

Penyediaan Air Bagi Masyarakat Pesisir Terdampak Kekeringan dengan Teknologi Desalinasi Air Laut Sederhana

Andreas W. Krisdiarto¹, Amallia Ferhat², Mohammad Prasanto Bimantio³

^{1,2,3,4,5} Institut Pertanian Stiper Yogyakarta
 Jl, Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
 e-mail: ¹andrewahyu04@gmail.com, ²amalliafkarang@gmail.com,
³bimantiomp@instiperjogja.ac.id

Abstrak

Desa Sendang di Kec Donorojo, Kab Pacitan merupakan daerah terdampak kekeringan di musim kemarau, dan termasuk desa tertinggal sehingga menjadi prioritas ditumbuhkembangkan oleh pemerintah. Di desa ini terdapat tempat wisata pantai Klayar. Meskipun ada penyediaan air dari PDAM, namun masih sangat terbatas, masyarakat sering kekurangan air bersih, sehingga kebutuhan untuk pertanian dan kawasan wisata sering terganggu. Tanaman banyak yang mati karena cekaman kekurangan air, sehingga menimbulkan kerugian. Saat ini sudah berkembang teknologi desalinasi air laut yang bisa diaplikasikan sebagai solusi kekurangan air di kawasan tersebut. PKM ini bertujuan meningkatkan harkat masyarakat desa Sendang dengan membantu penyediaan air di saat kemarau dari air laut. Sebagai pendukung aplikasi teknologi tersebut agar berkelanjutan, diadakan pelatihan dan pendampingan, baik teknis maupun organisatoris. Teknologi yang diterapkan bersifat sederhana, serta dapat dibuat dan dirawat masyarakat setempat. Sasaran penerima manfaat program adalah masyarakat, secara khusus kelompok sadar wisata, dengan kelompok pendukung generasi muda dan lembaga pendidikan (SD). Hasil alat destilasi prisma kaca menunjukkan tingkat destilasi 100ml per hari dari ukuran kotak destilasi 50x50x30 cm dengan sudut kaca prisma 45° dan lama penyinaran ±8 jam. Suhu di dalam kotak destilasi berkisar 50-60°C pada siang hari. Air hasil destilasi memenuhi kualitas sebagai air bersih, yakni berkadar garam 20-40 ppm.

Kata kunci— kekeringan, desalinasi air laut, Pacitan

Abstract

Sendang Village in Donorojo Subdistrict, Pacitan Regency is an area affected by drought in the dry season, and is one of the underdeveloped villages. The government took it in a priority for growth and development program. This village has Klayar beach. Even though there is water supply from PDAM, it is still very limited and people often lack clean water, so that the need for agriculture and tourism areas was often disrupted. Many plants die because

of the stress of lack of water, causing losses. Currently, seawater desalination technology has been developed which can be applied as a solution to water shortages in this area. This PKM aims to increase the dignity of the Sendang village community by helping to provide water in times of dryness from sea water. To support the technology application sustainability, training and mentoring are held, both technical and organizational. The technology applied is simple, and can be made and maintained by the local community. The target beneficiaries of the program are the community, especially the tourism awareness group, with support groups for the younger generation and primary school. The results of the distillation tool showed a distillation rate of 100 ml per day from a distillation box size of 50x50x30 cm with a glass prism angle of 45° and an 8-hour irradiation time. The temperature in the distillation box ranges from 50-60°C during the day. The distilled water meets the quality as clean water, indicated by salt content which is 20-40 ppm.

Keywords— *drought, seawater desalination, Pacitan*

I. PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan fenomena alam yang tidak dapat dihindari. Beberapa daerah pesisir pantai di selatan pulau Jawa mengalami kesulitan air di saat kemarau. Salah satu diantaranya adalah desa Sendang, Kec. Donorojo, kab. Pacitan, Jawa Timur. Kondisi daerah yang berat membuat minat generasi muda untuk bekerja di sektor pertanian turun dan memilih sektor lain di luar daerah yang lebih menjanjikan [1].

