

# Kajian Penggunaan Biomassa Tempurung Kelapa dalam Sistem Desalinasi Air Payau

Munawar<sup>1\*</sup>, Satriananda<sup>2</sup>, Edrisya Dwikandi Almira Herzan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup>munawar\_rusli@pnl.ac.id

<sup>3</sup>kandirisya@gmail.com

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan mempelajari laju produksi air dan kebutuhan energi dalam penggunaan biomassa tempurung kelapa untuk desalinasi air payau. Penelitian dilakukan pada kondisi batch dengan variasi volume umpan sebesar 100, 250 dan 500 ml, serta laju alir air pendingin sebesar 9 L/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biomassa tempurung kelapa dalam sistem desalinasi air payau dapat menghasilkan laju produksi air lebih tinggi dari pada menggunakan energi listrik. Laju produksi air yang diperoleh berkisar antara 1,629 - 4,165 mL/menit. Kebutuhan energi optimum pada sistem ini adalah sebesar 28052,5 kJ/kg produk air. Kualitas air produk hasil proses desalinasi tergolong baik, dimana beberapa parameter kualitas air seperti TDS, kekeruhan, salinitas, warna dan KMnO<sub>4</sub> telah memenuhi standar baku mutu air minum sesuai dengan Kepmenkes RI No. 492 Tahun 2010.

**Kata kunci**— Air payau, biomassa, desalinasi, evaporasi, tempurung kelapa.

**Abstract**— This study aims to determine a production rate and energy demand in the use of coconut shell biomass for saline water desalination. The batch experiment was conducted by using of 100, 250 and 500 ml of feed water, and cooling water debit of 9 L/minute. The results showed that the use of coconut shell biomass in the brackish water desalination system can produce a higher rate of water production than using electrical system. The rate of water production obtained ranged from 1.629 to 4.165 mL/minute. The optimum energy requirement in this system is 28052.5 kJ/kg of water products. The water quality of the desalination process products is quite good, where several water quality parameters such as TDS, turbidity, salinity, color and KMnO<sub>4</sub> have met drinking water quality standards in accordance with Kepmenkes RI No. 492 of 2010..

**Keywords**— Brackish water, biomass, desalination, evaporation, coconut shell.

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam menunjang kehidupan makhluk hidup, oleh karena itu dibutuhkan sumber air bersih untuk kelangsungan hidup. Keberadaan sumber air di dunia ini begitu melimpah, namun yang dapat digunakan oleh manusia masih tergolong sedikit. Permasalahan yang sering terjadi saat ini adalah kurangnya persediaan air bersih setiap harinya. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya jumlah penduduk, pencemaran lingkungan dan rusaknya daerah resapan air. Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka semakin besar pula kebutuhan dalam konsumsi air bersih. Indonesia merupakan daerah yang kaya akan sumber air, namun krisis air bersih masih dialami saat ini oleh daerah-daerah tertentu. Permasalahan ini tidak hanya terjadi di Indonesia saja, namun krisis air bersih ini sudah menjadi permasalahan global. Dimasa depan air akan menjadi langka, sehingga memungkinkan mahalnya air bersih dan air akan menjadi barang yang berharga.

Wilayah pesisir saat ini kekurangan akan sumber air tawar dikarenakan air sumur pada daerah tersebut bersifat asin atau payau. Air payau merupakan campuran antara air tawar dan air asin. Sumber air payau yang biasa digunakan adalah berasal dari air tanah (sumur), air sumur ini menjadi asin karena masuknya air laut secara alami. Air sumur yang payau ini tidak dapat digunakan secara langsung sehingga dibutuhkan suatu pengolahan khusus sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Air payau tidak hanya mengandung garam terlarut, namun terdapat kandungan organik di dalamnya. Hal ini dikarenakan adanya degradasi lingkungan. Air payau mempunyai kadar garam yang lebih rendah dibandingkan air laut, namun lebih tinggi

dibandingkan air tawar. Sehingga air payau dapat dikatakan air yang kadar garamnya berada diantara air laut dan air tawar.

