



Modifikasi Rancang Bangun Kondensasi Uap Air Laut untuk Mendapatkan Air Murni

Modification of Design and Condensation of Sea Water to Get Pure Water

Ahmad Yudha Yuga¹, Tamrin¹, Warji^{1*}, Sapto Kuncoro¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: warji1978@gmail.com

Abstract. *Water is a natural resource that is needed for the necessities of life for many people, even by all living things on earth. Therefore, water resources must be protected so that they can still be used properly by humans and other living things. In human life always need water, so research is carried out. Modification of the design of the condensation device for the greenhouse model to purify seawater needs to be developed to obtain fresh water. The purpose of this study is to convert seawater using solar energy from the sun using the principle of the greenhouse effect. This research uses the method of designing, assembling, and testing the performance of the tool. The test results of this tool have been able to evaporate sea water in one day ranging from 708 ml - 924 ml, while the water that can be harvested in one day ranges from 190 ml - 300 ml. The energy efficiency obtained in this tool ranges from 7.92% - 9.31%, while the efficiency of the evaporation results from this tool is obtained from a value ranging from 26.98% - 32.46%. This tool has been able to change seawater into fresh water using the principle of the greenhouse effect but is still not able to work optimally.*

Keywords: *Fresh water, Greenhouse effect, Sea water.*

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang paling vital diperlukan makhluk hidup, terutama bagi kehidupan sehari-hari manusia. Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok rumah tangga karena setiap aktivitas membutuhkan air, terutama untuk minum, memasak, mandi, mencuci pakaian, mencuci piring dan kegiatan lainnya. Air bersih adalah air yang harus memenuhi persyaratan diantaranya adalah air tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung bakteri. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kondisi sosial-ekonomi masyarakat, maka meningkat pula kebutuhan akan air, sedangkan jumlah air yang tersedia

relatif tetap atau bahkan berkurang kualitasnya. Hal ini menyebabkan terjadinya krisis air yang telah mulai dirasakan oleh masyarakat di berbagai belahan dunia termasuk di Indonesia.

Air bersih biasanya didapat masyarakat khususnya diperkotaan dari perusahaan air minum (PAM), air minum galon dan air kemasan. Sedangkan untuk masyarakat pedesaan dan daerah pesisir pantai sumber air bersih biasanya air sungai atau sumur. Hampir 97% air di muka bumi ini adalah air laut dan tidak dapat digunakan oleh manusia secara langsung dan harus dengan perlakuan khusus. Dari 3% yang tersisa, 2% diantaranya tersimpan sebagai gunung es (gletser) di kutub-kutub bumi yang juga tidak dapat dimanfaatkan secara langsung. Hanya 1% air yang terdapat di danau, sungai dan air tanah yang benar-benar tersedia untuk keperluan manusia. Sedangkan kualitas air yang memadai bagi konsumsi manusia hanya sekitar 0,003% (Effendi, 2003).

Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 95.181 km dan merupakan garis pantai terpanjang kedua di dunia, dengan luas perairan laut mencapai 5,8 juta kilometer persegi, yang merupakan 71% dari keseluruhan wilayah Indonesia (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2019). Dengan sumber daya air laut Indonesia yang begitu besar, maka krisis air tawar dapat di atasi dengan memanfaatkan potensi kekayaan air laut tersebut. Salah satu cara untuk merubah air laut (asin) menjadi air tawar adalah teknik penyulingan. Penyulingan adalah perubahan bahan dari bentuk cair ke bentuk gas melalui proses pemanasan cairan tersebut, dan kemudian mendinginkan gas hasil pemanasan, untuk selanjutnya mengumpulkan tetesan cairan yang mengembun (Cammack, 2006).

Konsepnya sederhana dan serupa dengan siklus hidrologi, yaitu dengan menguapkan air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan atau kondensasi dan dikumpulkan kedalam suatu wadah penampungan sehingga di dapatkan air tawar. Sumber panas yang dimanfaatkan berasal dari energi yang beragam seperti minyak gas, listrik, tenaga matahari, dan lainnya (Hidayat, 2011).

Kondensasi atau pengembunan adalah suatu proses perubahan keadaan fisik uap dari fase gas menjadi fase cair. Kondensasi telah dibagi menjadi dua bagian yaitu kondensasi yaitu kondensasi eksterior dan interior.

