

**PERANCANGAN DAN EVALUASI SISTEM KONDENSASI BERBASIS
TENAGA SURYA SEBAGAI ALTERNATIF PRODUKSI AIR BERSIH
MENGUNAKAN AIR PAYAU DI DESA NOELBAKI
KECAMATAN KUPANG TENGAH**

Luther Kadang, Maria Y. Ina Cabelen, Fidelis Nitti

Program Studi Kimia FST Undana

ABSTRAK

Permasalahan ketersediaan air bersih merupakan tantangan utama di beberapa wilayah pesisir dan pedesaan, termasuk Desa Noelbaki, Kecamatan Kupang Tengah, yang memiliki kesulitan dalam memperoleh air layak pakai ketika musim kemarau. Beberapa sumber air yang digunakan berpotensi besar dari air payau. Salah satu alternatif teknologi pengolahan air payau yang dapat digunakan adalah kondensasi menggunakan tenaga surya untuk memisahkan zat kapur, garam dan pengotor lainnya dalam air payau. Tujuan penelitian untuk merancang peralatan kondensasi air payau menjadi air tawar berbasis tenaga surya dengan luas permukaan kondensasi 6.738,44 cm², menghasilkan rata-rata 187,25 mL air per hari dalam 7 jam. Parameter fisik-kimia seperti bau, rasa, suhu, TDS, pH, amonia, dan DO, serta mikrobiologi yaitu *E. coli* diuji sesuai SNI yang berlaku dan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air hasil kondensasi tidak berbau dan tidak berasa, dan terjadi penurunan antara lain TDS 95,61%, ammonia 52,64%, E.Coli 100% sedangkan parameter pH mengalami kenaikan sebesar 2,73%, dan DO 105,3%. Data diatas sebagai bukti bahwa peralatan kondensasi memberikan kinerja efektif memproduksi air payau menjadi bersih.

Kata Kunci: Kondensasi, Tenaga Surya, Air Payau, Air Bersih, Noelbaki

Air adalah materi yang bermanfaat bagi makhluk hidup dan juga menjadi kebutuhan dasar bagi kehidupan, sehingga dikatakan bahwa makhluk hidup tidak bisa hidup tanpa air. Dalam aktivitas sehari-hari, manusia memerlukan air untuk kebutuhan rumah tangga serta mendukung proses produksi dan industri. Kebutuhan air bersih, sehat, dan layak untuk dikonsumsi menjadi prioritas utama dalam kehidupan manusia. Air yang aman untuk dikonsumsi harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu tidak keruh, bebas dari bau, tidak mengandung garam, tidak berubah warna dan tentunya harus jernih.

Ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air bersih akan memicu terjadinya krisis air yang dampaknya akan dirasakan oleh manusia. Salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan ini adalah Desa Noelbaki, terutama pada saat musim kemarau. Masyarakat setempat mengandalkan sumur gali sebagai sumber air bersih, namun lokasinya yang berada di pesisir pantai memungkinkan air yang digunakan sudah tercampur dengan air laut sehingga cenderung bersifat payau yang berpengaruh pada kesehatan apabila dikonsumsi secara berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan air payau yang murah dan mudah untuk diterapkan untuk memisahkan kadar garam dari air payau.

Beberapa metode kondensasi air payau seperti resin ionisasi elektroda dan filtrasi telah banyak digunakan. Namun, metode ini memiliki kelemahan salah satunya adalah membutuhkan biaya yang sangat tinggi. Sebagai solusi, teknologi kondensasi berbasis tenaga surya digunakan untuk menurunkan kadar garam

dalam air payau dengan memanfaatkan embun air yang diperoleh dari uap air tanpa membutuhkan biaya yang tinggi dan ramah lingkungan.

Dalam penelitian ini, didesain suatu alat kondensasi berbasis tenaga surya untuk mengurangi kadar garam dalam air payau yang hasilnya kemudian dibandingkan dengan kualitas air berdasarkan parameter fisik dan kimia yaitu suhu, *Total Dissolved Solid* (TDS), pH, Amonia (NH_3), dan *Dissolved Oxygen* (DO), serta parameter mikrobiologi yaitu *E. coli* sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh Permenkes No 2 Tahun 2023.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Maret 2025. Pengambilan sampel air payau dilakukan di bagian pesisir Pantai Panmuti, Desa Noelbaki, Kabupaten Kupang. Analisis sampel untuk parameter fisika-kimia dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Nusa Cendana.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sampel air laut dan sampel air hasil kondensasi, aquades, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, natrium nitroprusid, indikator amilum, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaOH, KI, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, trinitrium sitrat, fenol, etanol, H_2SO_4 , natrium hipoklorit, etil alkohol, kertas saring wattman, tisu, kertas label, dan *aluminium foil*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat kondensasi, jerigen/botol plastik, cermin, *cool box*, labu ukur 10 mL, labu ukur 25 mL, labu

ukur 50 mL, labu ukur 100 mL, gelas ukur 100 mL, kaca arloji, spatula, batang pengaduk, pipet ukur 5 mL, filer, *beaker glass* 10 mL, *beaker glass* 100 mL, *beaker glass* 500 mL, set buret, erlenmeyer 100 mL, erlenmeyer 250 mL, corong kaca, botol *Winkler*, *hot plate*, spektrofotometer UV-Vis, neraca analitik, desikator, oven, dan penjepit.