Air payau dapat dijadikan salah satu sumber yang berpotensi tinggi untuk dijadikan sumber air bersih karena keberadaannya yang melimpah (U.P Astuti, 2016). Desalinasi merupakan suatu proses pengolahan air payau dengan memisahkan kandungan garam yang terlarut dalam air, sehingga diperoleh air bersih berupa air tawar yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Ada beberapa metode desalinasi pengolahan air payau yang sudah dikembangkan untuk memperoleh air tawar yaitu dengan cara reverse osmosis (RO), elektrodialisis, distilasi dan ion exchange. Namun pengolahan air payau dengan metode tersebut relatif membutuhkan biaya yang besar, sehingga perlu dicari metode alternatif lain untuk pengolahan air payau. Desalinasi air payau dengan metode evaporasi dan kondensasi merupakan salah satu metode alternatif untuk mengolah air payau menjadi air tawar. Air payau akan dipanaskan dengan proses penguapan (evaporasi) sehingga dihasilkan uap, lalu uap didinginkan (kondensasi) dan dihasilkan air tawar (Mulyanef dkk, 2015).

Teknologi desalinasi dengan metode evaporasi dan kondensasi ini merupakan suatu solusi dalam menanggapi permasalahan krisis air bersih yang terjadi. Akan tetapi, dalam proses teknologi desalinasi dalam pengolahan air payau membutuhkan jumlah energi yang besar, sehingga dibutuhkan suatu energi terbarukan untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam proses desalinasi (S. H Abdulloh, 2015). Sumber energi yang digunakan untuk proses desalinasi dapat berasal dari energi panas matahari maupun energi listrik. Selain itu, energi dari limbah padat pertanian berpotensi dijadikan sumber energi dalam proses desalinasi.

Potensi biomassa di Indonesia yang dapat digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat banyak dan melimpah. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa

kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan. Penggunaan biomassa dipandang cukup menantang, mengingat bahan bakar ini termasuk sumber energi terbarukan, yang menjadi isu global saat ini.

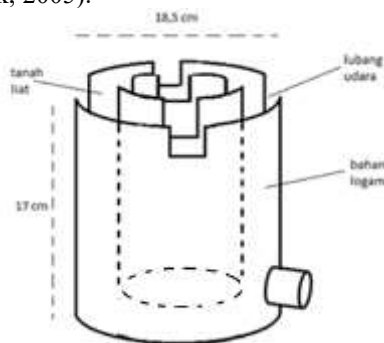
Dalam penelitian ini dilakukan pemanfaatan tempurung kelapa sebagai sumber energi berbasis biomassa untuk desalinasi air payau menjadi air tawar. Limbah kelapa ini merupakan komponen terbanyak dari buah. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh volume umpan terhadap laju produksi air tawar dan mempelajari kebutuhan energi serta kualitas air produk yang dihasilkan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian desalinasi air payau secara evaporasi ini dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan dan Satuan Proses Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu dimulai dengan kegiatan mendesain tungku pembakaran biomassa, persiapan alat dan bahan, persiapan biomassa kemudian dilanjutkan dengan pengujian karakteristik sampel air payau dan proses pengolahan air payau.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu seperangkat alat distilasi, heater listrik, tungku pembakaran biomassa yang di desain mengikuti dimensi heater listrik seperti Gambar 1, flowmeter air, crusher, timbangan analitik, pH meter, turbidity meter, konduktometer dan seperangkat alat titrasi. Bahan yang digunakan adalah air payau, tempurung kelapa,  $KMnO_4$ , asam oksalat,  $H_2SO_4$  dan aquadest.

Prinsip kerja alat evaporasi pada proses desalinasi air payau berbasis biomassa adalah memisahkan fasa liquid dari fasa padat terlarut dengan teknik evaporasi dan kondensasi (McCabe dkk, 2005).