Saat ini istilah pemanasan global (*global warming*) bukan hal asing di telinga masyarakat. Tak jarang istilah tersebut dijadikan penyebab terjadinya perubahan temperatur, cuaca yang tak menentu, banjir, longsor, dan bencana alam lainnya. Munculnya istilah pemanasan global bukan karena tidak ada alasan. Eksploitasi secara berlebihan dan tak bertanggung jawab yang dilakukan oleh manusia menjadi salah satu alasan hadirnya istilah tersebut (Yanto 2007). Akibatnya, secara perlahan dan pasti, alam akan bereaksi. Pemanasan global merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke *chlorofluorocarbons* (CFC) (selanjutnya disebut sebagai emisi gas rumah kaca (GRK)) sehingga energi matahari terperangkap dalam atmosfer bumi (Riebeek 2010). Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi alat kondensasi uap air untuk mendapatkan air murni dan menguji kinerja alat kondensasi uap air hasil dari modifikasi untuk mendapatkan air murni.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air laut murni dari pantai Ketapang, Kabupaten Pesawaran. Sedangkan alat yang digunakan alat penelitian ini yaitu, gunting, meteran penggaris, penggaris siku, palu, selang, seng, lux meter, glass ukur, thermometer.

2.2 Waktu dan Perancangan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2020, bertempat di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Adapun untuk

perancanganya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan guna untuk melengkapi dan menyempurnakan alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni Pertama, kriteria design yang bertujuan untuk mendapatkan target minimal yang akan dicapai seperti pemanfaatan sumber energi surya matahari, pemanfaatan suhu, dan mendapatkan air murni dari proses penguapan alami serta menentukan dimensi rancangan, ukuran, dan bahan. Kedua, rancangan struktural yaitu gambaran utuh dari sebuah rancangan yang terdiri dari tata letak dan struktur rancangan. Ketiga, rancangan fungsional yaitu penjelasan atas semua fungsi dari setiap komponen alat.

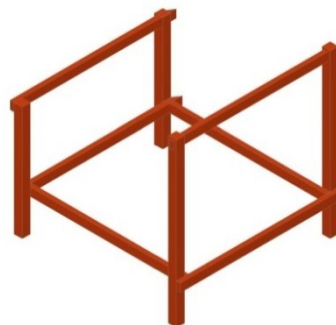
2.2.1 Kriteria Desain

Proses penyulingan dapat berlangsung selama 8 jam per hari dan mampu menghasilkan uap air murni yang dapat mengalir sendiri ke tempat penampungan air murni tersebut.

2.2.2 Rancangan Struktural

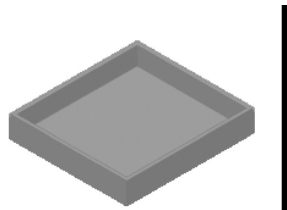
Rancangan struktural dalam pembuatan alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni terdiri dari beberapa komponen yaitu, kerangka, bak penampung air laut, tempat penampung air murni, plastik bening, kaca diatas alat untuk sbagai pendingin. Penutup utama pada alat ini yaitu menggunakan plastik bening yang berfungsi untuk menyerap panas matahari untuk kelangsungan penguapan air laut pada bak penampung air laut. Jadi panas yang diserap akan membentuk uap air yang menempel pada plastik bening tersebut dan akan terkondesasi melalui adanya aliran air yang bersuhu dengan tingkatan rata-rata rendah yaitu berkisar $(25-27)^{\circ}\text{C}$ yang nantinya akan menetes ke bak penampung air murni yang telah tertanam di bawah permukaan alat. Rancangan struktural alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni.

Kerangka utama (Gambar 1) berfungsi untuk menopang atau menyangga bagian bagian pada alat penguapan air laut untuk mendapatkan air murni, seperti bak penampung air laut, tempat ruangan penguapan, tempat penampung hasil dari penguapan, dan pendingin air. Rangka utama memiliki panjang 90 cm, lebar 90 cm, dan tinggi bagian depan 133 cm dan untuk bagian belakag 87 cm dengan dengan kemiringan alat tersebut 26 derajat. dan untuk ruang yang digunakan untuk penguapan adalah panjang 90 cm lebar 90 cm dan untuk tinggi bagian depan 57 cm sedangkan tinggi bagian belakang 18 cm. Bahan pembuatan kerangka yaitu kayu kaso dengan dimensi 5x5 cm berbentuk persegi dan kayu yang berukuran 5x3 cm.

