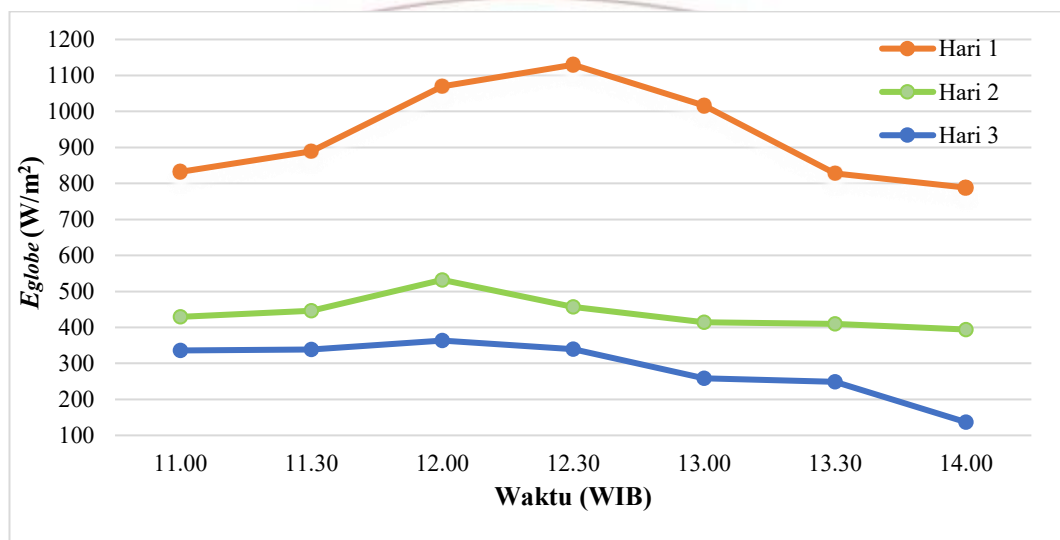


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu

Perubahan intensitas radiasi matahari selama proses pengeringan merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi kinerja kolektor surya. Berdasarkan data pada Lampiran A.1 yang diperoleh selama proses pengeringan berlangsung. Pada pengujian yang telah dilakukan pada tanggal 13 sampai 15 Mei 2026. Pengaruh intensitas cahaya terhadap waktu dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perubahan intensitas cahaya matahari terhadap waktu

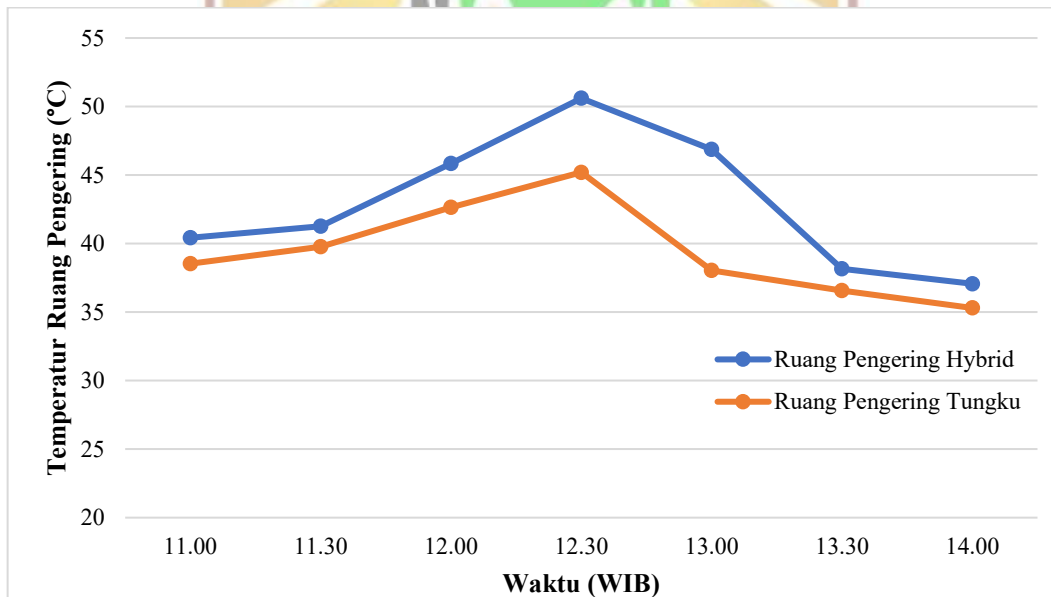
Nilai intensitas yang terukur sepanjang proses pengeringan berada pada kisaran 136,83 W/m^2 hingga 1129,70 W/m^2 . Pada hari pertama, kondisi langit sangat cerah tanpa adanya awan, sehingga menghasilkan transmisi radiasi surya yang maksimal. Sebaliknya, pada hari kedua dan ketiga dipengaruhi oleh keberadaan awan yang mendung sehingga menurunkan kinerja intensitas surya yang diterima kolektor. Variasi intensitas tersebut dipengaruhi oleh sudut datang sinar matahari terhadap permukaan kolektor surya. Semakin tegak lurus posisi matahari terhadap bidang kolektor, semakin besar pula energi radiasi yang mampu diserap. Selain itu, faktor cuaca turut memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai intensitas selama proses pengukuran.

