

## Pengaruh Variasi Tinggi *Cover Collector* Distilasi Surya Pasif Terhadap Produktivitas Air Desalinasi

Marwill Daniel Djoe<sup>1\*</sup>, Ben V. Tarigan<sup>2)</sup>, Muhamad Jafri<sup>3)</sup>

<sup>1-3)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

\*Corresponding author: marwilldaniel@gmail.com

### ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan vital yang semakin sulit dipenuhi di banyak wilayah di dunia, termasuk Indonesia, yang menghadapi tantangan besar dalam menyediakan air bersih. Desalinasi surya pasif adalah salah satu metode alternatif yang efisien untuk mengolah air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan energi matahari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi kover basin terhadap produktivitas air desalinasi surya pasif, dengan menggunakan arang sebagai material penyerap panas. Variasi tinggi kover basin yang digunakan adalah 30 cm, 45 cm, dan 55 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin pendek jarak antara permukaan air laut dan kover basin, semakin tinggi produktivitas distilat yang dihasilkan. Basin 1 (30 cm) menghasilkan air desalinasi terbanyak (120 ml) dibandingkan basin lainnya. Basin 2 (45 cm) menghasilkan 94 ml, sementara basin 3 (55 cm) menghasilkan 60 ml. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak kover basin yang lebih kecil meningkatkan laju evaporasi dan kondensasi, yang berkontribusi pada peningkatan produktivitas air desalinasi.

### ABSTRACT

*Clean water is a vital need that is increasingly difficult to meet in many regions of the world, including Indonesia, which faces significant challenges in providing clean water. Passive solar desalination is an efficient alternative method for processing seawater into freshwater by utilizing solar energy. This study aims to analyze the effect of varying basin cover heights on the productivity of passive solar desalination water, using charcoal as a heat absorber. The basin cover heights used were 30 cm, 45 cm, and 55 cm. The results showed that the shorter the distance between the sea surface and the basin cover, the higher the distillate productivity. Basin 1 (30 cm) produced the most desalinated water (120 ml) compared to the other basins. Basin 2 (45 cm) produced 94 ml, while basin 3 (55 cm) produced 60 ml. This indicates that a smaller basin cover distance increases the evaporation and condensation rates, which contribute to increased desalinated water productivity.*

**Keywords:** *Passive Solar Desalination; Charcoal Absorber; Glass Cover Collector.*

### PENDAHULUAN

Pentingnya air bersih sebagai sumber daya vital bagi kehidupan manusia dan kelangsungan lingkungan tidak dapat dipandang remeh. Menurut United Nations Organization, pada tahun 2025, diperkirakan 1,8 miliar jiwa di dunia akan mengalami kelangkaan air bersih [1]. Dengan demikian masalah tersebut dapat diatasi dengan pemanfaatan air laut yang sangat berlimpah dimana sekitar 97,5% berada di lautan [2]. Maka dengan itu persediaan air laut dipastikan tidak akan habis. Akan tetapi air laut tidak dapat digunakan secara langsung karena memiliki kadar garam yang tinggi yaitu sekitar

3% [3] dan [4]. Agar air laut dapat dikonsumsi, maka perlu diubah menjadi air tawar terlebih dahulu, proses inilah yang dikenal dengan desalinasi.

Desalinasi adalah proses menghilangkan tingkat kadar garam yang berlebih pada air. Banyak metode desalinasi yang sudah dikembangkan, contohnya membran, reverse osmosis, electrodialysis, multisatge flash distillation, multi-effect distillation dan distilasi surya (solar distillation/ solar still). Dari beberapa metode tersebut, distilasi surya (solar distillation/ solar still) [5] dan [6], telah menarik perhatian karena efisiensi yang tinggi, biaya terjangkau, dan lebih portabel dibandingkan dengan metode lainnya [7].

Distilasi surya merupakan salah satu metode untuk menjernihkan air yang terkontaminasi menjadi air bersih baik yang bisa dipakai untuk kebutuhan sehari-hari maupun air minum [4]. Prinsip kerja alat distilasi surya adalah penguapan air yang terkontaminasi dan pengembunan air. Terdapat dua komponen penting dalam alat distilasi yaitu absorban dan kaca penutup kover basin.