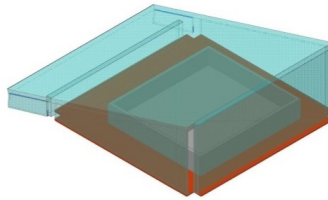


Gambar 1. Kerangka utama

Bak penampung air laut (Gambar 2) berfungsi sebagai wadah buat menampung air laut. Bak penampung berbentuk persegi dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 10 cm. Bak penampung air laut ini dapat memuat air laut berjumlah 80 liter. Ruangan penguapan berfungsi sebagai wadah penampung air laut utama untuk menguapkan air laut yang ada dalam seperti Gambar 3.

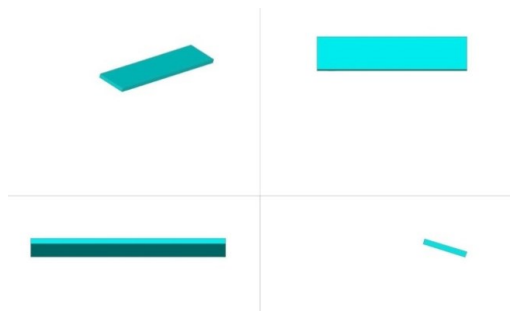


Gambar 2. Bak penampung air laut

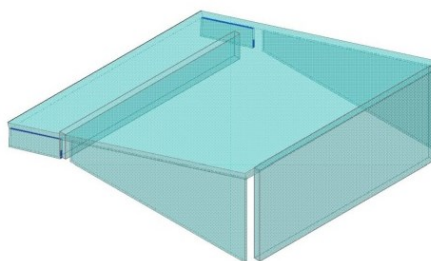


Gambar 3. Ruangan penguapan

Ruangan pendingin berisi air berfungsi sebagai pendingin untuk mempercepat terbentuknya uap uap kondensasi Gambar 4. Plastik bening untuk memerangkap sinar cahaya pendek matahari untuk menguapkan air laut, untuk mempertahankan uap air supaya tidak keluar dari ruangan alat, dan supaya air tersebut mengalir ketempat air murninya. Plastik transparan yang digunakan dalam pembuatan alat ini memiliki ketebalan 0.23 mm dengan panjang 4 m untuk membalut 4 sisi alat dan 1,25 m untuk menutupi bagian atap sebagaimana Gambar 5.



Gambar 4. Pendingin

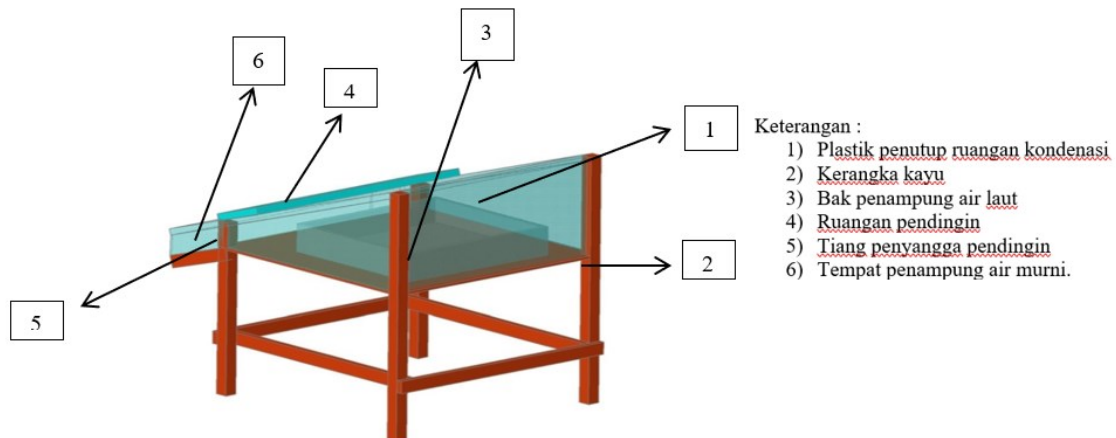


Gambar 5. Plastik

2.2.3. Rancangan Fungsional

Dalam rancangan alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni ini terdapat beberapa komponen utama yaitu, plastik bening berfungsi untuk menyerap panas matahari kedalam ruang penguapan. Bak penampung air laut berfungsi untuk menampung air laut yang akan diuapkan. Bak penampung air murni berfungsi untuk menampung air murni hasil dari tetesan air yang