Pengujian Parameter Fisika

Pengujian parameter fisika meliputi pengujian bau, rasa, suhu, dan TDS. Pengujian bau dan rasa mengacu pada SNI 01-2346-2006, sedangkan pengukuran suhu berdasarkan SNI 06-6989.23-2005. Penentuan kadar TDS secara gravimetri mengacu pada SNI 6989-27:2019.

Pengujian Parameter Kimia

Pengujian parameter kimia meliputi pH, Amonia, dan DO. Pengujian pH dilakukan mengikuti standar SNI 6989.11:2019, menggunakan pH meter. Pengujian Amonia dan DO berturut-turut berdasarkan SNI 06-6989.30:2005 dan SNI 06-6989.14:2004.

Proses Evaporasi

Proses evaporasi menggunakan alat Kondensasi yang telah di desain untuk memisahkan air payau menjadi air minum. Alat tersebut memanfaatkan sinar matahari dengan dukungan cermin yang ditempatkan pada ke-4 sisi agar sinar yang terpantul fokus pada alat kondensasi untuk meningkatkan panas untuk mendapatkan air minum yang tidak payau dan bebas dari kapur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kondensasi Air Payau

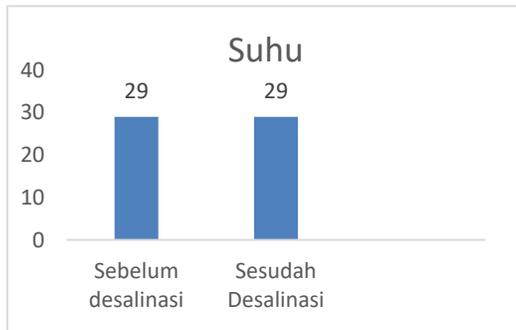
Perancangan alat kondensasi terbagi atas dua bagian yaitu perancangan tempat evaporasi, perancangan tempat kondensasi.

Tempat evaporasi dirancang menggunakan wadah berbahan *stainless steel* dengan diameter 48 cm dan tinggi 19 cm. Selang dengan ukuran $\frac{1}{4}$ " yang terletak di bagian dalam wadah evaporasi memiliki panjang 193 cm berfungsi sebagai jalur utama aliran air tawar yang telah mengalami kondensasi. Volume wadah evaporasi sebesar 28,9 liter dihitung dengan menggunakan rumus setengah bola. Tempat evaporasi yang terbuat dari plastik dengan tebal 0,3 mm yang berbentuk kerucut. Tinggi tempat kondensasi 43 cm, selimut kerucut 45 cm, diameter 58 cm dan kemiringan 60° . Luas permukaan kondensasi yaitu sebesar $6.738,44 \text{ cm}^2$ yang dihitung menggunakan rumus luas kerucut. Proses pengolahan air payau menggunakan alat kondensasi yang telah didesain dengan bantuan sinar matahari dan cermin. Sebanyak 6 liter air dalam alat kondensasi melalui proses pengolahan yang memanfaatkan sinar matahari. Proses kondensasi selama empat hari menghasilkan data terkait kuantitas dan kualitas air tawar yang diperoleh. Penelitian berlangsung selama 7 jam perhari mulai jam 09.00-15.00 WITA. Berdasarkan hasil kondensasi, rata-rata air yang dihasilkan selama 7 jam sebesar 187,25 mL dan debit air $0,0000074 \text{ L/detik}$ atau setara dengan $26,74 \text{ mL/jam}$.