Gambar 1. Dimensi Tungku Biomassa

Untuk pembuatan biomassa, tempurung kelapa tua dibersihkan lalu dijemur hingga kering. Setelah kering, tempurung kelapa dihaluskan dengan menggunakan *crusher*. Selanjutnya serbuk tempurung kelapa yang telah halus dicampur dengan perekat dengan rasio kanji dan air (1 : 6). Kemudian adonan biomassa ditekan (*press*) di dalam sebuah cetakan dan dijemur dibawah sinar matahari.

Untuk proses desalinasi air payau menggunakan biomassa dipasang peralatan distilasi dengan baik dan benar. Dimasukkan air payau kedalam labu distilasi dan letakkan biomassa tempurung kelapa didalam tungku pembakaran biomassa yang telah dibuat, kemudian bakar biomassa. Alirkan air pendingin. Proses evaporasi dilakukan sampai bahan bakar habis. Setelah bahan bakar habis (pengoperasian

selesai), dimatikan aliran pendingin, lalu diambil distilat dan dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk dianalisa.

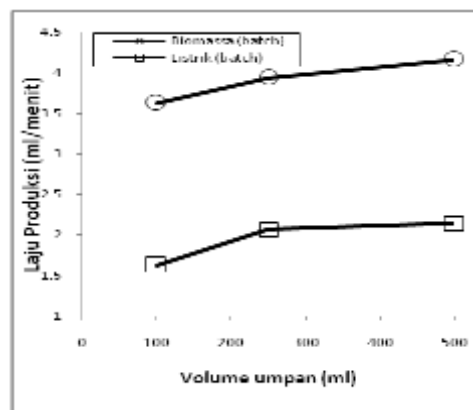
Analisa pengolahan air yang dilakukan diantaranya yaitu laju produksi, kebutuhan energi serta kualitas air produk yang dihasilkan. sistem operasi dalam penelitian ini adalah batch dengan variasi volume umpan 100, 250 dan 500 ml. Laju alir air pendingin 9 L/menit, sumber energi yang digunakan adalah biomassa dan listrik sebagai pembanding. Parameter utama dalam kualitas air produk yang akan diuji meliputi TDS, Kekeuhan, Salinitas, pH dan  $KMnO_4$ .

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh tahapan penelitian telah selesai dilaksanakan. Pengujian sistem untuk pengolahan air payau juga telah dilakukan. Hasil penelitian yang diperoleh mencakup tentang hubungan antara pengaruh volume umpan dan kebutuhan energi terhadap laju produksi air tawar. serta hasil pengujian sesuai dengan baku mutu.

### A. Laju Produksi

Laju produksi merupakan banyaknya volume produk per waktu tertentu. Laju produksi sangat dipengaruhi oleh volume umpan dan panas yang dihasilkan. Jumlah panas yang besar akan meningkatkan suhu air yang akan diuapkan sehingga akan mempercepat proses penguapan dan pengembunan. Pengaruh volume umpan terhadap laju produksi pada desalinasi menggunakan biomassa dan listrik ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Volume Umpan Terhadap Laju Produksi Air Tawar

Berdasarkan gambar 2 proses desalinasi air payau secara evaporasi menggunakan energi biomassa dapat meningkatkan laju produksi air produk dibandingkan dengan energi listrik. Prinsip pemanasan untuk memanaskan *liquid* pertama adalah panas sensibel dimana temperatur air akan naik. Kemudian saat suhu telah mencapai titik didih maka akan terjadi perubahan fasa, dimana yang mempengaruhi laju penguapan hanya panas laten saja. Pada saat panas laten terjadi, pada titik inilah laju penguapan konstan, artinya semakin lama waktu konstan ini berlangsung maka laju produksi akan meningkat.