4.2 Perbandingan Temperatur Ruang Pengering Terhadap Waktu pada Variasi Massa Briket Tempurung Kelapa

Pengukuran temperatur ruang pengering dilakukan untuk mengetahui distribusi panas pada sistem pengering *hybrid* dan tungku biomassa selama proses pengeringan kerupuk talas. Temperatur ruang pengering sangat mempengaruhi proses penurunan kadar air pada bahan. Pengujian dilakukan selama tiga hari pada tanggal 13 sampai 15 Mei 2026 dengan interval waktu 30 menit mulai pukul 11.00 WIB hingga 14.00 WIB. Dengan variasi massa briket tempurung kelapa 0 kg, 1 kg, 2 kg Data terkait telah dikumpulkan dan dapat dilihat pada Lampiran A.1 sampai Lampiran A.6, Rata-rata temperatur ruang pengering terhadap waktu.

4.2.1 Temperatur Ruang Pengering Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 0 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 0 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.2.



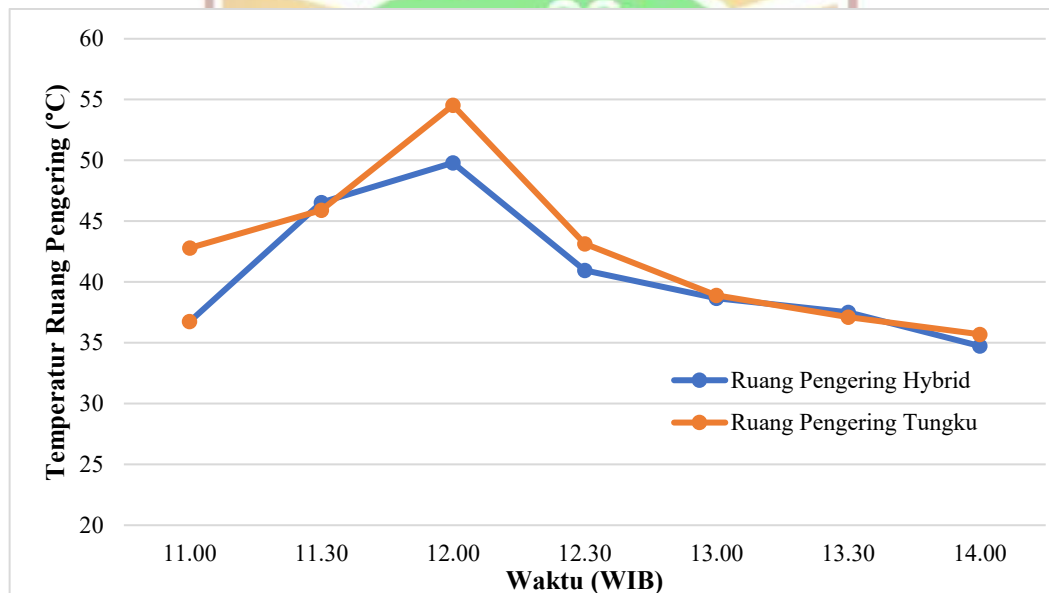
Gambar 4.2 Temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 0 kg.

Pada massa briket 0 kg, tungku belum dioperasikan sehingga panas kedua sistem hanya berasal dari radiasi matahari. Berdasarkan grafik, temperatur ruang pengering *hybrid* secara konsisten lebih tinggi dibandingkan ruang pengering

tungku, dengan pola yang sama-sama meningkat hingga puncak pada pukul 12.30 WIB lalu menurun kembali. Temperatur tertinggi *hybrid* mencapai 50,60°C, sedangkan tungku 45,20°C. Hal ini disebabkan ruang pengering *hybrid* mendapat tambahan panas langsung dari kolektor surya, sementara ruang pengering tungku hanya mengandalkan panas lingkungan tanpa kontribusi pembakaran biomassa, sehingga temperaturnya juga lebih cepat menurun setelah pukul 12.30 WIB.

4.2.2 Temperatur Ruang Pengering Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 1 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 1 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.3.



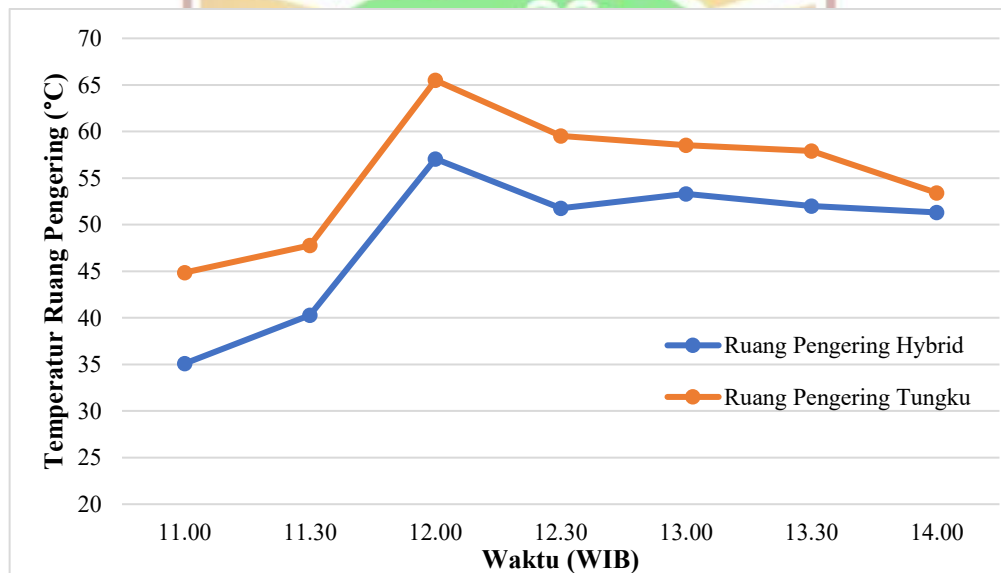
Gambar 4.3 Temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 1 kg.