Topografi Kecamatan Donorojo terdiri atas mayoritas lahan tegalan dibandingkan lahan sawah. Luasan lahan tegalan sebesar 94% dari total luas lahan. Penggunaan lahan paling banyak didominasi oleh hutan rakyat dan sebagian diperuntukkan sebagai perkebunan. Curah hujan di Kecamatan Donorojo terbilang rendah, yaitu hanya sebesar 136,68 mm/tahun, dengan suhu udara maksimal 37°C [2]. Sehingga warga di Kecamatan Donorojo mengalami kesulitan air bersih. Saat ini, penyediaan air bersih hanya mengandalkan PDAM dengan kontinuitas yang rendah.

Meskipun daerah ini memiliki air melimpah, namun berupa air laut yang tidak dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Pemerintah telah menyediakan air melalui perusahaan air minum (PDAM), namun sering masih kurang. Bila kondisi seperti ini, bagi petani, tanaman pertanian

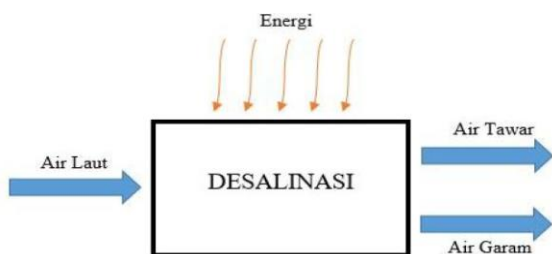
dikalahkan, sedangkan bagi masyarakat wisata di pantai Klayar, mereka harus mengeluarkan biaya besar untuk menyediakan air bersih bagi kebutuhan wisata.

Perlu diketahui air laut mengandung kadar garam atau *Total Dissolved Solid* (TDS) sangat tinggi sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat dimanfaatkan sebagai air bersih, bahkan nantinya dapat dimanfaatkan sebagai air minum. Air yang mengandung mineral tinggi (TDS tinggi) tidak baik untuk dikonsumsi, karena akan melebihi kebutuhan mineral yang diperlukan oleh tubuh. Air laut memiliki TDS lebih dari 3000 ppm sehingga tidak dapat dikonsumsi langsung oleh tubuh. Menurut standar WHO, air minum yang dapat dikonsumsi apabila memiliki kadar TDS kurang dari 100 ppm [3].

Salah satu energi alternatif yang sesuai dengan kondisi di Kecamatan Donorojo adalah energi surya, karena disamping murah juga bersifat *renewable* dan tersedia sangat melimpah di daerah tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang terus meningkat, khususnya di daerah-daerah pemukiman pantai atau pesisir maka perlu dibangun suatu unit pengolahan air bersih. Dikarenakan adanya keterbatasan sumber air tanah, maka air asin atau air laut merupakan harapan lain yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air.

Saat ini telah berkembang teknologi pengubahan air laut menjadi air tawar, dari yang sederhana dan cukup murah, yaitu dengan rumah kaca bertenaga matahari [4,5,6], sampai teknologi *reverse osmosis* yang mahal. Masyarakat perlu mendapatkan pengetahuan dan model teknologi tepat guna yang dapat membantu mereka menyediakan air tawar tersebut.

Dalam upaya pemenuhan kebutuhan air bersih melalui pemanfaatan air laut, desalinasi merupakan suatu proses dimana didalamnya terdapat proses evaporasi yang dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari yang ditangkap air di dalam sebuah ruang kaca. Proses transfer kalor yang dikenakan pada air akan dilanjutkan dengan transfer massa dalam wujud uap. Uap yang bergerak ke atas ditangkap dinding kaca yang kemudian mengalami kondensasi (pengembunan). Hasil pengembunan merambat mengikuti dinding kaca, turun ke bawah, dan ditangkap dalam suatu wadah yang merupakan air destilat [7].