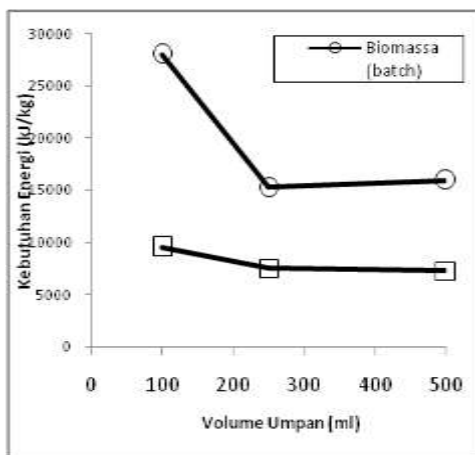
Pada proses evaporasi volume umpan mempengaruhi laju produksi air baik pada biomassa maupun listrik. Laju produksi akan meningkat dengan semakin tingginya volume umpan. Laju produksi optimum diperoleh pada volume umpan 500 ml. Proses evaporasi menggunakan biomassa diperoleh laju

produksi optimum sebesar 4,165 ml/menit, sedangkan dengan listrik yaitu 2,144 ml/menit.

Proses desalinasi secara evaporasi pada biomassa dihasilkan laju produksi yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan energi listrik. Hal ini dikarenakan panas pada biomassa berkontak langsung dengan labu umpan, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan *liquid* lebih cepat. Sedangkan pada listrik panas berpindah pada *coil mantle* kemudian kontak dengan labu umpan, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk menguapkan *liquid*.

**B. Kebutuhan Energi**

Kebutuhan energi merupakan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan sejumlah air. Energi yang digunakan pada proses desalinasi air payau ini digunakan sumber energi listrik dan energi alternatif biomassa sebagai pembanding. Pengaruh volume umpan terhadap kebutuhan energi ditunjukkan pada Gambar 3.



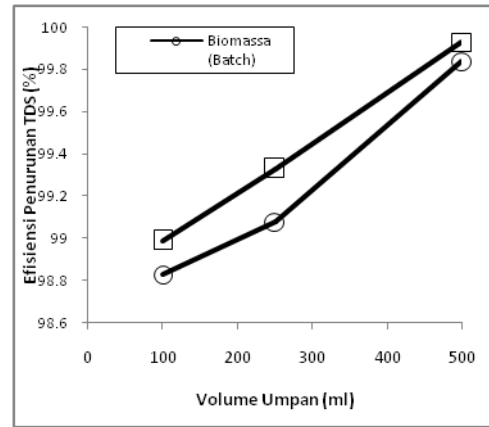
Gambar 3. Pengaruh Volume Umpan terhadap Kebutuhan Energi

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa kebutuhan energi pada proses evaporasi baik menggunakan energi biomassa dan energi listrik terhadap volume umpan semakin menurun dan konstan, hal ini menunjukkan bahwa efektifitas kondensasi berjalan dengan baik, sehingga bahan bakar dapat dihemat. Kebutuhan energi terbesar menggunakan biomassa yaitu 28052,5 kJ/kg produk sedangkan kebutuhan energi terkecil adalah 15984,1 kJ/kg produk. Sedangkan Kebutuhan energi pada listrik terbesar yakni 9574,9 kJ/kg produk dan kebutuhan energi terendah sebesar 7305,2 kJ/kg produk.

Jika dibandingkan kebutuhan energi pada evaporasi menggunakan biomassa lebih besar dibandingkan dengan energi listrik. Hal ini dikarenakan pada biomassa diperkirakan panas terbuang besar karena terdapat ruang antara tungku pemanasan dengan labu umpan sehingga udara dapat masuk untuk proses pembakaran biomassa. Sedangkan pada listrik, pemanasan terjadi secara *intens* sehingga panas terbuang diperkirakan kecil.

**C. Efisiensi Penurunan TDS**

*Total Dissolved Solid* atau total padatan terlarut adalah ukuran semua senyawa organik dan anorganik yang terlarut dalam suatu cairan. Penentuan TDS diukur untuk mengukur tingkat kontaminan padatan terlarut didalam air.