Pada massa briket 1 kg, tungku biomassa mulai dioperasikan sehingga memberikan panas tambahan ke ruang pengering. Berdasarkan grafik, temperatur ruang pengering tungku kini lebih tinggi dibandingkan ruang pengering *hybrid*, berbeda dengan kondisi 0 kg sebelumnya. Kedua sistem mencapai puncak pada pukul 12.00 WIB, dengan temperatur tungku sebesar 54,53°C dan *hybrid* sebesar 49,80°C. Hal ini disebabkan panas dari pembakaran briket bersifat stabil dan berkelanjutan, sehingga mampu meningkatkan temperatur ruang pengering tungku

melebihi panas yang diperoleh *hybrid* dari kolektor surya saja. Setelah pukul 12.00 WIB, temperatur ruang pengering *hybrid* mengalami penurunan yang lebih tajam dibandingkan tungku, dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mulai mendung sehingga kinerja kolektor surya dalam menyerap radiasi matahari tidak optimal, ditambah dengan adanya rugi-rugi panas pada kolektor yang menyebabkan panas yang disalurkan ke ruang pengering semakin berkurang.

4.2.3 Temperatur Ruang Pengering Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 2 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 2 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.4 Temperatur ruang pengering terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 2 kg

Pada massa briket 2 kg, jumlah bahan bakar biomassa ditingkatkan sehingga panas yang dihasilkan tungku menjadi lebih besar dan dominan dibandingkan kondisi sebelumnya. Berdasarkan grafik, temperatur ruang pengering tungku konsisten lebih tinggi dibandingkan ruang pengering *hybrid* di sepanjang waktu pengujian. Kedua sistem mencapai puncak pada pukul 12.00 WIB, dengan temperatur tungku sebesar 65,50°C dan *hybrid* sebesar 57,07°C. Hal ini disebabkan penambahan massa briket menghasilkan pembakaran yang lebih besar dan berkelanjutan, sehingga panas yang disalurkan ke ruang pengering tungku semakin

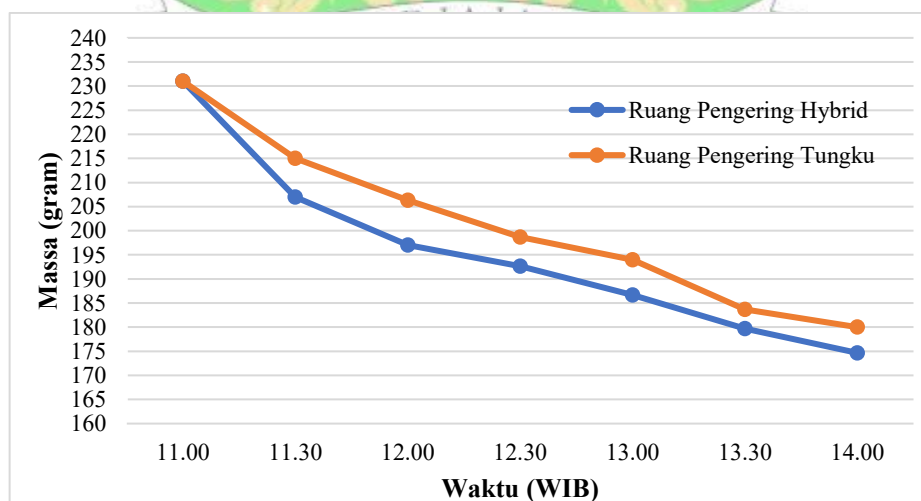
meningkat dan stabil. Sementara itu, temperatur ruang pengering *hybrid* tetap lebih rendah karena kontribusi panas dari kolektor surya masih terbatas akibat kondisi cuaca yang kurang mendukung serta rugi-rugi panas pada kolektor, sehingga peningkatan massa briket pada sistem *hybrid* tidak mampu mengimbangi performa sistem tungku.

4.3 Perbandingan Penurunan Massa Kerupuk Talas Terhadap Waktu

Penurunan massa kerupuk talas selama proses pengeringan disebabkan oleh penguapan kadar air yang terkandung di dalamnya. Proses diawali dengan perpindahan panas yang menyebabkan peningkatan suhu pada ruang pengering, memicu pergerakan air dari dalam kerupuk talas menuju permukaan melalui difusi, yang kemudian menguap ke udara sekitar. Berdasarkan data pengujian dengan menggunakan massa briket tempurung kelapa sebanyak 0 kg, 1 kg, dan 2kg, didapatkan pengaruh penurunan massa pada ruang pengering terhadap waktu pada Lampiran C.1 sampai Lampiran C.5, dengan masa awal kerupuk talas yaitu 231 gram di tiap rak.

4.3.1 Penurunan Massa Kerupuk Talas Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 0 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 0 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.5.