terkondensasi. Bagian yang penting ialah bagian kerangka utama untuk menopang bak-bak penampung yang ada pada alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni. Kayu untuk penyangga tempat air pendingin uap kondensasi. Bak pendingin hasil air kondensasi biar biasa cepat terjadinya penguapan. Pendingin berfungsi untuk mengalirkan hasil dari kondensasi uap air laut.



Gambar. 6. Alat kondensasi uap air laut yang dimodifikasi

Adapun penelitian rancang bangun kondensasi uap air laut yang dilakukan sebelumnya, pemanenan air murninya masih dilakukan secara manual mrnggunakan wiper; alatnya seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Alat kondensasi uap air laut penelitian sebelumnya

2.3 Prosedur Pengujian Alat

Setelah pembuatan modifikasi alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni, maka alat ini akan diuji hasilnya. Untuk pengujian dibutuhkan beberapa alat yaitu:

- a. Termometer digital berfungsi untuk mengukur suhu air yang ada pada bak penampung air laut, bak penampung air murni, dan ruang pendingin.
- b. *Stopwatch* untuk mengukur waktu penguapan.
- c. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur jumlah volume air murni
- d. Timbangan digital berfungsi untuk mengukur berat air

Pengujian pada alat ini dilakukan dengan metode efisiensi harian untuk mengetahui kemampuan kerja dari alat kondensasi uap air laut untuk mendapatkan air murni. Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan semua perlengkapan dan bahan yang akan digunakan diantaranya alat kondensasi beserta komponen pendukung dan bahannya menggunakan air laut tanpa campuran zat lain. Pengujian dilakukan dengan pengukuran per hari serta lama penyinaran yang diukur selama kurang lebih 7 sampai dengan 10 jam dan pengulangan ini dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan. Dengan tahapan nya sebagai berikut:

1. Menimbang berat awal bahan air laut
2. Memasukan bahan berupa air laut ke dalam ruang penguapan
3. Mengukur suhu pada ruang penguapan dan ruang pendingin menggunakan Thermometer serta mengukur RH atau kelembaban ruangan dengan menggunakan alat Higrometer
4. Pengukuran dilakukan selama kurang lebih 10 jam dari jam 8.00 WIB pagi sampai dengan pukul 17.00 WIB.
5. Mengukur hasil air tetesan dari proses kondensasi.
6. Menghitung besaran laju penguapan dengan menimbang berat awal dikurangi berat akhir bahan air laut yang ada pada ruang penguapan.
7. Selanjutnya, setelah semua prosedur telah dilakukan ulangi percobaan untuk hari berikutnya dengan mengikuti langkah 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.

2.4 Efisiensi Energi dan Efisiensi Hasil Penguapan

2.4.1 Efisiensi Energi

Efisiensi energi yang diterapkan pada penelitian ini dengan menghitung jumlah energi untuk menguapkan air laut dibandingkan dengan energi yang menembus masuk kedalam alat rumah kaca. Perhitungan efisiensi energi pada penelitian ini menggunakan rumus pada pernyataan di bawah ini.

$$\text{Efisiensi } (\eta) = \frac{\text{air}}{\text{energi yang menembus ke alat}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4.2 Efisiensi Hasil Penguapan

Matahari merupakan sumber energi utama pada proses penelitian ini. Energi yang terpakai selama proses penguapan berlangsung dan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan sejumlah air atau memanaskan air merupakan hasil bagi untuk memperoleh air murni. Efisiensi hasil penguapan air laut adalah hasil bagi antara hasil tetesan uap air dan total penguapan dikalikan 100% yang dinyatakan pada persamaan di bawah ini.

$$(\eta) = \frac{\text{hasil uap air}}{\text{total penguapan}} \times 100\% \quad (2)$$

dimana (η) adalah nilai efisiensi (%), hasil uap air adalah jumlah air murni yang didapat (ml), dan total penguapan adalah jumlah air laut yang menguap (ml).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Alat Kondensasi Model Rumah Kaca