Parameter Fisik

Suhu

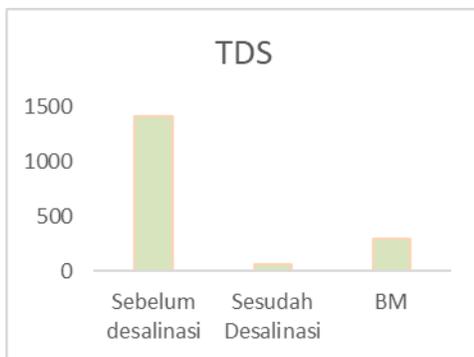
Hasil uji suhu pada sampel air payau sebelum dan sesudah proses kondensasi adalah sama yaitu 29°C . Nilai suhu yang diperoleh merupakan batas normal berdasarkan baku mutu yaitu suhu udara ± 3 , dimana suhu udara pada saat pengujian adalah 28°C . Hasil pengukuran suhu disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Suhu

Total Dissolved Solid (TDS)

Hasil pengujian dan perhitungan nilai TDS setelah proses kondensasi menurun dari 1.415 mg/L menjadi 62 mg/L. Penurunan kadar TDS setelah proses kondensasi diartikan bahwa zat terlarut dalam air telah mengendap setelah terjadinya penguapan. Hasil pengujian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengukuran TDS

Bau

Pengujian bau menggunakan metode organoleptik yang memanfaatkan indra penciuman sebagai alat utama dalam menilai penerimaan terhadap sampel.

Hasil pengujian bau sebelum proses kondensasi menunjukkan bahwa responden memilih skala tidak berbau dan sangat tidak berbau yang artinya bahwa air tersebut memang sama sekali tidak memiliki bau. Setelah melewati proses kondensasi, menunjukkan bahwa semua responden memilih skala sangat tidak berbau, yang artinya bahwa alat kondensasi tidak akan mempengaruhi bau pada air.

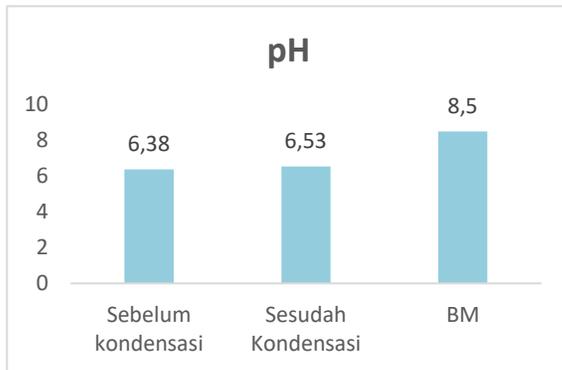
Rasa

Uji rasa menggunakan metode organoleptik seperti pada pengujian pada bau, tetapi mengandalkan indra perasa untuk menilai penerimaan terhadap sampel. Hasil pengujian rasa air sebelum dilakukan kondensasi menunjukkan bahwa responden memilih skala air berasa dan air sangat berasa. Setelah proses kondensasi, menunjukkan bahwa air tersebut sudah berubah rasa menjadi tawar karena garam-garam yang terkandung dalam air ayau tertinggal pada proses penguapan.

Parameter Kimia

Nilai pH

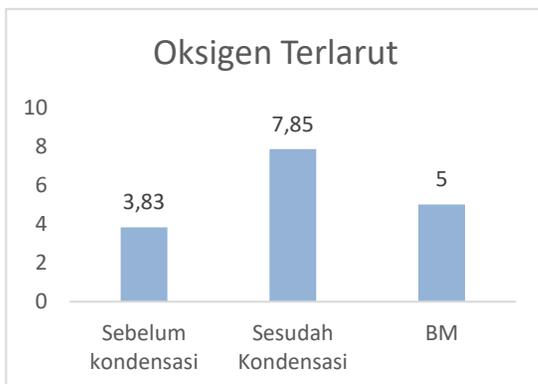
Hasil pengukuran nilai pH air terjadi peningkatan nilai pH setelah proses kondensasi, dari sebelumnya 6,38 menjadi 6,53. Meningkatnya pH air setelah kondensasi disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi CO₂ dalam air ketika terjadi penguapan sehingga akan meningkatkan pH air tersebut. Hasil pengukuran pH disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran pH

Oksigen Terlarut

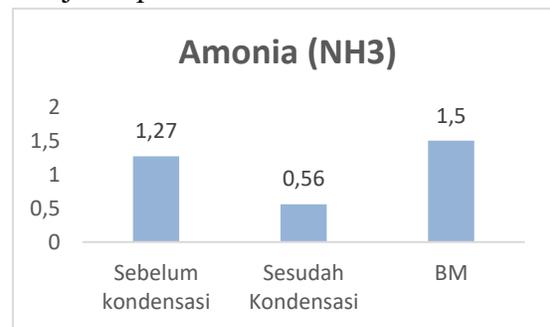
Hasil pengujian menunjukkan bahwa, kadar DO meningkat dari 3,83 mg/L menjadi 7,8546 mg/L setelah proses kondensasi. Kualitas air semakin meningkat seiring dengan tingginya kadar DO di dalamnya. Meningkatnya kadar DO disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi zat-zat terlarut seperti garam, kapur dan senyawa organik lainnya, sehingga air mampu menyerap oksigen terlarut dan mengalami peningkatan kadar DO. Hasil pengukuran DO disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran DO

Amonia (NH₃)

Hasil pengujian kadar amonia setelah proses kondensasi menurun dari 1,265 mg/L menjadi 0,599 mg/L. Penurunan kadar amonia terjadi karena pada saat proses pemanasan mendorong penguapan air, dimana dalam proses ini air dipisahkan dari garam dan mineral sedangkan amonia yang sifatnya mudah menguap akan tetap dalam fase uap. Hasil pengujian Amonia disajikan pada Gambar 5.

