

# Analisis Air Hasil Desalinasi Menggunakan Metode Distilasi Konvektif Dipaksakan

Ayu Aprillia S Somalinggi, Seni Herlina J Tongkukut\*, Hanny F Sangian

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi,  
Manado 95115

\*Corresponding author: linashafii@unsrat.ac.id

## Abstrak

Desalinasi merupakan cara untuk mengatasi kelangkaan air di Indonesia yang merupakan proses produksi air bersih dengan menghilangkan zat-zat terlarut dalam air. Telah dilakukan penelitian untuk menghasilkan air bersih, melalui proses distilasi konvektif dipaksakan dengan bahan baku air laut sebanyak 5 liter dan 10 liter. Variabel yang ditinjau adalah kecepatan udara, volume air laut, debit air yang diperoleh, dan *water yield*. Hasil menunjukkan bahwa dengan variasi kecepatan udara 0,8 m/s, 1,2 m/s, dan 1,6 m/s untuk volume air laut sebesar 5 liter dan 10 liter, semakin tinggi kecepatan udara semakin besar debit air yang dihasilkan. Laju *water yield* untuk air laut 5 liter dan 10 liter juga nampak konstan dengan waktu distribusi air laut untuk 10 liter lebih lama dibandingkan dengan 5 liter air laut. Hasil uji kualitas air hasil distilasi menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 menyatakan memenuhi standar kecuali uji *Escherichia coli*.

Kata kunci: air bersih; desalinasi; distilasi

# Analysis of Desalinated Water Using the Forced Convective Distillation Method

## Abstract

Desalination is a way to overcome water scarcity in Indonesia which is a process of producing clean water by removing dissolved substances in water. Research has been carried out to produce clean water, through a forced convective distillation process with 5 liters and 10 liters of seawater raw materials. The variables reviewed are air velocity, sea air volume, air discharge obtained, and water yield. The results show that with variations in air velocity of 0.8 m/s, 1.2 m/s, and 1.6 m/s for seawater volumes of 5 liters and 10 liters, the higher the airspeed the greater the resulting water discharge. The yield of seawater for 5 liters and 10 liters of seawater also appears to be constant, with the distribution time for 10 liters of seawater being longer than that of 5 liters of seawater. The results of the distillation water quality test according to the RI Minister of Health No. 32 of 2017 were stated to meet the standards except for the *Escherichia coli* test.

Keywords: clean water; Desalination; distillation

## PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam utama dan aset berharga yang membentuk ekosistem utama. Sumber air dapat berupa sungai, danau, gletser, air hujan, air tanah, dan lain-lain. Selain itu, sumber daya air juga digunakan di sektor ekonomi seperti pertanian, peternakan, kehutanan, kegiatan industri, pembangkit listrik tenaga air, perikanan dan kegiatan kreatif lainnya. Ketersediaan dan kualitas air baik air permukaan maupun air tanah telah memburuk karena beberapa faktor seperti peningkatan populasi, industrialisasi, urbanisasi dan lain-lain (Tyagi *et al*, 2013).

Air tanah merupakan salah satu sumber air baku potensial yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai air minum dan untuk kebutuhan lainnya. Namun, air tanah pada beberapa kondisi saat ini tidak dapat langsung digunakan oleh masyarakat karena terdapat permasalahan yang sering dijumpai yaitu kualitas air tanah yang digunakan masyarakat menurun bahkan lebih buruk dari baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Selain air tanah, air laut dapat dimanfaatkan sebagai sumber air baku tetapi tidak dapat dikonsumsi ataupun digunakan manusia karena mempunyai TDS (*Total Dissolved Solids*) lebih dari 3000 ppm, karena itu air laut harus diproses terlebih dahulu sehingga memenuhi syarat sebagai air minum atau air bersih (Tahupia, 2016)

Untuk mengatasi masalah keterbatasan sumber air bersih, salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menerapkan teknologi pengolahan air laut yang sesuai dengan kondisi sosial, budaya, ekonomi, dan sumber daya manusia, selain kondisi air bakunya sendiri yang akan diproses melalui pengolahan air laut menjadi air siap pakai (Kusumadewi, 2014). Desalinasi mengacu pada proses penghilangan garam dan mineral dari suatu substansi target (Pratama & Rahmadianto, 2021). Salah satu teknik memurnikan air yaitu distilasi yang merupakan cara pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan zat untuk menguap (Kusumo *et al*, 2017). Zat cair dipanaskan hingga titik didihnya, serta mengalirkan uap ke dalam alat pendingin (kondensor) dan mengumpulkan hasil pengembunan sebagai zat cair (Arif *et al*, 2016).