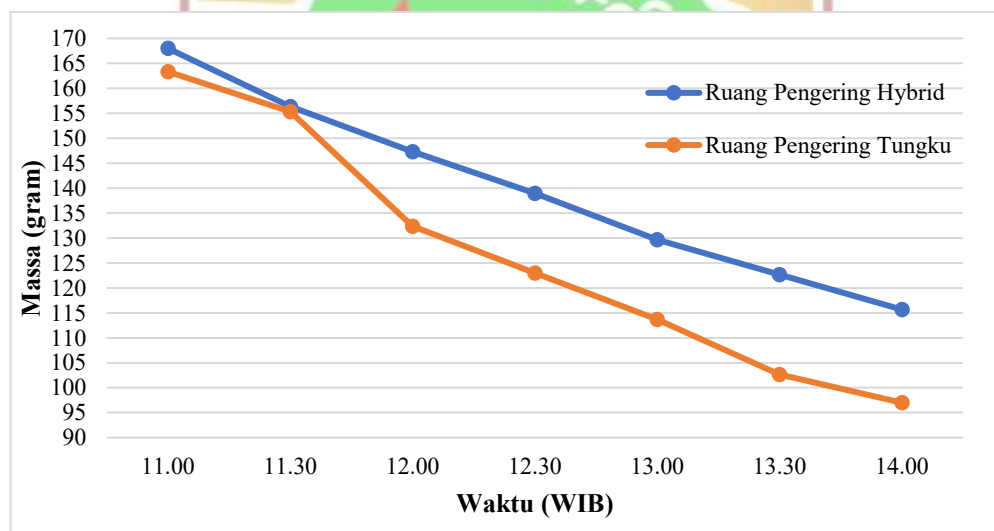


Gambar 4.5 Penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 0 kg

Pada massa briket 0 kg, tungku belum dioperasikan sehingga panas pengeringan pada sistem tungku hanya berasal dari temperatur lingkungan, sementara sistem *hybrid* masih memperoleh tambahan panas dari kolektor surya. Berdasarkan grafik, massa kerupuk talas pada ruang pengering *hybrid* menurun lebih cepat dibandingkan ruang pengering tungku di sepanjang waktu pengujian, dengan massa akhir *hybrid* sebesar 174,67 gram dan tungku sebesar 180 gram dari massa awal 231 gram.

4.3.2 Penurunan Massa Kerupuk Talas Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 1 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 1 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.6.



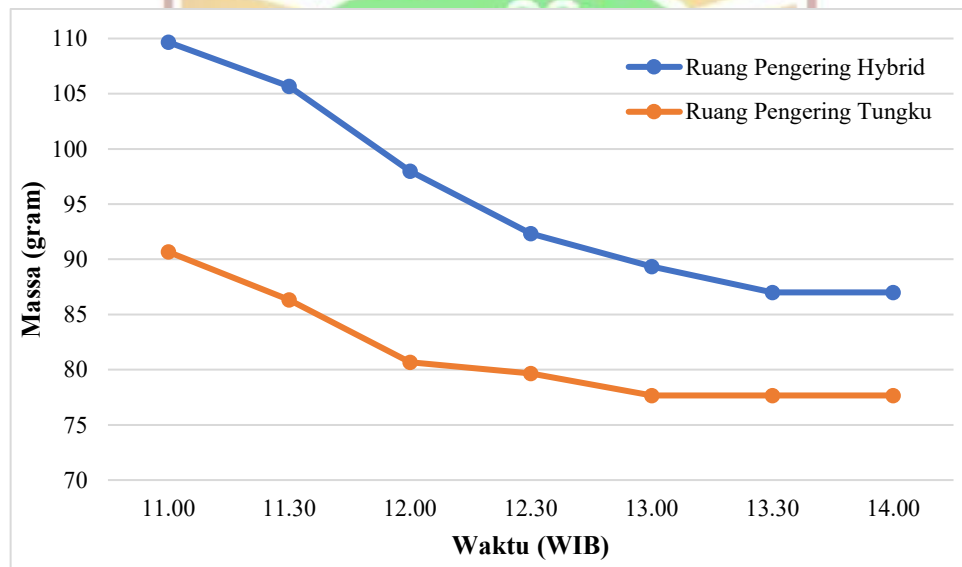
Gambar 4.6 Penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 1 kg

Pada massa briket 1 kg, tungku biomassa mulai dioperasikan sehingga terjadi panas tambahan pada proses pengeringan. Berdasarkan grafik, massa kerupuk talas pada ruang pengering tungku menurun lebih cepat dibandingkan ruang pengering *hybrid*, berbeda dengan kondisi massa briket 0 kg sebelumnya. Massa akhir pada ruang pengering tungku sebesar 97,00 gram, sedangkan pada ruang pengering *hybrid* sebesar 115,67 gram dari massa awal 168,00 gram pada *hybrid* dan 163,33 gram pada tungku. Hal ini menunjukkan bahwa panas dari pembakaran briket bersifat lebih stabil dan berkelanjutan, sehingga mampu

mempercepat proses penguapan air pada sistem tungku melebihi performa sistem *hybrid*. Penurunan massa yang lebih lambat pada sistem *hybrid* dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mulai mendung sehingga kinerja kolektor surya dalam menyerap radiasi matahari tidak optimal, ditambah dengan adanya rugi-rugi panas pada kolektor yang menyebabkan panas yang disalurkan ke ruang pengering berkurang, sehingga proses penguapan air pada bahan berlangsung lebih lambat.

4.3.3 Penurunan Massa Kerupuk Talas Terhadap Waktu pada Massa Briket Tempurung Kelapa 2 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 1 kg, dapat dilihat pada Gambar 4.7.