Pengaruh jarak kover basin dengan absorban berdampak terhadap proses evaporasi dan kondensasi distilasi surya. Dengan begitu dilakukan variasi terhadap perbedaan kover basin sehingga menjadi perbandingan terhadap efisiensi alat distilasi, dikarenakan saat jarak kover basin diperkecil, cahaya matahari dapat diserap lebih baik oleh absorban, yang kemudian memanaskan udara atau air laut di dalam basin tersebut [8]. Peningkatan suhu menciptakan perbedaan antara absorber dan udara lingkungan, berdasarkan fenomena ini dikenal sebagai prinsip Gay-Lussac. Menurut hukum ini, tekanan udara cenderung meningkat ketika suhu naik, dan sebaliknya [9]. Dengan meningkatnya suhu di sekitar absorban, tekanan udara di dalam ruang tersebut turut meningkat. Absorban yang digunakan adalah arang, dan absorban ini sudah dilakukan peneliti terdahulu seperti arang kusambi [10], [11], briket arang [12], [13], [14]. Perbedaan suhu yang dihasilkan menciptakan perbedaan tekanan udara di dalam dan di luar ruang. Peningkatan tekanan udara ini dapat mempercepat proses penguapan molekul air di dalam ruang tersebut. Sebaliknya, tekanan udara yang rendah dapat menghambat proses penguapan. Dengan demikian, semakin kecil ruang yang dihasilkan oleh jarak yang lebih kecil antara kover basin dengan absorban dapat meningkatkan suhu di sekitar absorban, meningkatkan tekanan udara di dalam ruang tersebut, dan secara keseluruhan, berkontribusi pada percepatan proses penguapan pada distilasi surya [15].

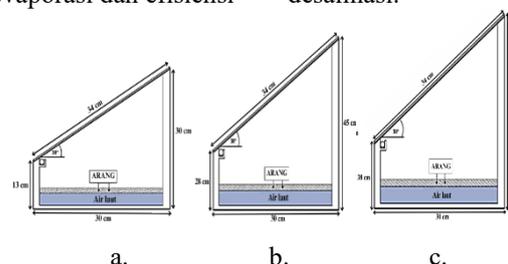
Berdasarkan masalah di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengevaluasi potensi kover basin dengan perbedaan jarak dari dasar basin ke kover basin adalah 30cm,

45cm, dan 55cm dengan menggunakan arang sebagai penyerap energi surya pada desalinasi surya pasif. Penambahan jarak kover basin diharapkan dapat meningkatkan laju evaporasi air laut.

## METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan dalam analisis data ini adalah metode analisis deskriptif, yang menggunakan persamaan-persamaan yang telah diulas dalam tinjauan pustaka. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk memahami dan menggambarkan fenomena laju evaporasi dan efisiensi desalinasi yang terkait dengan penelitian ini.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tinggi kover basin, yaitu tinggi 30 cm, 45 cm, dan 55 cm. Sedangkan variabel terikat adalah volume air hasil distilat, laju evaporasi dan efisiensi desalinasi.



Gambar 1. Variabel penelitian a. (30 cm), b. (45 cm), dan c. (55 cm)

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: gelas ukur, termokopel, Solar Power Meter, refraktometer salinitas, timbangan, Sensor hygrometer, timer, Arduino Mega, dan PC. Sedangkan bahan yang digunakan Adalah basin, briket arang, air laut dan isolator.

## Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan 3 basin dengan dimensi yang berbeda, antara lain variasi ketinggian pada bagian depan basin dari kaca penutup ke dasar basin yaitu 13 cm, 28 cm, dan 48 cm, dan pada bagian belakang basin dari kaca penutup ke dasar basin yaitu 30 cm, 45 cm, dan 55 cm (Jamil & Akhtar, 2016). Kemudian ditambahkan dengan kotak penampungan pada bagian dalam basin yang

terbuat dari kaca sebagai isolator dan dapat menampung air laut sebanyak 2 liter. Sebagai dasar dari basin ditambahkan kotak pada bagian luar yang terbuat dari seng licin yang di beri warna hitam sehingga bisa sebagai heat collector tambahan. Cover terbuat dari kaca transparan ketebalan 3 mm, dengan jalur distilat yang terbuat dari bahan plastik tebal (map snelhecter) sebagai jalur distilat agar uap yang mengembun dapat mengalir turun dari kaca lalu keluar dari basin.