Gambar 1.
Proses Aliran Desalinasi dengan Energi
Matahari [10]

Unit pengolahan ini merupakan penerapan dari Teknologi Tepat Guna (TTG) yang nantinya dapat diaplikasikan secara mandiri oleh masyarakat di Kecamatan Donorojo. Secara umum, TTG adalah suatu bentuk penerapan hasil penelitian atau pemikiran yang dapat diterapkan sesuai dengan kondisi, kebutuhan dan keadaan sosial ekonomi suatu lokasi.

Perwujudan TTG banyak ditemukan dalam bentuk teknologi yang dipraktikkan oleh masyarakat yang berada di daerah

dengan kondisi lingkungan yang ekstrem serta masyarakat dengan tingkat ekonomi yang rendah. Secara teknis TTG merupakan jembatan antara teknologi tradisional dan teknologi maju. Persyaratan Teknis dari TTG, meliputi, (i) memperhatikan kelestarian tata lingkungan hidup, menggunakan sebanyak mungkin bahan baku dan sumber energi setempat, dan sesedikit mungkin menggunakan bahan baku dari luar, (ii) memperhatikan ketersediaan peralatan, serta operasi dan perawatannya guna menciptakan kontinuitas [3].

Dalam penerapannya, TTG harus memenuhi 2 persyaratan, yaitu persyaratan sosial dan persyaratan ekonomi. Persyaratan sosial dari TTG adalah (i) TTG yang ada harus memanfaatkan keterampilan yang sudah ada atau keterampilan yang mudah pemindahannya, serta sejauh mungkin mencegah latihan ulang yang sukar dilakukan, mahal, dan memakan waktu (ii) menjamin timbulnya perluasan lapangan kerja yang dapat terus menerus berkembang. (iii) Membatasi timbulnya TTG sosial dan budaya, dengan mengatur agar peningkatan produksi berlangsung dalam batas-batas tertentu. Sedangkan persyaratan ekonomik dari sebuah TTG, meliputi (i) membatasi jumlah penggunaan modal yang berlebihan atau menekan biaya (ii) mengarahkan pemakaian modal agar sesuai dengan rencana pengembangan lokal, regional, dan nasional serta (iii) mengarahkan usaha pada pengelompokan secara koperatif [8].

Penggunaan TTG akan sangat efektif apabila pada penerapannya, teknologi tersebut lebih banyak menggunakan sumberdaya yang terdapat pada lokasi penerapan TTG, dengan memperhatikan keadaan ekonomi dan sosial masyarakat setempat serta teknologi tersebut dapat membantu memecahkan persoalan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 498/ KPTS/ M/ 2005 (Pd T-07-2005-5) yang merujuk dari Instruksi Presiden No. 3 Tahun 2001 dimana Keputusan Menteri tersebut mengatur tentang Pedoman Penerapan Teknologi Tepat

Guna Bidang Pekerjaan Umum, mensyaratkan beberapa prinsip pendekatan penerapan TTG, yaitu :

1. Berbasis masyarakat :
Pelaksanaan kegiatan penerapan TTG dilakukan secara partisipatif dan dialogis dengan memperhatikan aspirasi masyarakat, dan menempatkan masyarakat sebagai subjek dalam pengambilan keputusan.
2. Berbasis sumberdaya lokal :
Pelaksanaan kegiatan penerapan TTG mengutamakan pemanfaatan sumber mempertimbangkan aspek sosial budaya, ekonomi masyarakat, serta teknologi lokal secara terpadu dan sinergis sehingga dapat tercapai hasil yang lebih optimal.
4. Lingkungan
Pelaksanaan kegiatan penerapan TTG juga harus memperhatikan lingkungan, seperti keterbatasan sumber daya, pencemaran lingkungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
5. Kemitraan antara kelompok masyarakat dan pemerintah mengutamakan hubungan kerja yang setara antara kelompok masyarakat dan Pemerintah Kabupaten/Kota atau Propinsi sesuai kewenangannya atau dapat juga dengan pihak lain, yang diatur secara transparan dan bertanggungjawab melalui kesepakatan tertulis.
6. *Community Based Development*
Pembangunan yang menempatkan masyarakat baik perorangan maupun kelompok sebagai suatu penentu dan pelaku utama sehingga seluruh pengambilan keputusan dan rencana kegiatan dilakukan berdasarkan kehendak dan kesepakatan kelompok atau organisasi.