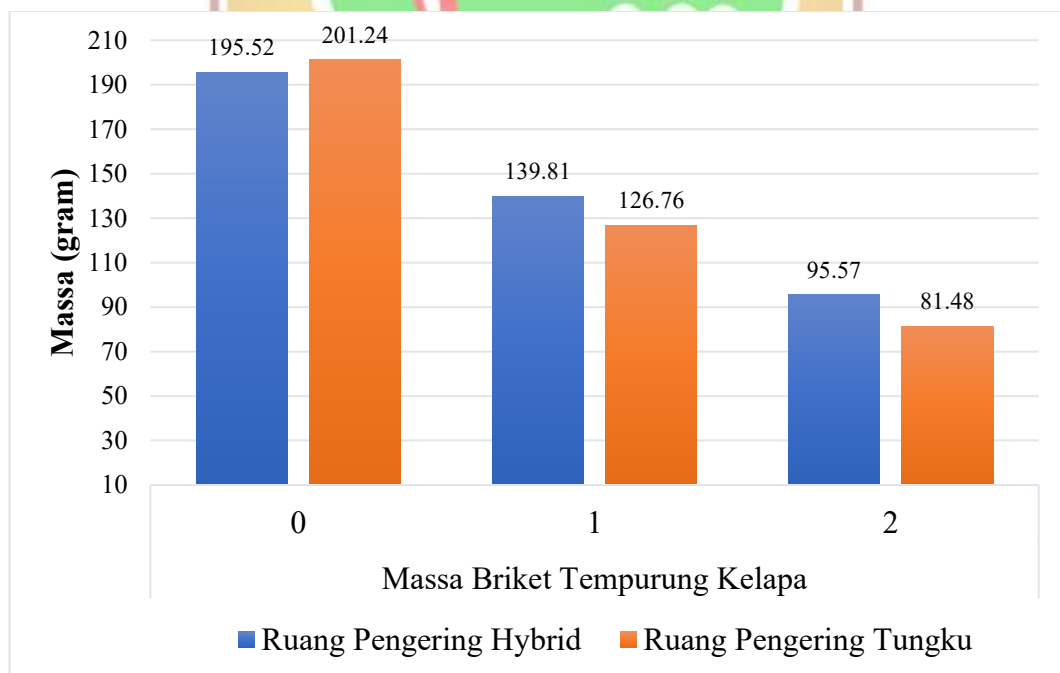


Gambar 4.7 Penurunan massa kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa 2 kg

Pada massa briket 2 kg, jumlah bahan bakar biomassa ditingkatkan sehingga panas yang dihasilkan tungku menjadi lebih besar dan dominan dibandingkan kondisi sebelumnya. Berdasarkan grafik, massa kerupuk talas pada ruang pengering tungku menurun lebih cepat dibandingkan ruang pengering *hybrid* di sepanjang waktu pengujian. Massa akhir pada ruang pengering tungku sebesar 77,67 gram, sedangkan pada ruang pengering *hybrid* sebesar 87,00 gram dari massa awal 109,67 gram pada *hybrid* dan 90,67 gram pada tungku. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan massa briket menghasilkan pembakaran yang lebih besar dan

berkelanjutan, sehingga panas yang dihasilkan mampu mempercepat proses penguapan air pada sistem tungku secara lebih optimal. Sementara itu, penurunan massa pada sistem *hybrid* tetap berlangsung lebih lambat karena kontribusi panas dari kolektor surya masih terbatas akibat kondisi cuaca yang kurang mendukung serta rugi-rugi panas pada kolektor, sehingga peningkatan massa briket pada sistem tungku tidak dapat diimbangi oleh sistem *hybrid*.

Secara keseluruhan, ruang pengering tungku menunjukkan performa pengeringan yang lebih baik dibandingkan ruang pengering *hybrid*. Hal ini ditunjukkan oleh massa akhir bahan yang lebih rendah akibat temperatur ruang pengering tungku yang lebih tinggi dan stabil selama proses pengeringan berlangsung. Sementara itu, performa pengeringan pada sistem *hybrid* sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan kondisi cuaca selama proses pengeringan berlangsung. Efektivitas penurunan massa kerupuk talas pada kedua sistem ini selama periode tiga hari pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Penurunan massa rata-rata kerupuk talas terhadap waktu pada variasi massa briket tempurung kelapa

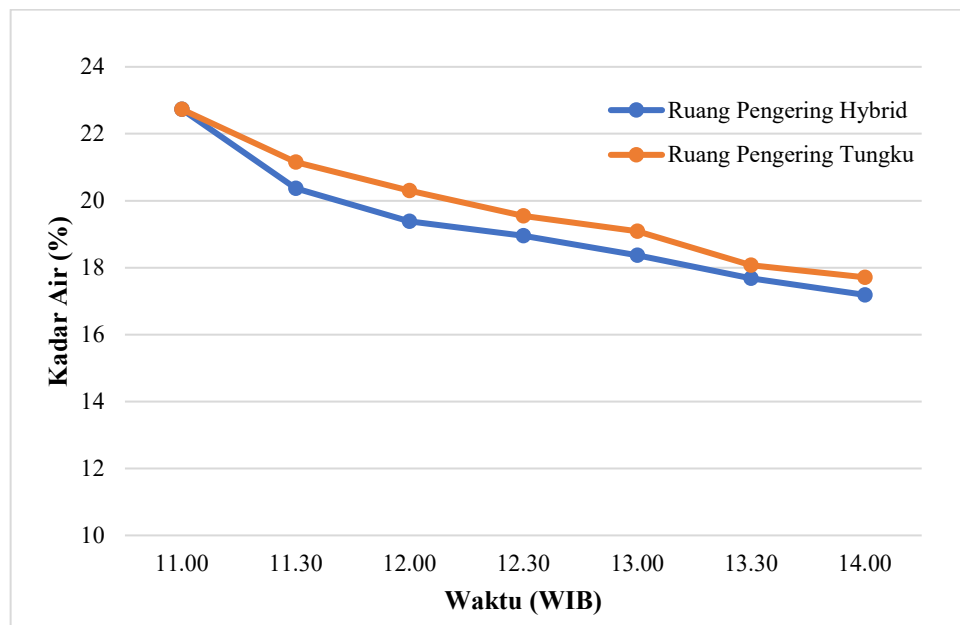
4.4 Perbandingan Penurunan Kadar Air Kerupuk Talas

Perbandingan penurunan kadar air kerupuk talas selama proses pengeringan terjadi akibat penguapan air dari dalam bahan yang dipengaruhi oleh besarnya panas yang diterima ruang pengering. Untuk melihat pengaruh variasi massa briket

terhadap penurunan kadar air, analisis dilakukan berdasarkan tiga kondisi massa briket, yaitu 0 kg, 1 kg, dan 2 kg, dapat dilihat pada Lampiran C.1 sampai Lampiran C.5. Produk yang dikeringkan merupakan produk yang sama. Kedua metode yang dibandingkan adalah ruang pengering hybrid dan ruang pengering tungku.