Pengambilan data dilakukan pada pukul 09.00-16.00 selama 7 jam dengan interval waktu setiap 1 menit untuk data kelembaban dan suhu pada titik-titik sensor yang diberikan. Penelitian ini juga mengumpulkan data intensitas matahari dan produksi distilat pada interval waktu setiap 30 menit. Data yang diukur selama pengujian meliputi temperatur air laut, temperatur ruangan, temperatur kaca, kelembaban, intensitas matahari, serta jumlah distilat yang dihasilkan.

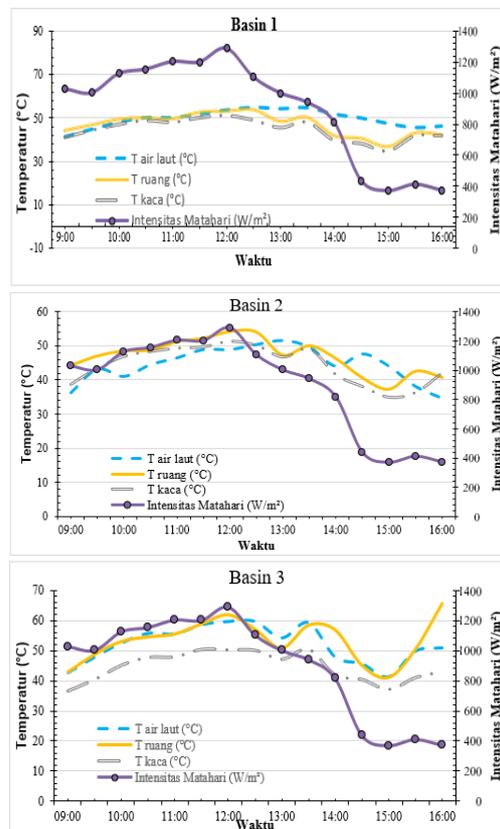
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

Data hasil pengujian yang diperoleh dalam penelitian ini adalah intensitas radiasi matahari, kelembaban ruang basin, temperatur permukaan air laut, temperatur ruang basin dan temperatur kaca penutup. Data-data ini kami tunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara variable. Grafik hubungan pertama adalah antara intensitas matahari dan temperatur (Gambar 2).

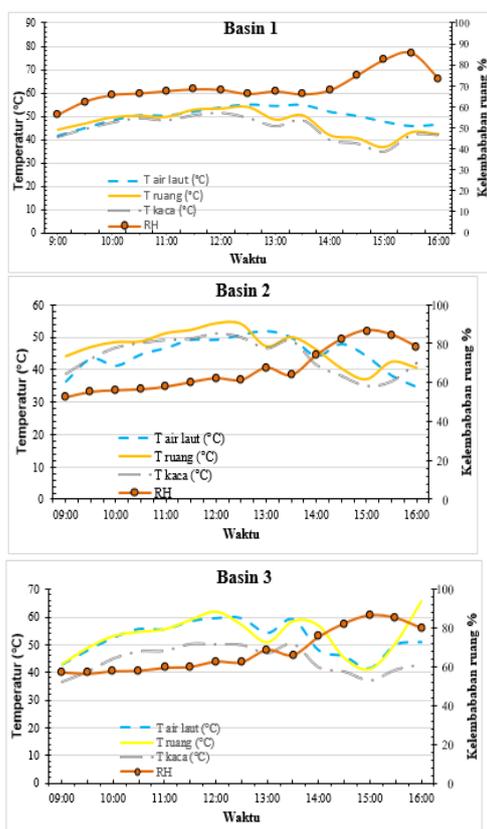
Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat bahwa intensitas matahari berpengaruh signifikan terhadap perubahan temperatur air laut, ruang, dan kaca sepanjang hari. Pada pagi hari, intensitas matahari sebesar  $1028 \text{ W/m}^2$  pada pukul 09.00 menyebabkan suhu air laut, ruang, dan kaca masing-masing mencapai  $42,7^\circ\text{C}$ ,  $42,8^\circ\text{C}$ , dan  $36,5^\circ\text{C}$ . Seiring meningkatnya intensitas matahari hingga mencapai puncak sebesar  $1290 \text{ W/m}^2$  pada pukul 12.00, suhu air laut, ruang, dan kaca juga mengalami peningkatan yang signifikan, yaitu  $59,6^\circ\text{C}$  untuk air laut,  $61,8^\circ\text{C}$  untuk

ruang, dan  $50,2^\circ\text{C}$  untuk kaca. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas matahari memiliki hubungan positif dengan peningkatan suhu ketiga komponen tersebut.