Berbagai teknologi desalinasi telah dikembangkan hingga saat ini, namun pemisahan dengan teknik distilasi konvektif dipaksakan belum dilakukan pada riset-riset sebelumnya. Adapun penelitian distilasi sebelumnya seperti, metode penyemprotan langsung (Chen *et al*, 2021), dan sebuah studi lapangan *hybrid* RO-NF (*Reverse Osmosis-Nanofiltration*) yang menggunakan desalinasi air payau permukaan salinitas tinggi melalui sebuah sistem. Teknologi lama mengkonsumsi lebih banyak energi daripada teknologi yang diusulkan saat ini. Pada teknik distilasi konvektif dipaksakan, uap air akan dihasilkan dari proses pemanasan yang dibantu oleh dorongan udara. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini untuk memenuhi kebutuhan air bersih di masa yang akan datang. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan air bersih dengan teknik distilasi konvektif dipaksakan. Analisis dilakukan pada pengaruh kecepatan udara yang diberikan oleh sistem distilasi konvektif dipaksakan terhadap debit air yang dihasilkan dan *water yield* air bersih yang diperoleh.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi dan Energi Terbarukan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi dari bulan Juli 2022 sampai Februari 2023 dengan menerapkan protokol kesehatan.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan antara lain adalah Boiler, Pemanas Air (kompor gas) dengan spesifikasi bahan stainless steel, Pompa, Pipa dengan ukuran 2 in, 1,5 in, 0,5 in dan 0,75 in, Wadah, Pompa air Statif, dan Anemometer

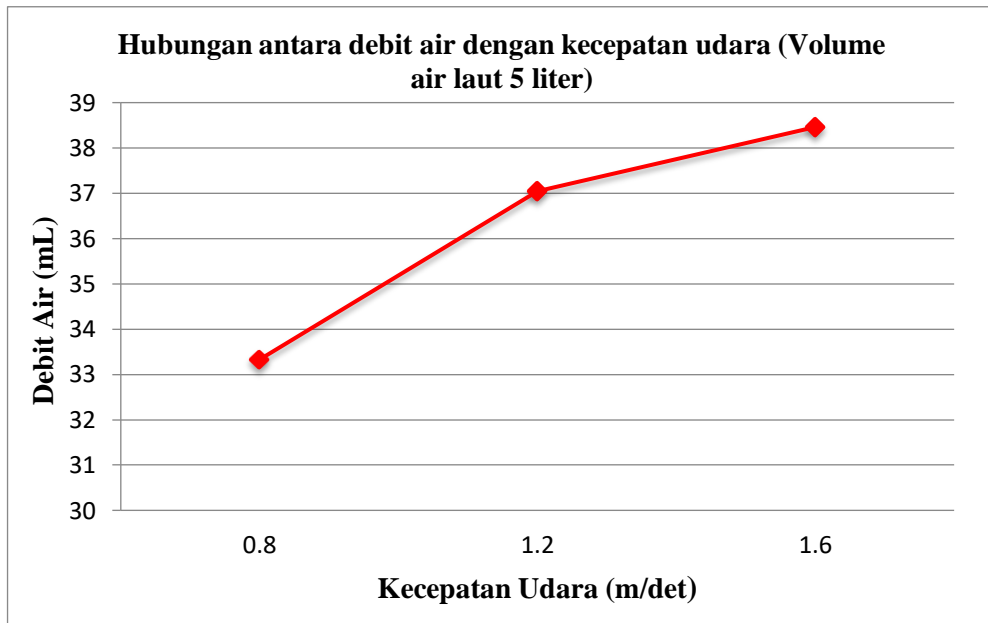
Bahan yang digunakan adalah air laut.