Gambar 4. Pengaruh Volume Umpan Terhadap Efisiensi Penurunan TDS

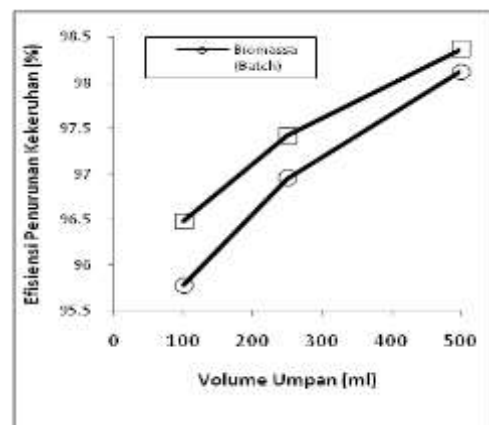
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin banyak volume umpan maka semakin besar efisiensi penurunan TDS, sehingga semakin besar persen removal TDS yang diperoleh. Dari hasil pengujian total padatan terlarut didalam air payau yang telah dilakukan proses pemisahan mengalami penurunan baik pada biomassa maupun listrik. Penurunan TDS ini disebabkan karena adanya proses pemanasan dan proses penguapan sehingga kontaminan yang terkandung di dalam air payau dapat terpisah dan jumlah padatan terlarut berkurang.

Efisiensi penurunan TDS yang diperoleh dengan energi listrik lebih tinggi dibandingkan menggunakan energi biomassa. Hal ini dikarenakan pada proses menggunakan listrik kontak panas dengan umpan lebih lama dibandingkan dengan biomassa. Efisiensi terbesar dengan menggunakan energi listrik terbesar yaitu 99,93% sedangkan dengan energi biomassa yaitu 99,84%.

Pada Penelitian Titis Rosari (2014), diperoleh persen removal TDS berada dalam rentang 99-99,9%. Besarnya persentase penyisihan memperlihatkan bahwa proses pemanasan atau penguapan mampu memisahkan air murni dengan padatan penyebab payau.

**D. Efisiensi Penurunan Kekeruhan**

Kekeruhan adalah ketidakjernihan atau kekaburan sesuatu benda dari jumlah butir-butir zat yang tergenang dalam air.



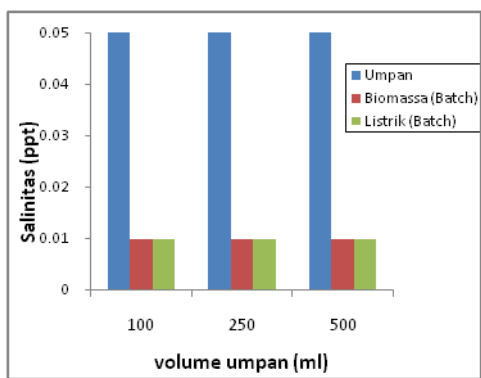
Gambar 5. Pengaruh Volume Umpan Terhadap Efisiensi Penurunan Kekeruhan

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin banyak volume umpan maka semakin besar efisiensi penurunan

kekeruhan. Dari hasil pengujian kekeruhan didalam air tawar yang telah dilakukan proses evaporasi baik pada biomassa maupun listrik mengalami penurunan. Air payau yang semula berwarna kuning setelah dilakukan proses evaporasi dan diuapkan menjadi jernih. Hal ini dikarenakan, pada proses evaporasi hanya uap saja yang dipisahkan sedangkan zat pengotor atau kontaminan akibat kekeruhan mengendap di permukaan dan tertinggal sebagai residu. Efisiensi penurunan kekeruhan terbesar dengan menggunakan energi listrik terbesar yaitu 98,36% sedangkan dengan menggunakan energi biomassa yaitu 98,12%.

**E. Salinitas**

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau kadar garam yang terlarut dalam air. Salinitas adalah salah satu parameter penting dalam penelitian ini dan menjadi tolak ukur dari keberhasilan proses desalinasi.