Gambar 2. Grafik hubungan intensitas matahari dan temperatur pada basin 1, 2, dan 3.

Data hasil pengujian selanjutnya yang dibuat dalam bentuk grafik adalah hubungan kelembaban dan temperature. Kelembaban ruang dalam basin 1, 2, dan 3 (gambar 3) menunjukkan tren yang serupa, dimana pada pukul 09.00 kelembaban tiap basin mengalami kenaikan seiring dengan naiknya temperatur. Namun, pada sekitar pukul 12.30 kelembaban ruang tiap basin kembali menurun. Relative humidity (RH) dapat dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu kondensasi dan evaporasi.



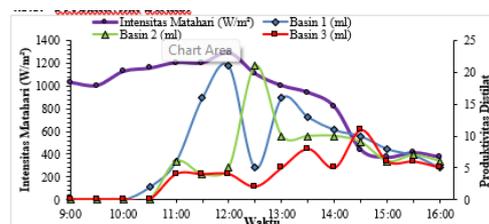
Gambar 3. Grafik hubungan kelembaban dan temperatur pada basin 1, 2, dan 3.

Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

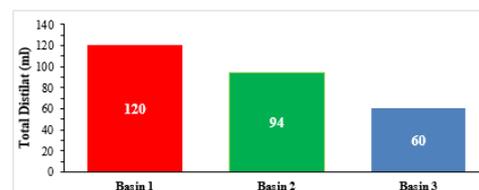
$$RH = \frac{\text{Laju kondensasi}}{\text{Laju evaporasi}} \times 100 \%$$

Pada pukul 09.00, dapat dinyatakan bahwa laju evaporasi melebihi laju kondensasi karena baru sedikit molekul uap air yang terbentuk. Dengan berjalannya waktu, molekul uap air yang ada di ruang semakin bertambah. Seiring dengan meningkatnya jumlah molekul uap air, peluang molekul uap air untuk mengembun kembali menjadi fase cair juga meningkat, yang artinya terjadi peningkatan laju kondensasi.

Data hasil pengujian selanjutnya Adalah volume air desalinasi per 30 menit dan volume total desalinasi (gambar 4 dan 5).



Gambar 4. Grafik produktivitas distilat per 30 menit.

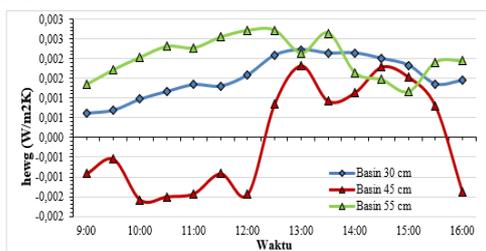


Gambar 5. Total distilat pengujian 8 jam.

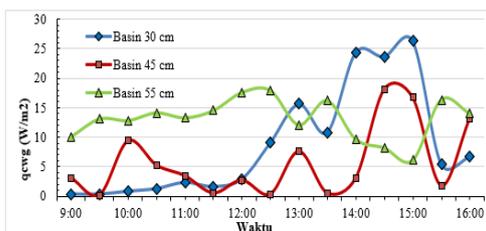
Dari hasil pengujian menunjukkan proses pembentukan distilat dalam penelitian dapat terjadi karena 2 hal yaitu penurunan intensitas matahari yang berdampak kepada penurunan temperatur serta jumlah molekul uap air yang semakin banyak dalam ruang basin, sehingga densitas molekul uap semakin padat dan kembali berubah menjadi fasa cair. Total distilat antara basin 1, 2, dan basin 3 disajikan pada Gambar 5. Hasil distilat maksimal diperoleh pada basin 1 sebanyak 120 ml, diikuti basin 2 sebanyak 94 ml, dan basin 3 sebanyak 60 ml. Dengan perbedaan hasil yang diperoleh pada setiap basin ini dapat disimpulkan bahwa pada basin 1, 2 dan 3 yang diberikan perbedaan ketinggian kover basin akan mempengaruhi temperatur dan kalor laten pada air laut dalam menghasilkan air tawar.