Dengan kata lain masyarakat pesisir memerlukan TTG penyediaan air bersih dari air laut.

Masalah masyarakat mitra dirumuskan sebagai berikut:

daya lokal yang tersedia, misalnya sumber daya manusia dan kelembagaan masyarakat yang ada, serta material atau bahan lokal dengan memperhatikan keseimbangan dan kelestarian lingkungan. Sehingga nantinya akan terjadi proses pemberdayaan terhadap potensi lokasi secara berkelanjutan.

3. Sosial, Budaya, Ekonomi dan Teknologi Lokal :
Pelaksanaan kegiatan penerapan TTG harus
 1. Sulitnya memperoleh air bersih ketika musim kemarau tiba.
 2. Masyarakat hanya memiliki satu sumber pengairan yang berasal dari PDAM dengan debit dan frekuensi yang kecil di kala kemarau.

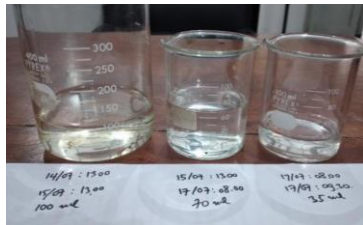
Minimnya pengetahuan masyarakat akan *explorasi* (pengolahan) air laut sebagai sumber air tawar.

II. METODE

Metode yang digunakan untuk turut menyelesaikan permasalahan terdiri atas 3 bagian:

1. *Sosialisasi dan Edukasi kepada kelompok masyarakat mitra, yakni kelompok Sadar Wisata dan sekolah*
 - a. penyadaran terkait pentingnya air bersih bagi kehidupan sehari-hari.
 - b. sosialisasi program yang akan dilaksanakan dan mekanisme pelaksanaan program tersebut, serta manfaat dan nilai tambah yang diperoleh dari produk/program.
 - c. Teknik pembuatan alat destilasi
2. *Produksi dan keberlanjutan*
 - a. Pengembangan model alat destilasi yang sesuai dengan kondisi di desa Sendang, utamanya pantai Klayar [4]
 - b. Pendampingan pembuatan alat destilasi, penilaian mutu air, dan pengelolaan alat sebagai investasi
 - c. Membangun jejaring pendukung bersama instansi pemerintah.
3. *Program Pendukung*

- Upaya pencegahan erosi lahan dan menjaga kelembaban tanah dengan penanaman akar wangi (vetifer)
- Upaya meningkatkan pendapatan masyarakat melalui pengolahan akar wangi



Gambar 1
Alat destilasi air laut dengan tenaga matahari dan hasil desalinasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Indonesia memiliki intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 880 W/m^2 . Sistem kolektor surya berfungsi untuk mengumpulkan energi radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas [9,10,11]. Bentuk prototipe alat piramida distilasi terinspirasi dari bentuk alat desalinasi yang dibuat oleh Astuti [12]. Bentuk piramida kaca dimaksudkan agar dapat mengumpulkan dan mengisolasi energi matahari yang mengenai alat, sehingga energi tersebut dapat ditransfer secara maksimal ke air laut. Perpindahan panas dari pelat atau dinding alat ke air laut merupakan prinsip perpindahan panas secara konveksi. Panas konveksi ini yang digunakan pada proses evaporasi air laut, sehingga molekul air akan terpisah dari molekul garamnya. Disamping menggunakan sinar matahari, alat ini juga dapat menggunakan sumber panas lain yaitu tungku pembakaran menggunakan bahan bakar padat seperti arang, kayu, atau

bahan organik lainnya. Transfer panas dari tungku pembakaran dialirkan secara konduksi melalui plat aluminium dan plat seng yang ada di dasar alat.