### **Prosedur Penelitian**

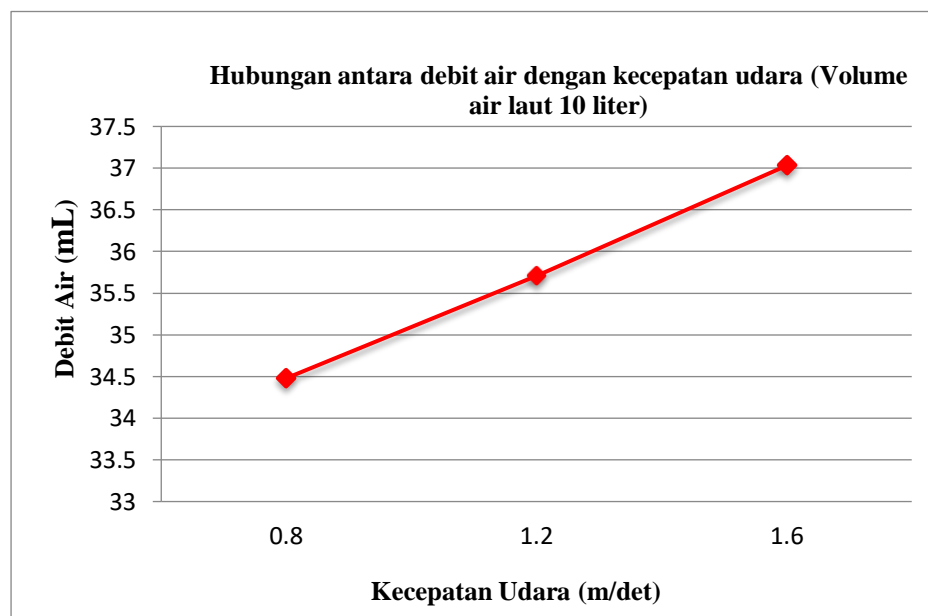
Adapun prosedur yang digunakan yaitu air laut dimasukkan ke dalam *boiler*, yang dihubungkan dengan pompa udara dan akan dipanaskan menggunakan *heater*. Kecepatan udara diatur menggunakan anemometer dengan kecepatan 0,8 m/det, 1,2 m/det, dan 1,6 m/det. Setelah kecepatan udara di atur, *heater* (kompor) dinyalakan untuk proses pemanasan air laut dan kemudian menghasilkan uap. Uap yang dihasilkan saat evaporasi akan mengalir ke pipa lalu mengalami kondensasi dan bergerak menuju selang luaran. Hasil akhir air menetes melewati pipa dan bersamaan dengan itu pompa air dinyalakan dengan kecepatan konstan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses distilasi dengan teknik konvektif dipaksakan telah menghasilkan sejumlah air bersih dengan variabel yang dianalisis adalah debit air yang dihasilkan pada beberapa nilai kecepatan udara untuk bahan baku air laut 5 l dan 10 l. Hubungan debit air dan kecepatan udara untuk bahan baku air laut 5 l dan 10 l tersebut ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut :



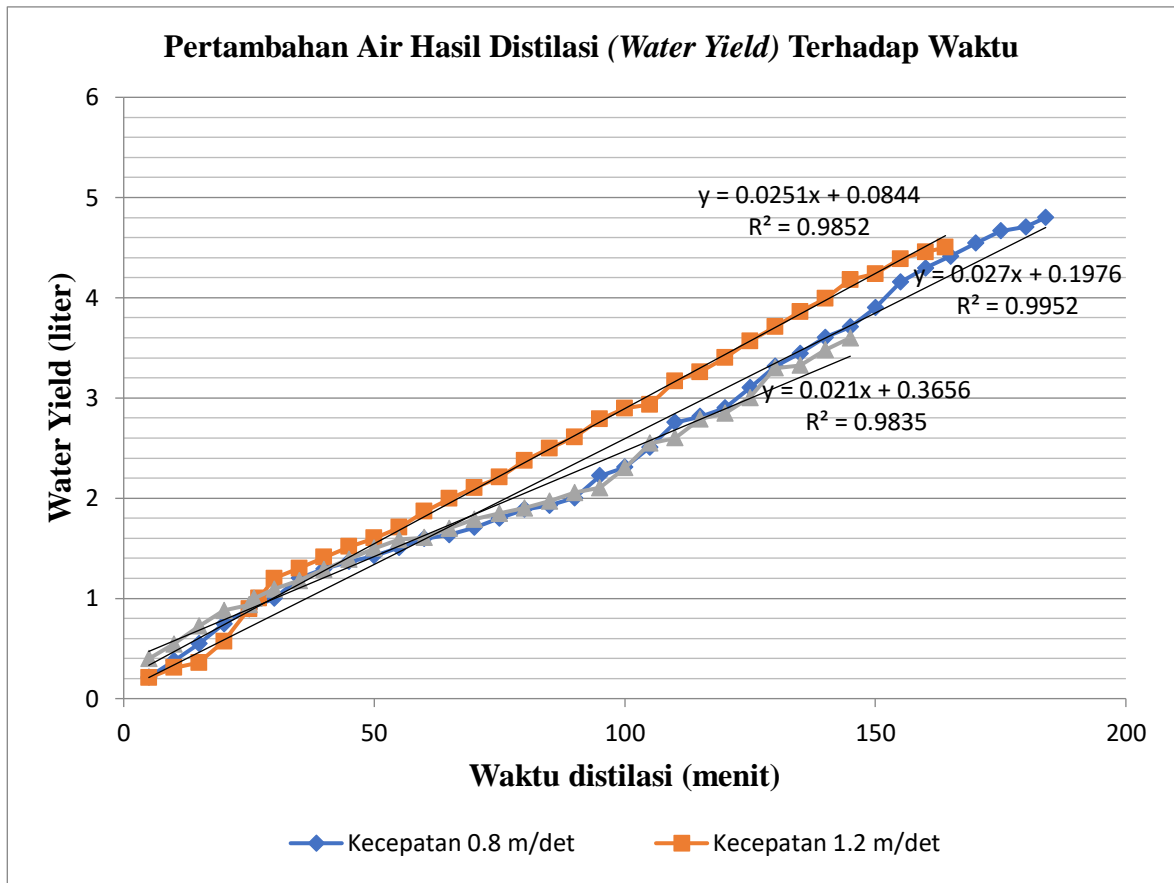
Gambar 1. Grafik Hubungan antara debit air dan kecepatan udara pada air laut 5 l