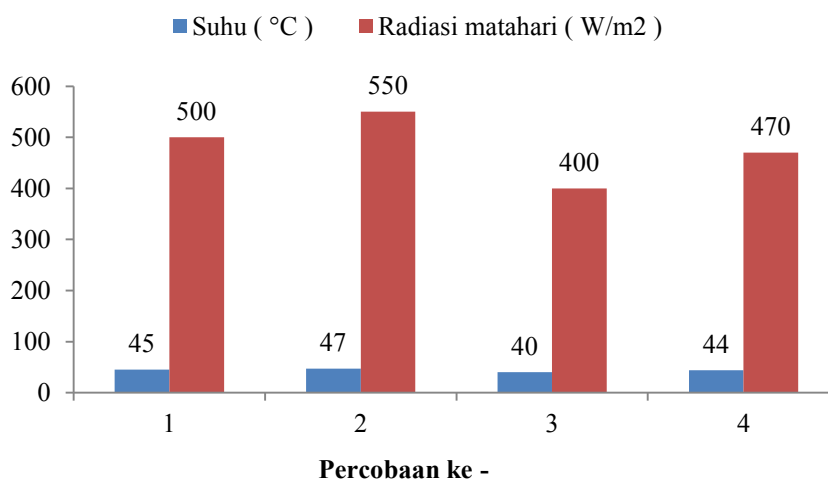
Alat kondensasi model rumah kaca dapat mengubah air laut menjadi air tawar dengan menggunakan prinsip efek rumah kaca. Alat ini dibuat berdasarkan penjelasan pendahuluan yang telah dijelaskan. Alat kondensasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Alat kondensasi model rumah kaca

3.2. Hasil Uji Kinerja

Alat kondensasi model rumah kaca ini menggunakan bahan baku berupa air laut murni. Pengujian alat dilakukan dalam 4 kali percobaan. Parameter dalam percobaan yaitu suhu dan radiasi matahari. Hasil uji kinerja yang diperoleh disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil uji kinerja alat

Grafik hasil uji kinerja alat menunjukkan bahwa, penyulingan air laut dipengaruhi oleh radiasi matahari serta suhu di dalam alat. Dari gambar di atas dapat diketahui terjadi perbedaan rata-rata dari kedua parameter yakni rata-rata radiasi matahari dan suhu udara. Hasil pengukuran tersebut mempengaruhi air murni yang didapat selama masing-masing percobaan yang telah dilakukan. Hasil air murni tertinggi sebesar 300 ml didapat ketika rata-rata radiasi matahari dan suhu udara mencapai 500 W/m^2 dan 42°C , sedangkan pada percobaan pertama, ketiga, dan keempat didapat hasil air murni sebesar 250 ml, 190 ml, dan 251 ml.

3.3 Efisiensi Energi

Percobaan yang telah dilakukan, efisiensi energi terendah berada pada percobaan hari keempat dengan nilai efisiensi 7,92 % dan tertinggi pada percobaan ketiga dengan nilai sebesar 9,31%. Nilai efisiensi dinyatakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi energi alat kondensasi model rumah kaca

Hari ke -	Total air yang menguap (ml)	Energi untuk menguapkan air Q1 (Kj)	Energi sinar matahari Q2 (Kj)	Efisiensi (%)
1	863	2013,30	22176	9,08
2	924	2155,60	24393	8,82
3	708	1651,70	17740	9,31
4	841	1962,05	20845	7,92

Pada Tabel 1 menjelaskan bahwa besaran energi yang dibutuhkan ketika air yang menguap sebanyak 708 ml sebesar 17740 Kj sehingga besar energi yang dihasilkan jika dipersentasekan sebesar 9,31%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh terhadap kapasitas volume penguapan pada alat dan nilai efisiensi energi yang dihasilkan.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dewantara dkk. (2018) diperoleh hasil nilai efisiensi sebesar 4,45 %, sedangkan penelitian rancang bangun alat kondensasi model rumah kaca menunjukan hasil yang optimal dengan efisiensi energi sebesar 9,31 %. Nilai efisiensi tersebut didapatkan karena cara pemanenan air murni yang dilakukan secara manual dengan mengusap butiran air ketika telah dalam kondisi jenuh dapat meminimalisir kehilangan air atau lose, dibandingkan dengan penelitian Dewantara dkk. (2018) jarak penampang kaca dengan bak air laut terlalu dekat sehingga menyebabkan banyaknya butiran air yang jatuh kembali ke bak penampung air laut membuat kehilangan air atau lose. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rivaldo (2020) menjelaskan bahwa besaran energi yang dibutuhkan ketika untuk menguapkan air sebanyak 814 ml membutuhkan energi sebesar 7746,01 kj sehingga besaran energi yang dihasilkan sebesar 26,40%.