### Hasil Analisis dan Pembahasan

Data-data hasil pengujian dianalisis menggunakan persamaan yang dikembangkan para peneliti sebelumnya. Parameter yang dianalisis adalah, perpindahan panas, kalor laten evaporasi dan efisiensi desalinasi. Analisis pertama yang dilakukan Adalah koefisien dan laju perpindahan panas konveksi.



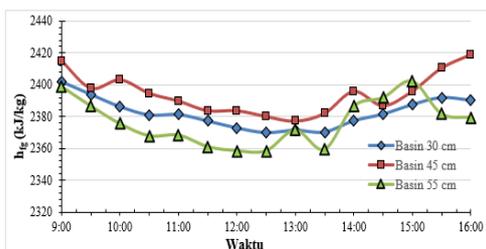
Gambar 6. Grafik koefisien perpindahan panas konveksi pada basin 1, 2, dan 3.



Gambar 7. Grafik perhitungan perpindahan panas konveksi pada basin 1, 2, dan 3.

Gambar 6 dan 7 menunjukkan nilai kalor perpindahan panas konveksi dan koefisien laju evaporasi basin 1 yang paling tinggi hingga pukul 14.00, lalu mengalami sedikit penurunan yang disebabkan oleh penurunan intensitas matahari. Kemudian saat intensitas matahari kembali meningkat pada pukul 14.30 - 15.00, laju evaporasi basin 1 mencapai nilai maksimumnya diikuti dengan basin 2, basin dan terendah yaitu basin 3. Data ini menunjukkan bahwa basin 1 memiliki konveksi dan laju evaporasi yang lebih baik dari dua basin lainnya, namun proses ini tetap bergantung pada intensitas matahari.

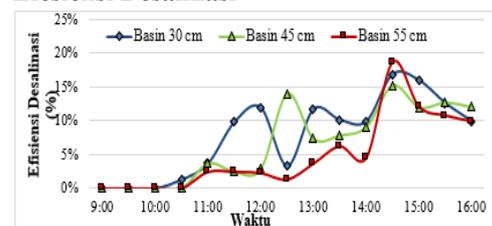
### Kalor Laten Evaporasi



Gambar 8. Kalor laten evaporasi pada basin 1, 2, dan 3.

Kalor laten evaporasi merupakan sifat fisik dari suatu zat yang penting untuk proses perubahan fase. Hal ini dapat didefinisikan sebagai besaran kalor atau energi yang diperlukan untuk mengubah fase air laut menjadi uap pada temperatur yang tetap. Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat bahwa Basin 1 memiliki perubahan suhu yang cukup signifikan dari pukul 9:00 hingga 16:00, menunjukkan adanya proses evaporasi yang aktif. Dari data yang diperoleh, Basin 1 membutuhkan energi sebesar 48,7 kJ untuk menguapkan sekitar 0,0215 kg air, yang menunjukkan laju evaporasi moderat dibandingkan dengan basin lainnya.

### Efisiensi Desalinasi



Gambar 9. Grafik perbandingan efisiensi desalinasi tiap basin

Perbandingan efisiensi desalinasi antara basin 1, 2, dan basin ditampilkan pada gambar 4.13 menunjukkan bahwa efisiensi desalinasi pada ketiga basin meningkat seiring waktu hingga mencapai puncaknya sekitar pukul 14:30, lalu menurun hingga akhir pada pukul 16:00. Pada awalnya, ketiga basin tidak menunjukkan aktivitas desalinasi yang signifikan hingga pukul 10:30, ketika Basin 1 mulai beroperasi dengan efisiensi 1,27%, sedangkan Basin 2 dan Basin 3 tetap pada 0%. Setelah itu, ketiga basin mulai mengalami peningkatan efisiensi, dengan Basin 1 secara konsisten memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan Basin 2 dan Basin 3.