4.4.1 Penurunan Kadar Air Kerupuk Talas pada Massa 0 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan kadar air kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 0 kg, dapat dilihat pada gambar 4.9.

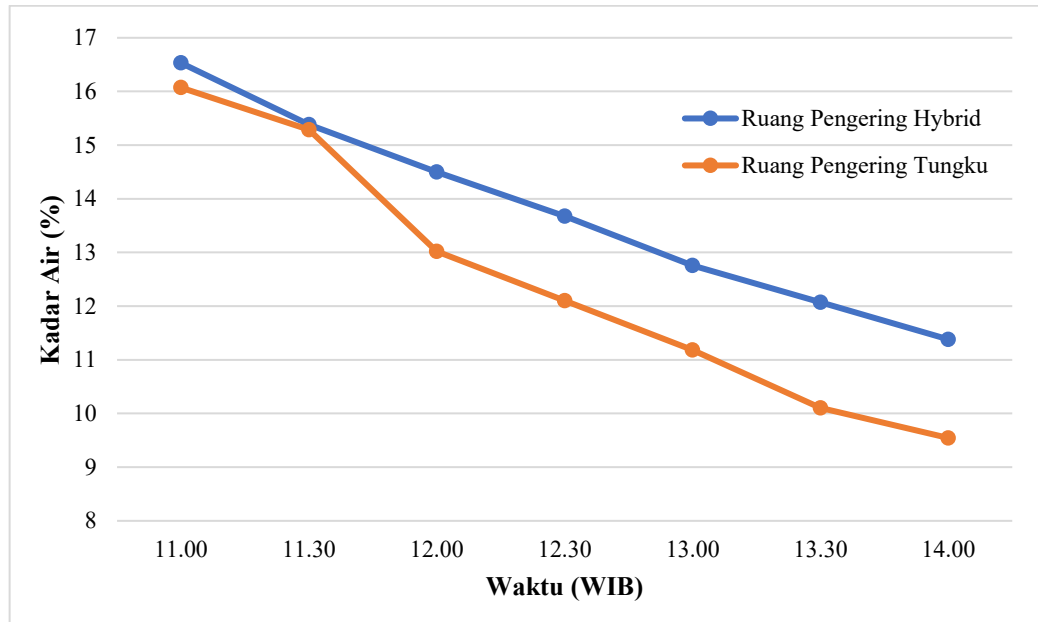


Gambar 4.9 Kadar air kerupuk talas pada massa 0 kg

Pada massa briket 0 kg, tungku belum dioperasikan sehingga panas pengeringan pada sistem tungku hanya berasal dari temperatur lingkungan, sementara sistem *hybrid* masih memperoleh tambahan panas dari kolektor surya. Berdasarkan grafik, kadar air kerupuk talas pada ruang pengering *hybrid* menurun lebih cepat dibandingkan ruang pengering tungku di sepanjang waktu pengujian, dengan kadar air akhir *hybrid* sebesar 17,19% dan tungku sebesar 17,71% dari kadar air awal 22,73%. Hal ini disebabkan panas dari radiasi matahari yang diserap kolektor surya mempercepat perpindahan dan penguapan uap air dari dalam bahan, sehingga proses pengeringan pada sistem *hybrid* berlangsung lebih optimal dibandingkan sistem tungku yang hanya mengandalkan panas lingkungan tanpa adanya sumber panas tambahan.

4.4.2 Penurunan Kadar Air Kerupuk Talas pada Massa 1 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan kadar air kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 1 kg, dapat dilihat pada gambar 4.10.

