

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Air merupakan unsur penting bagi kehidupan di bumi. Manusia dan makhluk hidup lainnya membutuhkan air untuk kelangsungan hidup dan kesehatan. Air berfungsi sebagai pelarut, medium reaksi biokimia, pengatur suhu, dan transportasi zat-zat penting dalam tubuh.

Kebutuhan akan air bersih sangat penting untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan manusia, terutama dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan memasak (Asnawati, 2012). Namun, akses air bersih di Indonesia masih menjadi tantangan besar. Berdasarkan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada tujuan ke-6 tentang air bersih dan sanitasi, Indonesia berupaya untuk menjamin akses air bersih bagi seluruh masyarakat pada tahun 2030 (Badan Pusat Statistik, 2020). Meski cakupan akses air bersih di perkotaan lebih baik, wilayah pedesaan masih tertinggal. Tantangan utama terkait dengan kuantitas air yang terbatas akibat pertumbuhan populasi dan urbanisasi, serta kualitas air yang semakin menurun akibat pencemaran industri, pertanian, dan limbah domestik. Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis melalui pembangunan infrastruktur air dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan untuk mencapai target SDGs tersebut (Badan Pusat Statistik, 2020).

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga, termasuk air minum, air mandi, dan kebutuhan sehari-hari lainnya, harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia guna menjamin kesehatan masyarakat. Dalam konteks ini, kualitas air minum harus sesuai dengan standar yang diatur oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Saat ini, regulasi terkait kualitas air minum telah diperbarui melalui Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Kualitas Air Minum dan Air Bersih. Peraturan tersebut mencakup berbagai parameter kualitas, seperti kadar mikroba, bahan kimia berbahaya, serta parameter fisik seperti warna, bau, dan rasa air. Setiap penyedia air, baik itu penyedia air minum dalam kemasan maupun sumber air bersih untuk kebutuhan rumah tangga, diwajibkan mematuhi standar ini untuk melindungi kesehatan masyarakat dari risiko penyakit yang ditimbulkan oleh air yang tidak layak konsumsi.

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang dapat berdampak langsung kepada kesejahteraan fisik, sosial, dan ekonomi masyarakat. Tidak hanya bagi masyarakat yang tinggal di pusat-pusat kota demikian juga dengan masyarakat yang tinggal pada wilayah pesisir, air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting (Herlambang, 2005).

Wilayah pesisir merupakan salah satu wilayah yang tergolong sering mengalami kesulitan untuk mengakses air bersih. Definisi wilayah pesisir menurut UU No. 27 tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan di laut. Pengaruh perubahan di darat dan di laut tersebut kemudian mempengaruhi fenomena peningkatan salinitas (bercampurnya air tanah dengan kadar garam air laut) yang mengancam ketersediaan sumber daya air khususnya air bersih di wilayah pesisir (Poernomosidhi, 2007).

Kawasan pesisir merupakan wilayah yang sangat potensial untuk dikembangkan mulai dari sektor perikanan, usaha kecil dan menengah mulai dari industri rumah tangga yang berupa makanan dan pakan ternak, jaring ikan dan bahkan perkapalan, bidang jasa, transportasi bahkan pariwisata. Melihat adanya potensi ekonomi yang begitu besar maka wilayah pesisir sangat diharapkan menjadi wilayah penyangga bagi pusat-pusat kegiatan ekonomi. Untuk itu diperlukannya dukungan pada fasilitas umum mulai dari listrik, transportasi jalan, telekomunikasi, perumahan, kesehatan dan yang juga sangat penting adalah sarana air bersih.

Maka dari itu, perlu dilakukannya upaya ekstensif untuk mengembangkan dan memajukan teknologi alternatif dalam memproduksi air. Sementara itu juga, diperlukannya literasi kepada masyarakat agar senantiasa berupaya keras dalam meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan air dan konservasi air.

Desalinasi air dianggap sebagai sumber alternatif penghasil air bersih. Desalinasi mengacu pada proses menghilangkan garam, mineral, dan kontaminan baik dari air laut atau air payau untuk mendapatkan air bersih yang sesuai untuk konsumsi manusia dan penggunaan industri dan domestik. Peraturan yang ketat, yang diberlakukan oleh pemerintah, pada kualitas air minum mengharuskan perbaikan instalasi desalinasi air dan peningkatan efisiensinya.