Efisiensi rata-rata diperoleh pada basin 1 dengan variasi tinggi cover collector 30 cm sebesar 7,80%, diikuti dengan variasi tinggi cover collector 45 cm pada basin 2 sebesar 6,61%, dan variasi tinggi cover collector 55 cm pada basin 3 sebesar 4,94%. Efisiensi desalinasi ini dipengaruhi oleh 4 faktor yaitu, produktivitas distilat per jam, kalor laten

evaporasi, intensitas matahari dan luasan penyerap sinar matahari.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi cover collector memiliki pengaruh terhadap produktivitas distilat desalinasi surya pasif. Basin 1 dengan tinggi cover collector 30 cm menghasilkan distilat terbanyak, yaitu 120 ml, diikuti dengan basin 2 dengan tinggi cover collector 45 cm sebanyak 94 ml dan basin 3 dengan tinggi cover collector 55 cm sebanyak 60 ml. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak cover collector yang lebih kecil meningkatkan laju evaporasi dan kondensasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. U. N. -Water, "COPING WITH WATER SCARCITY A strategic issue and priority for system-wide action," 2006.
- [2]. V. Belessiotis, S. Kalogirou, and E. Delyannis, *Thermal solar desalination: methods and systems*.
- [3]. P. Durkaieswaran and K. K. Murugavel, "Various special designs of single basin passive solar still - A review," Oct. 01, 2015, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2015.04.111.
- [4]. FA. R. Sambada and F. Ananta, "Peningkatan Efisiensi Distilasi Air Energi Surya Menggunakan Pengapung," *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, vol. 13, no. 2, p. 70, Nov. 2020, doi: 10.24843/jem.2020.v13.i02.p05.
- [5]. M. Jafri, B. V. Tarigan, and D. G. H. Adoe, "Solar desalination with charcoal briquettes from plants as an additional absorption sorbent," *Heritage and Sustainable Development*, 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268755653>
- [6]. T. R. Pardiono, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Effect of tubular-typed charcoal height variations on efficiency in passive interfacial solar desalination," *Disseminating Information on the Research of Mechanical Engineering-Jurnal Polimesin*, vol. 22, no. 3, 2024, [Online]. Available: <http://ejurnal.pnl.ac.id/polimesin>
- [7]. F. Tao, A. Valenzuela Garcia, T. Xiao, Y. Zhang, Y. Yin, and X. Chen, "Interfacial Solar Vapor Generation: Introducing Students to Experimental Procedures and Analysis for Efficiently Harvesting Energy and Generating Vapor at the Air-Water Interface," *J Chem Educ*, vol. 97, no. 4, pp. 1093–1100, Apr. 2020, doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00643.
- [8]. F. A. Essa *et al.*, "Parameters Affecting the Efficiency of Solar Stills—Recent Review," Sep. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/su141710668.
- [9]. Achmad Wibolo, I Made Anom Adiaksa, and I Nyoman Gunung, "STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH TEKANAN UDARA TERHADAP PERPINDAHAN PANAS PADA KONDENSOR DESTILASI," in *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) ke-VII*, ISAS Publishing, 2021.
- [10]. F. Alfarisi, M. Jafri, B. V. Tarigan, ) Program, and S. T. Mesin, "Penggunaan Bahan Alami Briket Arang Kayu sebagai Penyerap dan Penyimpan Kalor Solar Still Desalinasi Interfasial," vol. 11, no. 02, pp. 33–40, 2024, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJ TMU>
- [11]. M. Jafri, B. Vasco Tarigan, and D. Godlief Heryson Adoe, "Use of multilevel channels and PCM Charcoal chunks in passive solar desalination basins to improve water productivity and desalination efficiency," 2024.
- [12]. R. I. Muhamad, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Experiment of Passive Solar Desalination with Inclined Heating Type with Variation of Cover Glass Distance," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 927, pp. 51–57, Jun. 2025, doi: 10.4028/p-r5ila2.

- [13]. B. V. Tarigan, M. Jafri, and D. G. H. Adoe, "Use of coconut shell charcoal briquettes as PCM seawater distillation," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics, May 2024. doi: 10.1063/5.0210341.
- [14]. S. R. T. Siagian, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Charcoal briquettes for interfacial solar desalination," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics, Jul. 2024. doi: 10.1063/5.0211971.
- [15]. W. Chamsa-ard, D. Fawcett, C. C. Fung, and G. Poinern, "Solar Thermal Energy Stills for Desalination: A Review of Designs, Operational Parameters and Material Advances," *Journal of Energy and Power Technology*, vol. 2, no. 4, Dec. 2020, doi: 10.21926/jept.2004018.