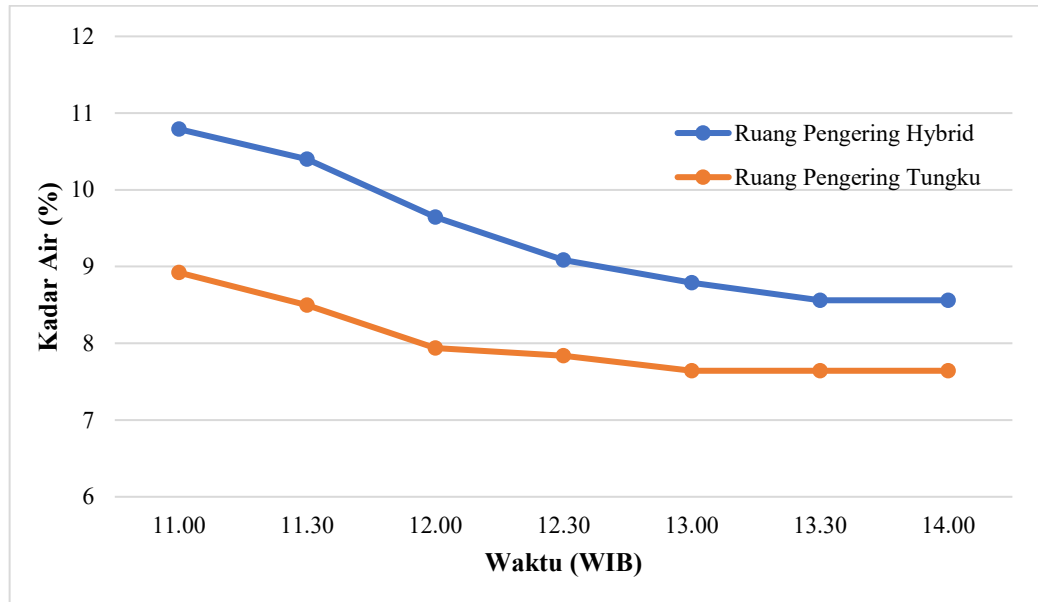


Gambar 4.10 Kadar air kerupuk talas pada massa 1 kg

Pada massa briket 1 kg, tungku biomassa mulai dioperasikan sehingga memberikan kontribusi panas tambahan terhadap proses pengeringan. Berdasarkan grafik, kadar air kerupuk talas pada ruang pengering tungku mengalami penurunan yang lebih cepat dibandingkan ruang pengering *hybrid*, berbeda dengan kondisi massa briket 0 kg sebelumnya. Kadar air akhir pada ruang pengering tungku tercatat sebesar 9,54%, sedangkan pada ruang pengering *hybrid* sebesar 11,38%, dengan kadar air awal masing-masing sebesar 16,07% dan 16,53%. Kondisi ini disebabkan oleh panas hasil pembakaran briket yang bersifat lebih stabil dan kontinu, sehingga proses penguapan air pada ruang pengering tungku berlangsung lebih optimal dibandingkan ruang pengering *hybrid*. Sementara itu, penurunan kadar air yang lebih lambat pada sistem *hybrid* dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mulai mendung, sehingga kinerja kolektor surya dalam menyerap radiasi matahari tidak maksimal. Selain itu, terdapat pula rugi-rugi panas pada kolektor surya yang menyebabkan panas yang disalurkan ke ruang pengering berkurang, sehingga proses penguapan air pada bahan berlangsung kurang optimal.

4.4.3 Penurunan Kadar Air Kerupuk Talas pada Massa 2 kg

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan penurunan kadar air kerupuk talas terhadap waktu pada massa briket tempurung kelapa sebanyak 2 kg, dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Kadar air kerupuk talas pada massa 2 kg

Pada massa briket 2 kg, jumlah bahan bakar biomassa ditingkatkan sehingga panas yang dihasilkan tungku menjadi lebih besar dibandingkan kondisi sebelumnya. Berdasarkan grafik, kadar air kerupuk talas pada ruang pengering tungku mengalami penurunan yang lebih cepat dibandingkan ruang pengering *hybrid* di sepanjang waktu pengujian. Kadar air akhir pada ruang pengering tungku tercatat sebesar 7,64%, sedangkan pada ruang pengering *hybrid* sebesar 8,56%, dengan kadar air awal masing-masing sebesar 8,92% dan 10,79%. Kondisi ini disebabkan oleh penambahan massa briket yang menghasilkan pembakaran lebih besar dan berkelanjutan, sehingga panas yang dihasilkan mampu mendorong proses penguapan air pada ruang pengering tungku berlangsung lebih optimal. Sementara itu, penurunan kadar air pada sistem *hybrid* tetap berlangsung lebih lambat karena kontribusi panas dari kolektor surya masih terbatas akibat kondisi cuaca yang kurang mendukung serta rugi-rugi panas pada kolektor surya, sehingga peningkatan massa briket pada sistem tungku tidak dapat diimbangi oleh sistem *hybrid*.

4.5 Analisis Kualitatif Perubahan Karakteristik Kerupuk Talas Selama Proses Pengeringan.

Pada kondisi awal sebelum dilakukan proses pengeringan, warna bahan cenderung putih cerah dengan tekstur yang masih lunak dan permukaan yang basah akibat kandungan air yang masih tinggi, sehingga permukaan tampak mengkilap. Kondisi ini mencerminkan karakteristik bahan segar yang belum mengalami perubahan fisik akibat perlakuan panas atau aliran udara. Kondisi awal kerupuk talas sebelum dilakukan proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.12. Hasil pengeringan dapat diremukan detail pada lampiran E.1 sampai Lampiran E.4.



Gambar 4.12 Kondisi awal talas

Hasil pengeringan menggunakan pengeringan *hybrid* menunjukkan perubahan karakteristik fisik yang belum merata. Terlihat adanya perubahan warna talas menjadi krem kecoklatan dengan tingkat kecerahan yang masih relatif tinggi dengan kadar air akhir sebesar 8,56%. Tekstur talas mulai terlihat kering pada beberapa bagian, namun masih terdapat bagian yang belum kering secara merata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa distribusi panas dan aliran udara pada rak pengering belum optimal sehingga proses penurunan kadar air berlangsung lebih lambat, terutama saat kondisi cuaca mendung dan intensitas cahaya matahari menurun. Karakteristik kerupuk talas hasil pengeringan *hybrid* menunjukkan tingkat kekeringan yang lebih rendah dibandingkan sistem tungku. Kondisi kerupuk talas setelah pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Kondisi kerupuk talas setelah pengeringan *hybrid*