3.4 Efisiensi Hasil Penguapan

Efisiensi hasil penguapan dengan nilai tertinggi sebesar 32,46 % dari total air yang menguap 924 ml, sedangkan hasil air murni yang tidak terpanen disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu karena adanya gaya kohesi dan adhesi antara air dan plastik sehingga ketika dilakukan pemanenan air sebagian tertinggal di plastik. Selain itu faktor berikutnya, sebagian air menetes jatuh kembali pada tempat penampungan air laut dan yang menguap keplastik pinggir dan tidak masuk ke selang maka juga tidak terpanen ke bagian tempat lainnya seperti kayu kerangka. Berdasarkan hasil penelitian nilai efisiensi hasil penguapan air laut yang didapat dinyatakan pada Tabel 2.

Tabel 2 Efisiensi hasil penguapan air laut

Hari ke -	Hasil (ml/hari)	Total penguapan (ml/hari)	Nilai efisiensi (%)
1	250	863	28,96
2	300	924	32,46
3	190	708	26,98
4	251	841	29,84

Dewantara dkk. (2018) memperoleh hasil permurnian air laut tertinggi sebesar 311,5 ml air murni dari 7 liter air laut yang diuapkan, jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka rancang bangun alat kondensasi model rumah kaca menunjukan hasil efisiensi pemanenan air lebih tinggi dari pada Dewantara dkk. (2018) karena pada penelitian modifikasi rancang bangun alat rumah kaca diperoleh hasil 300 ml air murni dari 4 liter air laut yang diuapkan. Sedangkan Rivaldo (2020) menghasilkan data penguapan sebesar 24,85 % dari total air yaitu sebesar 503 ml, sedangkan hasil air murni yang tidak terpanen disebabkan oleh beberapa faktor,

yaitu karena adanya gaya kohesi dan adhesi sehingga pada waktu dilakukan pemanenan air tertinggal pada plastik dan wiper.

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah :

1. Alat kondensasi model rumah kaca ini memiliki dimensi panjang 90 cm, lebar 90 cm, dan tinggi 133 cm. Alat kondensasi ini dapat menyuling air laut menjadi air murni dengan memanfaatkan sumber tenaga matahari sebagai pemanas alami.
2. Alat kondensasi model rumah kaca ini memiliki nilai rata-rata efisiensi energi antara 7,92 %-9,31 % dari seluruh air yang telah menguap. Alat kondensasi ini menghasilkan air murni sebesar 190 ml –300 ml dalam sehari. Alat kondensasi ini dipengaruhi oleh keadaan radiasi matahari dan suhu udara, jika semakin tinggi radiasi matahari dan suhu udara maka semakin banyak uap air yang terkondensasi pada dinding plastik.

Daftar Pustaka

- Cammack, R. 2006. *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology*. Oxford University Press. New York. 720 h.
- Dewantara, I., Suyitno, B.M., dan Lesmana, I.G.E. 2018. Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin*. 7(1). Universitas Pancasila.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan, Cetakan Kelima*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hidayat, R. R. 2011. *Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar dengan Menggunakan Energi Matahari*. Institut Pertanian Bogor. Bogor:
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2019. *Laut Masa Depan Bangsa, Mari Jaga Bersama*. Siaran Pers KKP RI (15 Agustus 2019).
- Riebeek, H. 2010. *Global Warming*. Diunduh pada tanggal 31 Maret 2015. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/printall.php>.
- Rivaldo. 2020. *Rancang Bangun Alat Kondensasi Uap Air Laut Untuk Mendapatkan Air Murni. Skripsi*. Unila. Bandar Lampung.
- Yanto, S. 2007. *Akuntansi Hijau: Sarana Pendeteksi Dini Bencana Lingkungan*. Akuntan Indonesia, 3, 23-26.