Secara global, kapasitas pabrik desalinasi yang terpasang pada tahun 2014 mencapai 81 juta m³ per hari dan diprediksi akan mencapai 100 juta m³ per hari pada tahun – tahun berikutnya. Sampai saat ini, umumnya pabrik desalinasi dibangun di daerah dengan ketersediaan energi yang melimpah dan harganya murah. Hingga 2012 hanya 1% dari total air desalinasi yang prosesnya memanfaatkan energi terbarukan. Energi terbarukan akan menjadi teknologi yang umum dengan biaya yang terus turun, sehingga energi terbarukan dapat menjadi pilihan yang harus dipertimbangkan (Abdulloh, 2015).

Pemilihan teknologi desalinasi dengan energi terbarukan harus dipertimbangkan atas dasar ketersediaan sumber energi terbarukan, misalnya pemanfaatan panas dengan *Concentrated Solar Power (CSP)* untuk desalinasi termal, dan listrik dari *Solar Photovoltaic* untuk membran desalinasi dapat menjadi solusi di daerah dengan energi surya yang melimpah khususnya pesisir pantai.

Meski teknologi desalinasi masih cukup mahal, dengan menurunnya biaya dari energi terbarukan, diharapkan dapat menekan total biaya keseluruhan proses desalinasi pada tahun yang akan datang. Inilah harapan wilayah terpencil dan kepulauan yang memiliki populasi rendah dengan infrastruktur air bersih dan transmisi listrik yang tidak memadai.

Pemetaan kebutuhan air dan sumber energi terbarukan adalah strategi utama dalam perencanaan sistem desalinasi baru. Desalinasi dengan energi terbarukan dapat menjadi kunci untuk melanjutkan perkembangan, terutama di negara yang sangat bergantung pada air desalinasi untuk kebutuhan masyarakat dan kebutuhan produksi seperti irigasi. Sehingga, membangkitkan energi terbarukan dapat dilihat sebagai investasi ekonomi yang menguntungkan karena dapat mengurangi biaya eksternal, sosial, lingkungan dan operasional.

Secara historis, Metode desalinasi yang pertama kali dikenal adalah metode desalinasi termal. metode desalinasi termal memanfaatkan proses perubahan fasa seperti penguapan dan kondensasi untuk menghasilkan air tawar. Proses desalinasi termal yang umum seperti *Multi-Stage Flash Evaporation (MSF)*, *Multiple-Effect Distillation (MED)*, dan *Thermal Vapor Compression (TVC)*. Proses-proses ini, bagaimanapun, memerlukan waktu, biaya modal dan operasional yang tinggi dan dianggap sangat intensif energi karena ketergantungannya pada energi termal yang terutama diperoleh dari bahan bakar fosil.

Dengan berkembangnya IPTEK khususnya teknologi membran, proses desalinasi berbasis membran sekarang dianggap sebagai opsi desalinasi yang paling menjanjikan dan praktis karena efisiensi energinya yang tinggi. Selain itu, proses ini menawarkan keuntungan seperti kebutuhan ruang yang rendah, kekompakan proses dan pabrik, kesederhanaan operasional, dan kemudahan otomatisasi proses. Proses berbasis membran yang digerakkan oleh tekanan menggunakan membran semipermeabel untuk memurnikan air dimana molekul air terdifusi melalui membran sementara garam/mineral ditolak.

Reverse Osmosis (RO) saat ini merupakan teknik canggih dan paling andal untuk desalinasi air laut dan air payau dan telah digunakan sebagai sumber alternatif untuk memproduksi air bersih untuk meminimalkan biaya terkait desalinasi. Pemanfaatan RO untuk desalinasi telah meningkat secara signifikan sejak tahun 1950. Berdasarkan kualitas dan jenis input yang diolah, proses RO dapat dikelompokkan menjadi RO air payau/*Brackish Water Reverse Osmosis* (BWRO) yang salinitasnya berkisar antara 500 mg/L hingga 10.000 mg/L dan RO air laut/*Salt Water Reverse Osmosis* (SWRO) yang salinitasnya sekitar 30.000 mg/L. Saat ini, sekitar 50% air desalinasi yang tersedia secara global diproduksi dengan menggunakan RO. Efisiensi RO tergantung pada sejumlah faktor termasuk parameter operasional, tipe membran yang digunakan, dan karakteristik air umpan.