Gambar 2
Alat destilasi air laut dengan tambahan tungku untuk mempercepat destilasi

Panas matahari yang mengenai dinding alat diserap melalui dinding seng yang dicat hitam, kemudian kalor yang dihasilkan ditransfer ke air laut. Energi surya akan menembus bahan transparan dan akan masuk ke dalam ruangan tertutup dibawahnya, sehingga panas terkumpul dalam ruangan tersebut dan menyebabkan air didalamnya menguap. Uap yang terjadi mengembun pada bagian dalam dari penutup transparan karena ada perbedaan suhu dengan udara luar. Embun tersebut kemudian mengalir pada sepanjang permukaan penutup transparan dan ditampung oleh kanal pada ujung bawah penutup transparan.

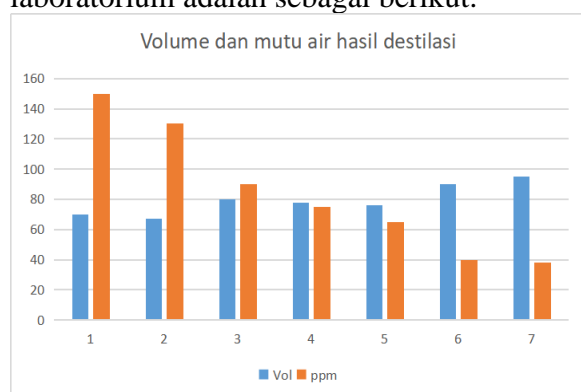


Gambar 3.
Instalasi alat bersama masyarakat mitra



Gambar 4.
Edukasi tentang mutu air
(pengukuran kadar garam)

Hasil pengukuran destilasi oleh alat di laboratorium adalah sebagai berikut:



Gambar 5.
Grafik volume dan mutu air tawar
hasil destilasi

Gambar 5 memperlihatkan volume air hasil destilasi per hari berfluktuasi, hal ini karena cuaca (panjang penyinaran matahari dan suhu) yang tidak sama sehingga mempengaruhi tingkat penguapan. Tampak pula di hari pertama sampai ke-4 hasil lebih sedikit, hal ini karena adanya kebocoran di talang air.

Dari sisi mutu air, yakni kadar garam, gambar 5 memperlihatkan kecenderungan semakin baik. Ini disebabkan pada hari-hari pertama masih ada kotoran dan kandungan garam yang terikut pada botol penampung.

Beberapa catatan dari saat aplikasi di lapangan bersama mitra adalah:

1. Sistem ini sangat dibutuhkan dan diapresiasi masyarakat dan sekolah mitra

2. Diperlukan alat bantu pengambilan air dari laut, misalnya dengan pompa, karena bila dalam jumlah banyak kondisi pengambilan air cukup merepotkan
3. Masyarakat mitra akan mencoba dengan bahan yang tersedia (mudah didapatkan), misalnya dengan plastik mika, karena kaca seperti pada model yang diterapkan hanya tersedia di kota Pacitan yang berjarak ± 30 km.

Secara keseluruhan, proses desalinasi yang dilakukan mampu memberikan produk berupa air tawar dengan kandungan salinitas yang sangat rendah. Kandungan garam di air laut Pantai Klayar Pacitan rata-rata sebesar $8000 \mu\text{S/cm}$ dan dengan piramida distilasi berhasil mendapatkan air tawar dengan kadar salinitas rerata dibawah $100 \mu\text{S/cm}$. Metode ini mampu menghasilkan alternatif sumber air bersih bagi warga sekitar Pantai Klayar Pacitan.