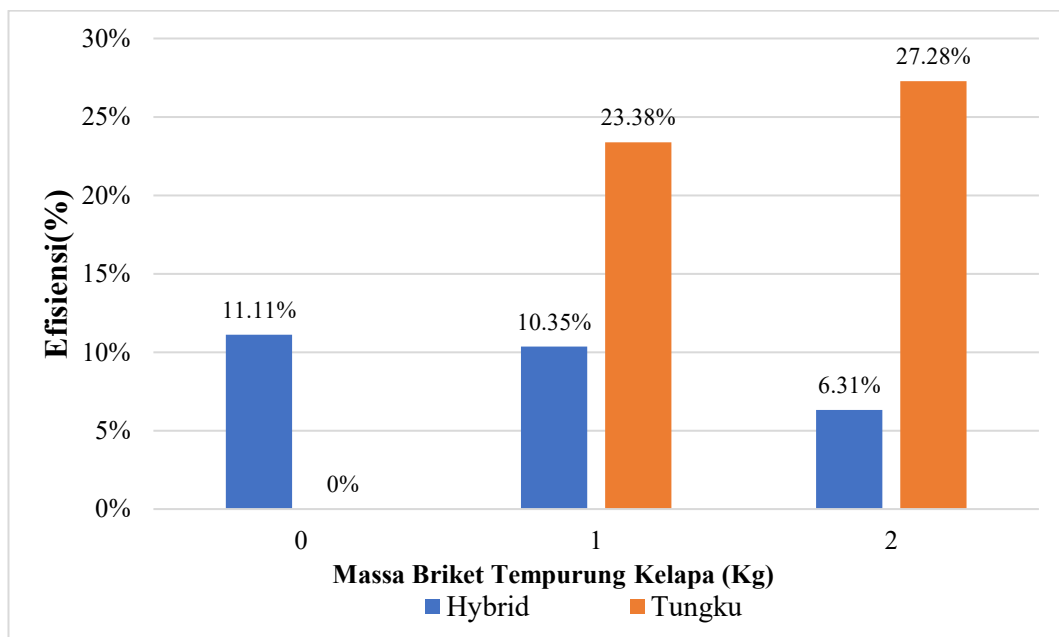
Hasil pengeringan selama menggunakan tungku, perubahan fisik terlihat jauh lebih signifikan. Warna talas berubah menjadi kecoklatan dengan distribusi warna yang merata pada permukaan bahan. Tekstur talas tampak lebih kering, rapuh, dan padat akibat penurunan kadar air hingga mencapai 7,64%. Selain itu, kerupuk talas mengalami penyusutan yang menunjukkan proses penguapan air berlangsung dengan baik. Kondisi tersebut terjadi karena sistem tungku mampu menghasilkan temperatur pengeringan yang lebih tinggi dan stabil sehingga proses penguapan air berlangsung lebih cepat dan optimal selama proses pengeringan. Kondisi kerupuk talas setelah pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Kondisi kerupuk talas setelah pengeringan tungku

4.6 Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu sistem pengering dalam memanfaatkan energi panas selama proses pengeringan berlangsung. Nilai efisiensi pengeringan dipengaruhi oleh temperatur ruang pengering, sumber panas yang digunakan, serta kemampuan sistem dalam mengurangi kadar air pada bahan. Perbandingan efisiensi pengeringan *hybrid* dan pengeringan tungku terhadap waktu yang dapat ditemukan pada Lampiran C.1 sampai Lampiran C.5 disajikan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perbandingan efisiensi pengeringan *hybrid* dan pengeringan tungku

Berdasarkan Gambar 4.15, pada massa briket 0 kg sistem *hybrid* mencatatkan efisiensi sebesar 11,11%, sedangkan sistem tungku sebesar 0% karena tungku belum dioperasikan. Tingginya efisiensi sistem hybrid pada kondisi ini disebabkan oleh pemanfaatan energi surya yang optimal melalui kolektor surya pelat datar sebagai satu-satunya sumber panas.

Pada massa briket 1 kg, efisiensi sistem tungku meningkat signifikan menjadi 23,38%, sedangkan efisiensi sistem hybrid mengalami penurunan menjadi 10,35%. Kondisi ini menunjukkan bahwa panas yang dihasilkan dari pembakaran briket mampu meningkatkan performa sistem tungku secara signifikan. Penurunan efisiensi pada sistem hybrid dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang mulai mendung sehingga intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor surya berkurang,

ditambah adanya rugi-rugi panas pada kolektor yang menyebabkan panas yang disalurkan ke ruang pengering tidak maksimal.

Pada massa briket 2 kg, efisiensi sistem tungku kembali meningkat mencapai nilai tertinggi sebesar 27,28%, sedangkan efisiensi sistem hybrid terus mengalami penurunan menjadi 6,31%. Peningkatan efisiensi sistem tungku ini disebabkan oleh penambahan massa briket yang menghasilkan pembakaran lebih besar dan stabil, sehingga energi panas yang dimanfaatkan untuk proses pengeringan semakin optimal. Sebaliknya, penurunan efisiensi sistem hybrid yang semakin besar menunjukkan bahwa ketergantungan sistem hybrid terhadap radiasi matahari menjadi kelemahan utama ketika kondisi cuaca tidak mendukung.

4.7 Penentuan Akhir Proses Pengeringan Kerupuk Talas

Berdasarkan hasil pengujian dengan penggunaan massa briket optimum sebesar 1 kg, kadar air kerupuk talas mencapai 11,76% pada sistem hybrid dan 11,23% pada sistem tungku. Nilai tersebut telah berada di bawah batas kadar air maksimum kerupuk mentah sebesar 12% sesuai dengan SNI, sehingga proses pengeringan pada massa briket 1 kg sebenarnya telah memenuhi persyaratan kadar air produk. Namun, pengeringan tetap dilanjutkan hingga akhir penelitian sehingga kadar air terus menurun menjadi 8,56% pada sistem hybrid dan 7,64% pada sistem tungku. Penurunan kadar air yang berlanjut tersebut disertai dengan perubahan warna kerupuk menjadi kecoklatan, yang menunjukkan bahwa proses pengeringan telah berlangsung melebihi kondisi yang diperlukan. Oleh karena itu, proses pengeringan sebaiknya dihentikan setelah kadar air mencapai batas yang dipersyaratkan agar mutu visual kerupuk tetap terjaga.