Oleh karena itu, Inovasi kreatif yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah SAWFIER (*Salt Water Purifier*). SAWFIER adalah mesin desalinasi air laut dengan prinsip *Reverse Osmosis* berbasis tenaga surya sebagai solusi air bersih masyarakat daerah pesisir. Mesin ini menggunakan 3 tahap untuk mengubah air laut menjadi air bersih yang dapat diminum. tahap pertama dimana air laut ditampung kemudian mengalir melalui saluran masuk dengan 6 macam filter dimana berguna untuk memisahkan kontaminan seperti butiran plastik, pasir, gulma, bahkan mikroorganisme. Air ini kemudian dipompa menuju tahap yakni *Reverse Osmosis* untuk menghilangkan partikel kecil didalamnya. Air mengalir dari tangki ke proses penyaringan tahap 3 untuk menonaktifkan bakteri dan virus yang tersisa di dalam air. Air ini dapat diminum dengan proses 3 tahap tanpa menggunakan klorin. Mesin ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan mesin desalinasi lainnya yaitu cepat dalam proses desalinasinya,

menggunakan energi surya sebagai sumber energi utamanya sehingga ramah lingkungan, memiliki kemampuan dalam mobilitas dan mudah dalam pengoperasiannya.

Tabel 1.1. Rujukan penelitian terdahulu

No	Judul, Peneliti, Tahun Terbit	Variabel	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	“Analisa Energi pada Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Model Lereng Tunggal”, Munawar Alfansury Siregar, 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Variabel bebas: Intensitas matahari (diukur selama 7 hari) - Variabel tetap: Suhu evaporator, luas permukaan alat desalinasi - Variabel kontrol: Penggunaan aluminium foil sebagai isolasi pada alat untuk memaksimalkan penyerapan energi panas 	Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi tertinggi alat desalinasi tercapai pada hari kelima dengan intensitas matahari 420,85 W/m² dan efisiensi 58,89%. - Pada hari kedua, efisiensi terendah sebesar 34,05% dengan intensitas matahari terendah 96,89 W/m². Hasil ini menunjukkan bahwa intensitas matahari sangat mempengaruhi performa alat desalinasi
2	“Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih”, I Gede Yogi Dewantara, 2018	<ul style="list-style-type: none"> - Variabel bebas: Intensitas matahari, desain alat desalinasi - Variabel tetap: Volume alat (6 liter), luas plat penyerap panas (900 mm x 550 mm) - Variabel kontrol: Waktu pengujian (pukul 08:00 pagi hingga sore hari) 	Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> - Efisiensi teoritis maksimum alat desalinasi mencapai 25,10%, sedangkan efisiensi aktual maksimum mencapai 14,33%. - Intensitas matahari yang paling tinggi dicapai pada pagi hari sekitar pukul 08.00, dan energi kalor surya digunakan untuk memaksimalkan kondensasi
3	“Kajian Desalinasi Air Laut Menggunakan	<ul style="list-style-type: none"> - Variabel bebas: Panjang dan diameter pipa intake (22 mm, 	Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> - Desain sistem <i>Reverse Osmosis</i> mampu memenuhi kebutuhan air bersih