IV. KESIMPULAN

Model alat destilasi yang dikembangkan dan diaplikasikan di pantai Klayar, ds Sendang dapat mengubah air laut menjadi air tawar 100 ml/hari , dengan kadar garam 18 ppm .

Masyarakat mendapatkan pengetahuan dan ketrampilan sederhana merubah air laut menjadi air tawar. Namun kapasitasnya masih perlu ditingkatkan karena belum dapat memenuhi kebutuhan harian masyarakat,

Sekolah dan siswanya mendapatkan media belajar konversi air laut ke air tawar.

V. SARAN

Untuk peningkatan dampak pengabdian masyarakat ini disarankan:

1. Edukasi dan sosialisasi diperluas ke sekolah lain dan kelompok sadar wisata di lokasi pantai sekitar (Buyutan, Banyutibo, Iroboyo)
2. Skala alat diperbesar sehingga dapat menyediakan air tawar dari air laut lebih banyak.
3. Dikenalkan teknologi desalinasi *Reverse osmosis* air laut, agar masyarakat dapat menyelenggarakan pengadaan air secara

swadaya atau dukungan pemerintah untuk debit yang besar.

4. Kegiatan desalinasi diintegrasikan dengan wisata untuk meningkatkan nilai tambah wisata pantai Klayar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada DRPM Kemristekdikti yang telah memberi dukungan pendanaan dan pemerintah daerah Kec. Donorojo yang memberikan dukungan fasiliasi terhadap pengabdian masyarakat ini.

REFERENSI

- [1] B. Pacitan. (2017). *Profil Kependudukan Kabupaten Pacitan Tahun 2017*. 2017th ed. Pacitan: Dinas Kependudukan Kabupaten Pacitan.
- [2] BPS Kabupaten Pacitan. (2019). Kecamatan Donorojo dalam Angka 2019. Kabupaten Pacitan: BPS Kabupaten Pacitan.
- [3] Nugraha, Dimas Hastama dan Mahida, Masmian. (2013). Kesiapan Masyarakat Menerapkan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Minum (Studi Kasus: Pulau Palu'e Nusa Tenggara Timur). *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 5(2).
- [4] Rosari T., Hadi W., Masduqi A. (2014). Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar dengan Parabolic Through. *Jurnal Purifikasi*, 14 (1), 55-64.
- [5] Said, M dan Iswadi. (2016). Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air (greenhouse effect) bagi masyarakat pulau dan pesisir di kota makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 12 (3), 300 - 310
- [6] Abdelgaied M. (2017). Performance of a Pyramid Solar Still with V-Corrugated Absorbers Plate: Experimental Study. *Twentieth International Water Technology Conference-IWTC20*.
- [7] Potter M. (2004). New Technology for Point of Use Desalination. Solar Dew. New York City. www.solar dew.com.
- [8] Alwi, F. A., & Herwindo, W. (2012). Persepsi Masyarakat Terhadap Penerapan Teknologi Tepat Guna Bidang Sumber Daya Air (TTG-BSDA) (Studi Kasus Kabupaten Pacitan, Gunung Kidul Dan Bantul). *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 8(1), 67-80
- [9] Syahri, M. (2011). Rancang Bangun Sistem Desalinasi Energi Surya Menggunakan Absorber Bentuk Separo Elip Melintang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. F09-1 – F09-5.
- [10] Rahardjo, I., I. Fitriana (2002), Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia, Seminar Strategi Penyediaan Listrik Nasional Dalam Rangka Mengantisipasi Pemanfaatan PLTU Batu Bara Skala Kecil, PLN, dan Energi Terbarukan.
- [11] Dewantara, IG Yogi, Suyitno, Budhi Muliawan, Lesmana, IG Eka. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin*. 7 (1). 1-4.
- [12] Astuti, Ulvi Pri. (2016). Atap Desalinasi Sebagai Solusi Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Daerah Pesisir. *Journal of Research and Tchnology*. 2 (2). 57-63.