optimal dibandingkan kedua metode lainnya. Dari kadar air awal sebesar 29,27%, pada akhir hari ketiga (menit ke-900), metode KSB berhasil mencapai kadar air terendah yaitu 13,71%. Hasil ini sudah memenuhi standar kualitas pengeringan kulit kayu manis yaitu di bawah 14%. Sementara itu, metode KSTB mencapai 13,90%, dan metode KONV masih tertahan di angka 16,54%. Walaupun pada hari pertama metode KSTB sempat menunjukkan laju penurunan yang lebih cepat, namun memasuki hari kedua dan ketiga, KSB menunjukkan konsistensi yang lebih baik hingga akhirnya melampaui capaian KSTB. Selanjutnya, perbandingan sisa kadar air rata-rata kulit kayu manis pada setiap akhir hari pengamatan dapat dilihat Pada **Gambar 4.12**.



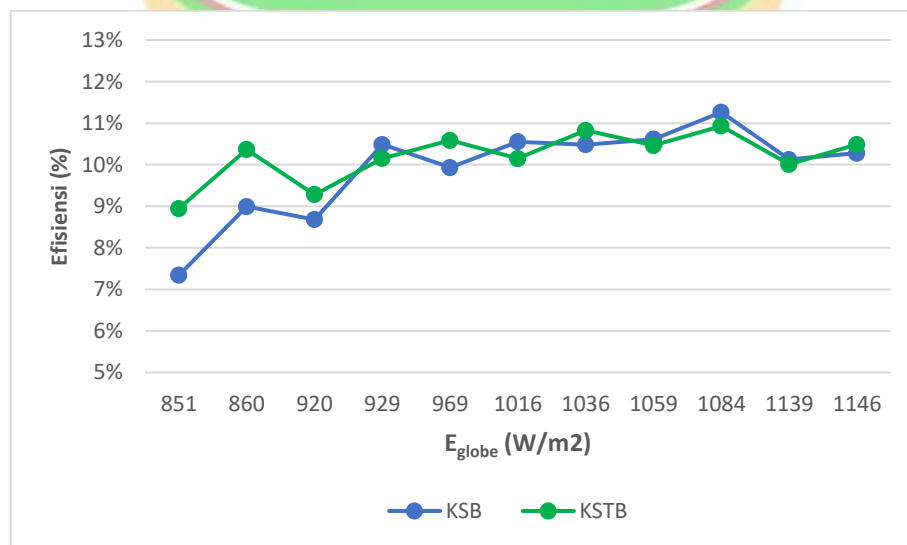
**Gambar 4.12** Perbandingan penurunan kadar air rata-rata kulit kayu manis

Pada grafik terlihat bahwa pada akhir hari pertama, kadar air yang tersisa pada metode KSB adalah 21,80%, KSTB sebesar 20,63%, dan KONV sebesar 23,74%. Memasuki akhir hari 3, terjadi pembalikan tren di mana KSB (13,71%) menjadi yang paling rendah dibandingkan KSTB (13,90%), sedangkan metode konvensional tetap menunjukkan sisa kadar air tertinggi sebesar 16,54%.

Capaian akhir metode KSB yang paling rendah ini membuktikan bahwa penambahan batu basalt sebagai *absorber* memberikan keunggulan dalam menjaga suhu di dalam ruang pengering tetap stabil dan tinggi lebih lama. Di daerah Kamang Hilia yang memiliki intensitas matahari fluktuatif, kemampuan batu basalt untuk menyimpan panas (inersia termal) menjadi faktor kunci. Panas yang tersimpan pada batu basalt memungkinkan proses penguapan air tetap terjadi secara efektif bahkan saat radiasi matahari menurun, sehingga hasil akhirnya lebih kering dan maksimal dibandingkan kolektor tanpa basalt maupun pengeringan tradisional.

#### 4.4 Perbandingan Efisiensi Kolektor Surya

Efisiensi kolektor surya merupakan indikator kunci kinerja sistem pengeringan surya, menggambarkan seberapa efektif kolektor dalam mengkonversi energi radiasi matahari menjadi energi panas yang dapat dimanfaatkan. Berikut ini perbandingan efisiensi kolektor surya antara KSB dan KSTB pada hari pertama terhadap intensitas matahari ( $E_{globe}$ ) seperti ditunjukkan Pada **Gambar 4.13**.



**Gambar 4.13** Efisiensi kolektor surya terhadap intensitas

Berdasarkan grafik dan tabel pada **Lampiran C**, terlihat bahwa kedua jenis kolektor menunjukkan tren efisiensi yang fluktuatif mengikuti perubahan intensitas radiasi matahari. Efisiensi kolektor KSB berkisar antara 7,34% hingga mencapai puncaknya sebesar 11,26%. Sementara itu, kolektor KSTB memiliki rentang efisiensi antara 8,95% hingga 10,93%. Meskipun pada intensitas rendah di awal pengujian kolektor KSTB sempat menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi, namun kolektor KSB menunjukkan peningkatan performa yang lebih stabil dan mencapai nilai efisiensi tertinggi yang lebih besar saat intensitas matahari menguat.

Perbedaan karakteristik efisiensi ini dapat diatribusikan pada sifat termal dari batu basalt yang digunakan sebagai *absorber*. Batu basalt memiliki kemampuan absorptivitas radiasi yang tinggi karena warnanya yang hitam pekat, serta memiliki kapasitas penyimpanan panas yang lebih baik dibandingkan kolektor tanpa batu basalt. Hal ini memungkinkan kolektor KSB untuk menangkap energi matahari secara lebih efektif dan menjaga suhu kolektor agar tidak mudah drop saat terjadi fluktuasi cuaca. Dengan demikian, penambahan batu basalt sebagai *absorber* terbukti mampu meningkatkan batas atas efisiensi termal kolektor, sehingga lebih optimal dalam mendukung proses pengeringan kulit kayu manis di daerah yang memiliki fluktuasi cuaca.

Selain peran batu basalt sebagai *absorber*, pencapaian efisiensi pada kedua kolektor surya ini juga didukung secara signifikan oleh penggunaan serabut kelapa sebagai material isolator serta penambahan sirip pada saluran kolektor. Struktur pori dan rongga alami pada serabut kelapa memberikan sifat insulasi termal yang efektif dalam meredam perpindahan panas dari dalam kolektor ke lingkungan luar (*heat loss*). Sementara itu, penggunaan sirip berfungsi untuk memperluas permukaan perpindahan panas dan mengarahkan aliran udara panas agar lebih merata saat melewati *absorber*. Hal ini menjadi sangat krusial mengingat kondisi geografis Nagari Kamang Hilia yang berada di daerah perbukitan dengan suhu lingkungan yang cenderung rendah dan fluktuatif. Dengan adanya isolasi dari serabut kelapa dan distribusi panas yang optimal oleh sirip, energi panas yang telah diserap oleh batu basalt dapat terperangkap serta disalurkan di dalam sistem secara maksimal ke ruang pengering. Sinergi antara kemampuan absorptivitas batu basalt, daya insulasi serabut kelapa, serta efektivitas sirip inilah yang menyebabkan sistem

kolektor surya mampu menghasilkan performa pengeringan yang jauh lebih unggul dan stabil dibandingkan metode pengeringan konvensional