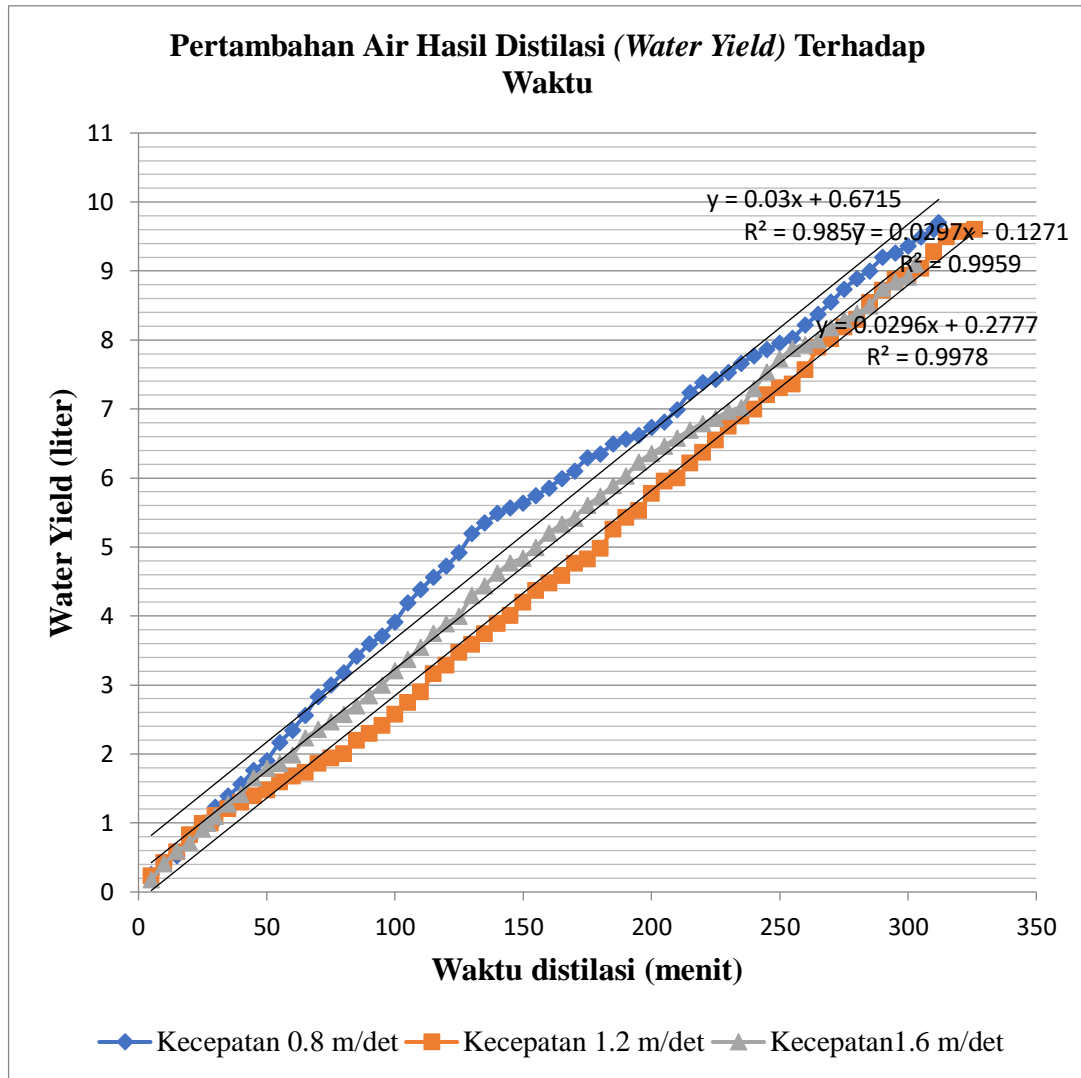
Gambar 2. Grafik Hubungan antara debit air dan kecepatan udara pada air laut 10 l

Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan debit air hasil distilasi pada saat volume air yang dihasilkan adalah satu liter pada tiga kecepatan udara yang berbeda. Grafik yang diperoleh menunjukkan bahwa debit air yang dihasilkan dalam proses distilasi dengan teknik konveksi dipaksakan semakin besar pada saat kecepatan udara semakin tinggi. Pertambahan debit air

ketika kecepatan udara dinaikkan menunjukkan bahwa kecepatan udara membawa dampak positif terhadap hasil distilasi dari alat distilasi. Semakin besar kecepatan udara maka semakin tinggi temperatur boiler dan berdampak pada kenaikan hasil proses distilasi. *Water yield* sebagai ukuran jumlah air hasil distilasi setiap saat hingga jumlah bahan baku habis terdistilasi, ditunjukkan seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Nampak bahwa laju penambahan *water yield* pada tiga kecepatan yang berbeda bersifat sama yaitu bersifat linear seperti yang ditunjukkan oleh garis lurus hasil regresi linear pada data hasil pengukuran.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara *water yield* dan waktu distilasi untuk bahan baku 5 l



Gambar 4. Grafik Hubungan *water yield* dan waktu distilasi untuk bahan baku 10 l

Gambar 3 dan Gambar 4 juga menunjukkan waktu yang dibutuhkan proses distilasi hingga bahan baku habis dan jumlah air yang diperoleh pada akhir proses. Waktu yang dibutuhkan dan *water yield* tersebut diberikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Waktu untuk proses distilasi

Bahan baku	Kecepatan udara (m/det)	<i>water yield</i> (l)	Waktu distilasi
5 l	0,8	4,8 l	184 menit (3 jam 4 menit)
	1,2	4,5 l	164 menit (2 jam 24 menit)
	1,6	3,6 l	150 menit (1 jam 30 menit)
10 l	0,8	9,7 l	312 menit (5 jam 12 menit)
	1,2	9,6 l	326 menit (5 jam 26 menit)
	1,6	9,1 l	303 menit (5 jam 3 menit)

Waktu distilasi untuk proses distilasi tanpa menggunakan pompa udara untuk bahan baku 10 l adalah 420 menit (7 jam) dan untuk bahan baku 5 l adalah 310 menit (5 jam 10 menit). Nampak bahwa waktu proses distilasi dengan teknik konveksi terpaksa melalui penggunaan pompa lebih singkat dibanding tanpa menggunakan pompa.