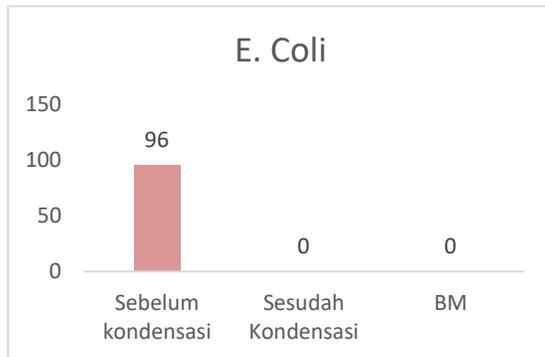


Gambar 5. Hasil Pengujian Amonia

Parameter Mikrobiologi

Escherichia coli

Hasil pengujian *E. coli* setelah proses kondensasi menurun drastis dari 96 CFU/100 mL menjadi 0 CFU/100 mL. Menurunnya kadar *E. coli* ini dikarenakan proses kondensasi menggunakan bantuan sinar matahari yang mengandung radiasi ultraviolet (UV) sehingga dapat merusak DNA bakteri dan menghambat pertumbuhan dan reproduksi dari bakteri. Hasil pengujian *E. Coli* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian *E. coli*

PENUTUP

Simpulan

1. Hasil kondensasi menggunakan air payau di Desa Noelbaki Kecamatan Kupang Tengah memenuhi persyaratan sebagai air minum berdasarkan parameter fisik-kimia yaitu bau, rasa, suhu, dan TDS, pH, NH₃, DO, dan parameter mikrobiologi yaitu *E. coli* berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023.
2. Desain alat kondensasi mampu meningkatkan kualitas air payau menjadi air tawar sehingga tidak berbau dan tidak berasa. Kinerja peralatan dibuktikan dengan persentase penurunan beberapa parameter fisik-kimia dan biologi seperti *Total Dissolved Solid* 95,61%, amonia 52, 64%, *E. coli* 100%, kecuali nilai DO dan pH terjadi peningkatan

DAFTAR PUSTAKA

- Pendong, G. A., Lumolos, J., dan Pangemanan, F. (2019). Peranan Pemerintah Desa Dalam Penyediaan Kebutuhan Air Bersih di Desa Lompad Baru Kecamatan Ranoyapo Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Eksekutif*. 3(3).
- Setiadi, D. H. (2021). Rancang Bangun Alat Kondensasi Air Laut Sebagai Sumber Air Minum Berbasis Wemos D1. *Doctoral dissertation*. Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- Yahya, F., Fitriyanto, S., Walidain, S. N., Ratu, T., dan Erfan, M. (2018). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi Tenaga Surya di Dusun Omo Desa Penyaring. *Jurnal Pengembangan Masyarakat Lokal*. 1(1): 37-41.
- Sari, Shindi Antika, dan Sudarti. (2021). Penyaring Air Payau Untuk Keperluan Rumah Tangga Siap Minum. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*. 4(2): 64–68.
- Wulandari, D. A., Nasoetion, P., dan Letare, M. (2019). Penurunan Kadar Bakteri *E. coli* dengan Metode *Biosand Filter* pada Air Sungai untuk Penyediaan Air Bersih di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi*. 3(1).

- Badan Standar Nasional. (2008). *SNI 989.58:2008 tentang Air dan Limbah: Cara Pengambilan Sampel*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 06-6989.23:2005 tentang Cara Uji Suhu dengan Termometer*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- Badan Standar Nasional. (2019). *SNI 6989.27: 2019 tentang Cara Uji Padatan Terlarut (TDS) Secara Gravimetri*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- Badan Standar Nasional. (2019). *SNI 6989.11: 2019 tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- Badan Standar Nasional. (2005). *SNI 06-6989-1.30:2005 tentang Cara Uji Kadar Amonia Dengan Spektrofotometer Secara Fenat*. Teknik Manajemen Lingkungan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 06-6989.14:2004 tentang Air dan Air Limbah - Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Iodometri (modifikasi azida)*. Teknik Manajemen Lingkungan