Gambar 6. Pengaruh Volume Umpan Terhadap Salinitas

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pengujian salinitas atau kadar garam yang terkandung dalam air baik menggunakan biomassa maupun listrik diperoleh salinitas yang konstan yaitu 0,01 ppt, dimana air tersebut sudah tergolong ke dalam air tawar. Pada penelitian Nova Risdiyanto (2016) diperoleh salinitas air distilat sebesar 0,01 ppt.. Hal ini dikarenakan air payau yang dilakukan pemanasan dimaksudkan agar air menjadi uap air dengan meninggalkan residu mineralnya melalui proses evaporasi. Uap air didalam proses pemanasan ini kemudian dikondensasi menjadi air yang telah dihilangkan garamnya sehingga diperoleh produk berupa air tawar. Pada proses ini terbukti bahwa dengan menggunakan proses evaporasi dapat memisahkan kandungan garam terlarut dalam air.

Untuk mengetahui kualitas air hasil evaporasi dalam mengolah air payau menjadi air bersih, perlu diketahui air umpan dan air produk yang dihasilkan. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa kualitas produk air yang dihasilkan dari proses evaporasi telah memenuhi baku mutu air minum (Kepmenkes RI No. 492 Tahun 2010), khususnya untuk parameter warna, TDS, Turbidity, pH dan KMnO<sub>4</sub>.

**IV. KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengolahan air payau secara evaporasi dengan memanfaatkan energi biomassa dapat meningkatkan laju produksi air tawar dibandingkan dengan menggunakan energi listrik. Laju produksi optimum menggunakan biomassa diperoleh 4,165 ml/menit pada volume 500 ml dengan kebutuhan energi untuk pemanasan sebesar 15984,1 kj/kg produk air. Sedangkan laju produksi optimum menggunakan listrik yaitu 2,144 ml/menit pada volume umpan 500 ml dengan kebutuhan energi sebesar 7305,2 kj/kg produk air. Kualitas air produk hasil evaporasi tergolong baik, dimana kualitas air produk yang dihasilkan pada proses ini telah memenuhi baku mutu air minum sesuai dengan Kepmenkes RI No. 492 Tahun 2010, khususnya untuk parameter TDS, kekeruhan, rasa, warna, pH dan KMnO<sub>4</sub>.

**REFERENSI**

- [1] McCabe, W.L, Smith, J.C, dan Harriot, P., Unit Operations of Chemical Engineering, International edition, McGraw-Hill Inc., NewYork, 2005.
- [2] Mulyanef, R. A. Saputra, khaidir dan Dusklardi. 2015. Kaji Eksperimental Alat Pengolahan Air Laut Menggunakan Energi Surya Untuk Memproduksi Garam dan Air Tawar. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV) Banjarmasin.
- [3] N. Hidayah, Muris dan Subaer. 2015. Studi Tentang Pemanfaatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa pada Proses Desalinasi Air Laut dengan Teknik Reverse Osmosis. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika. Jilid 11 (1), hal : 93 – 97.
- [4] N. R. Ismail dan A. Hardianto. 2016. Studi Eksperimen Bentuk Kaca Penutup Untuk Meningkatkan Produktifitas dan Efisiensi Solar Still. Jurnal Rotor. No.2, hal : 13-17.
- [5] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/2010. Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- [6] S. H. Abdulloh. 2015. Desalinasi Air dengan Memanfaatkan Energi Terbarukan. Pengolahan Air dengan Menggunakan Energi Terbarukan. Hal : 1-8.
- [7] T. Rosari, W. Hadi dan A. Masduqi. 2014. Desalinasi Air Payau Menggunakan Energi Solar dengan Parabolic Trough. Jurnal Purifikasi. Vol. 14 (1), hal: 55-64.
- [8] U. P. Astuti. 2016. Atap Desalinasi Sebagai Solusi Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Daerah Pesisir. Journal of Reseach and Technology. Vol.2 (2), hal : 57-63