Salinitas air laut yang digunakan sebagai bahan baku sebelum di desalinasi adalah 31.000 ppm. Setelah proses desalinasi dengan menggunakan metode konvektif dipaksakan, salinitas air bernilai nol. Air hasil distilasi selanjutnya diuji kualitas baku mutu mengikuti Permenkes RI No. 32 Tahun 2017. Pengujian dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado (BARISTAN) dengan hasil seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Laboratorium untuk Air Hasil Proses Distilasi Konvektif Dipaksakan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Hasil Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	0,63	Memenuhi
2	TDS	mg/L	74	Memenuhi
3	Rasa	-	Tidak berasa	Memenuhi
4	Bau	-	Tidak berbau	Memenuhi
5	pH	-	7,38	Memenuhi
6	Besi (Fe)	mg/L	0,1706	Memenuhi
7	Seng (Zn)	mg/L	1,5682	Memenuhi
8	Timbal (Pb)	mg/L	0,0011	Memenuhi
9	Zat Organik	mg/L	0,03	Memenuhi
10	<i>Escherichia coli</i>	APM/100 mL	< 2	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan pada 3 sampel air hasil distilasi diperoleh bahwa satu parameter yaitu uji *E. coli* bernilai < 2 APM/100 mL. Menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, standar baku mutu air untuk kandungan *E. coli* yaitu 0, yang berarti air hasil distilasi tidak memenuhi standar. Hal ini diduga disebabkan oleh air laut sebagai bahan baku diambil di sekitar pinggir pantai yang sudah tercemar limbah. Parameter uji yang lain berdasarkan permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi menunjukkan bahwa air hasil distilasi tersebut memenuhi persyaratan untuk kualitas higiene sanitasi.

## KESIMPULAN

Telah berhasil diperoleh air bersih melalui teknik distilasi konvektif dipaksakan, dengan debit air hasil distilasi akan naik jika kecepatan udara yang diberikan semakin besar. Namun pada kecepatan yang tinggi, *water yield* akan berkurang akibat dari uap yang belum terkondensasi keluar dari system distilasi. Air hasil distilasi juga memenuhi Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang (Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air) kecuali utk uji *E.Coli*. Standar baku mutu air sesuai dengan dinyatakan memenuhi syarat dan debit air hasil distilasi akan naik jika kecepatan udara yang diberikan semakin besar

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A.B., Budiyo, A., Diyono, W., Hayuningtyas, M., Marwati, T., dan Richana, N. 2016. Pengaruh Konsentrasi NaOH Dan Enzim Selulase: Xilanase Terhadap Produksi Bioetanol Dari Tongkol Jagung. J. Penelit. Pascapanen Pertanian. 13(3): 107-114.
- Chen, Q., Burham, M., Jam, K., Li, A., Choonng, K. 2021. An Ocean Thermocline Desalination System Using The Direct Spray Method. *Desalination*. 520:1.
- Innaya, N., Irwanto, D., Viridi, S. 2022. Studi Analisis Pembangkit Listrik Dan Desalinasi Air Laut Menggunakan Software Deep 5.1 Pada Enam Wilayah Terpencil Di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal). <https://doi.org/10.21009/03.SNF2022.01.FA.17>. [1 Mei 2022].

- Kusumadewi, R.A. 2014. Desalinasi Air Asin Dengan Proses Distilasi Menggunakan Energi Matahari Dalam Kondisi Vakum. [tesis]. Prodi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Kusumo, F., Milano, J. 2017. Optimization Of Bioethanol Production From Sorghum Grains Using Artificial Neural Networks Integrated With Ant Colony. *Industrial Crops and Products*. 97:146-155.
- Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., Dobhal, R.2013. Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. *American Journal of Water Resources*.1(3). 34-38.