	Sistem <i>Reverse Osmosis</i> ”, Anis Milena Cesari Kutananda, 2022	panjang 5,5 meter) - Variabel tetap: Debit air yang dibutuhkan (23,15 m ³ /hari), kapasitas penyimpanan air (32.000 liter) - Variabel kontrol: Penggunaan teknologi <i>Reverse Osmosis</i> dengan membran semipermeabel		sebesar 23,15 m ³ /hari untuk 226 orang di Kampung Wisata Apung Malahing. - Sistem tersebut juga mempertimbangkan aspek lingkungan dan efisiensi biaya operasional, dengan hasil akhir yang sesuai untuk memenuhi standar kebutuhan air bersih masyarakat pesisir
4.	“Pengaruh Material Insulasi Termal terhadap Air yang Dihasilkan pada Desalinasi Bertenaga Surya”, Meitri Widya Pangestika, 2018	- Variabel bebas: Jenis material insulasi termal (sterofoam, serabut kelapa, aluminium foil) - Variabel tetap: Durasi pengujian (14 hari, 09:00-15:00 WIB) - Variabel kontrol: Luas area alat desalinasi (2 m ²) dan posisi alat menghadap matahari	Eksperimental- Kuantitatif	-Insulasi menggunakan sterofoam menghasilkan volume air desalinasi tertinggi yaitu 18,77 l/m ² selama 14 hari. - Insulasi dengan serabut kelapa menghasilkan volume terendah, 14,81 l/m ² . - Peningkatan kualitas air selama 14 hari: nilai TDS dari >9999 ppm menjadi 151,6 ppm, konduktivitas listrik dari >9999 μ S/cm menjadi 188 μ S/cm, pH dari 6,8 menjadi 5,6, dan salinitas dari 61% menjadi 0,03%
5.	“Pengolahan Air Hasil Desalinasi Menggunakan <i>Reverse Osmosis</i>	Variabel bebas: Variasi media filter organik (F1: filter organik, F2: filter organik + membran keramik, F3:	Kuantitatif	- Filtrasi TDS menunjukkan efisiensi terbaik pada F1 (filter organik) sebesar 12,16%, F2 sebesar 8,56%, dan F3 sebesar

	<p>dengan Variasi Beberapa Media Filter Organik”, Brillyan Dimas Pandu Baskoro, 2020</p>	<p>membran keramik) - Variabel tetap: Suhu operasi sistem (31°C, 35°C, 40°C) - Variabel kontrol: Pemakaian membran keramik berlapis perak koloid sebagai desinfektan bakteri</p>	<p>4,5%. - pH air yang difiltrasi meningkat di seluruh variabel dengan rentang antara 7-7,5. - Pada suhu 31°C, hasil filtrasi terbaik didapat pada F2, yang kemudian diuji di laboratorium, namun hasil pengujian menunjukkan air tersebut belum memenuhi standar baku mutu air minum karena masih terdeteksi bakteri E.coli dan koliform.</p>
--	--	--	--

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang harus dipecahkan adalah:

1. Bagaimana aplikasi teknologi *Reverse Osmosis* dalam pembuatan mesin desalinasi air laut?
2. Bagaimana konsep perancangan mesin desalinasi air laut dengan prinsip *Reverse Osmosis* berbasis tenaga surya dibuat?
3. Bagaimana metode pembuatan dan pengujian SAWFIER yang efektif dan efisien sehingga didapatkan mesin desalinasi air laut yang mampu bekerja secara optimal?

1.3. Tujuan

Adapaun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui bagaimana aplikasi teknologi *Reverse Osmosis* dalam pembuatan mesin desalinasi air laut.
2. Untuk mengetahui bagaimana konsep perancangan mesin desalinasi air laut dengan prinsip *Reverse Osmosis* berbasis tenaga surya dibuat.
3. Untuk mengetahui bagaimana metode pembuatan dan pengujian SAWFIER yang efektif dan efisien sehingga didapatkan mesin desalinasi air laut yang mampu bekerja secara optimal.

1.4. Luaran yang Diharapkan

Adapun luaran yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Artikel ilmiah mengenai SAWFIER: Desalinator Air Laut dengan Prinsip *Reverse Osmosis* Berbasis Tenaga Surya Sebagai Solusi Air Bersih Masyarakat Wilayah Pesisir.
2. Teknologi baru yang lebih sempurna dalam desalinasi air laut menjadi air bersih siap dikonsumsi dengan memerhatikan penggunaan energi baru terbarukan (EBT), sehingga terciptanya lingkungan dan masyarakat yang sehat.

1.5. Kegunaan

SAWFIER Menjadi media aktualisasi dan pengembangan teknologi di bidang produksi air bersih, sebagai pengembangan aplikasi teknologi *Reverse Osmosis* dan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT). Selain itu sebagai bentuk pengabdian insan akademis dalam pembelajaran pemberdayaan masyarakat sebagai wujud Tri Dharma Perguruan Tinggi. Kemudian, Memberikan wacana baru tentang pengembangan teknologi dibidang produksi air bersih dengan prinsip *Reverse Osmosis* berbasis tenaga surya dan memberikan solusi yang efektif terhadap masalah bagi masyarakat pesisir terkait air bersih sehingga membantu pemerintah dalam mewujudkan 100% akses air minum aman dan dapat dinikmati seluruh masyarakat Indonesia.