

UJI KINERJA ALAT STEAM BOILER SEBAGAI SUMBER ENERGI DALAM EKSTRAKSI ALGINAT

pPP – 05

Arif R. Hakim* dan Caesar Mahendra

¹Loka Penelitian dan Pengembangan Mekanisasi Pengolahan Hasil Perikanan
Jl. Imogiri Barat km 11.5 Jetis Bantul Yogyakarta 55781

*E-mail : arifrahmanh11@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan uji kinerja alat steam boiler sebagai sumber energi pada ekstraksi rumput laut *Sargassum* menjadi alginat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perlakuan terbaik performansi steam boiler sebagai sumber uap panas. Steam boiler yang digunakan merupakan steam boiler jenis pipa air (*water tube*). Perlakuan yang digunakan dalam uji ini ialah variasi volume air umpan (*water feed*) yaitu 20, 30 dan 40 liter, serta besar tekanan uap 1 dan 2 atm. Selanjutnya parameter yang di amati meliputi waktu pemanasan, konsumsi bahan bakar, suhu output, kapasitas boiler, jumlah uap panas dan rendemen ekstrak rumput laut yang dihasilkan. Dari hasil pengujian di peroleh bahwa perlakuan terbaik yang diuji cobakan adalah dengan air umpan sebanyak 30 liter pada tekanan 1 atm. Dengan nilai rata-rata lama pemasakan selama 72.67 menit, kebutuhan bahan bakar 0.87 kg, suhu output 86 °C, volume uap panas yang dihasilkan 6034.13 kJ/jam dan rendemen ekstrak rumput laut yang dihasilkan sebanyak 70.3 %.

Kata kunci : ekstrak rumput laut, steam boiler, uap panas

Pengantar

Steam (uap panas) saat ini menjadi sumber energi penting bagi dunia industri. Uap panas bisa dimanfaatkan sebagai bahan pengolahan pangan maupun non pangan. Sistem yang digunakan untuk menghasilkan uap panas disebut boiler atau *steam generator* (Woodruff *et al.*, 2004).

Boiler sendiri adalah bejana tertutup yang menghasilkan uap panas dari pemanasan air melalui sistem pembakaran bahan. Menurut American Society of Mechanical Engineers (ASME), sebuah unit pembangkit uap didefinisikan sebagai kombinasi peralatan untuk memproduksi, melengkapi atau recovery panas bersama dengan peralatan penghasil uap dari fluida panas (Rajput, 2006). Steam boiler terdiri dari dua bagian utama, yaitu tempat pembakaran bahan bakar, dan tempat penukar panas yang mengubah air menjadi uap (Saidur *et al.*, 2010). Tipe-tipe boiler yang banyak digunakan saat ini ialah tipe *fire-tube*, *water tube*, *modular*, *coil tube* dan *cast iron*.

Steam boiler dapat digunakan untuk berbagai fungsi, seperti, proses penguapan panas, pembangkit listrik, proses petrokimia dan chemical recovery (Rajput, 2006). Selain itu uap yang dihasilkan dari steam boiler dapat digunakan sebagai fluida kerja maupun media pemanas untuk berbagai macam keperluan rumah tangga sampai keperluan industri (Djokosetyardjo, 1987 ; Sun *et al.*, 2002).

Pemilihan steam boiler jenis *water tube* pada penelitian ini ialah karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain mampu bekerja pada tekanan tinggi, berat steam boiler yang relative lebih ringan dibandingkan dengan kapasitas boiler, kapasitas yang besar, dapat dioperasikan dengan cepat sehingga dalam waktu singkat telah dapat memproduksi uap (Muin & Syamsir, 1986).

Permasalahan dalam pengolahan alginat adalah dibutuhkan proses penggilingan saat ekstraksi (Husni *et al.*, 2012; Subaryono & Apriyani, 2010) hal ini bertujuan agar alginat yang terekstrak lebih banyak. Proses penggilingan akan sulit dilakukan bila dilakukan ekstraksi skala besar. Terlebih kondisi media dan rumput laut bersuhu tinggi. Sedangkan bila tanpa proses penggilingan rendemen dan viskositas alginat yang dihasilkan masih rendah (Pamungkas *et al.*,

2013). Dengan ekstraksi menggunakan uap panas diharapkan akan mempermudah ekstraksi rumput laut sargasum untuk mengeluarkan alginat.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji coba suatu prototipe alat steam boiler yang mampu menghasilkan energi uap panas sehingga bisa dimanfaatkan dalam ekstraksi alginat.

Bahan dan Metode

Rancang bangun mesin steam boiler

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan rancang bangun mesin steam boiler tipe water tube serta menguji kinerjanya pada pengolahan alginat. Perancangan mesin steam boiler tipe water tube ini memiliki bagian-bagian fungsional sebagai berikut:

- a. Sebuah tangki air sebagai tandon air umpan
- b. Sebuah boiler berfungsi sebagai tempat pemanasan air umpan
- c. Tabung penampung uap panas sebagai tempat untuk menampung uap panas sebelum dialirkan kedalam tabung ekstraksi serta tempat untuk mengurangi kadar air pada uap panas
- d. Manometer sebagai pengontrol tekanan ketel uap.
- e. Pipa penghubung untuk menghubungkan steam boiler dengan rangkaian pipa pemasakan
- f. Rangkaian pipa pemasakan berfungsi memberikan panas pada bahan yang dimasak.
- g. Kran pengeluaran uap pada rangkaian pipa penghubung sebagai pembuka dan penutup aliran uap panas.
- h. Kran pada bagian bawah boiler untuk pembuangan akhir.

Peralatan yang digunakan dalam perancangan mesin steam boiler ini adalah:

- a. Gerinda untuk memotong pipa.
- b. Gunting pemotong plat besi.
- c. Bor listrik untuk membuat lubang.
- d. Rol untuk membuat plat menjadi silinder.
- e. Las untuk melas plat besi.
- f. Termokopel untuk mengetahui suhu uap.
- g. Pompa untuk menaikkan tekanan kompor.
- h. Kompor sebagai media pemanas.
- i. Manometer untuk mengukur tekanan pada ketel uap.
- j. Meteran untuk mengukur dimensi plat.
- k. Termometer jarum untuk mengukur suhu dalam ketel.

Bahan yang digunakan dalam modifikasi mesin steam boiler ini adalah:

- a. Plat besi SS 306 dengan ketebalan 3 mm.
- b. Kran sebagai pembuangan air dengan ukuran ½ inci (1,3 cm).
- c. Kran pengeluaran uap dengan ukuran ¾ inci (2,6 cm) sebagai penghubung antara mesin steam boiler dengan pipa pemasak.
- d. Pipa sebagai rangkaian penghubung dan rangkaian pipa pemasak dan pengering dengan ukuran ¾ inci (2,6cm).
- e. Gas elpiji sebagai bahan bakar pengujian.
- f. Air sebagai bahan produksi uap.

Langkah-langkah pembuatan mesin steam boiler secara garis besar adalah sebagai berikut: Pemotongan bahan silinder, pengerolan silinder, pencembungan tutup silinder dan pelubangan tutup dan dinding silinder.

Sedangkan bahan untuk ekstraksi adalah rumput laut jenis sargassum yang diambil dari perairan pantai Gunung kidul Yogyakarta.

Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin steam boiler yang telah dirancang. Kemudian parameter kinerja mesin steam boiler ini diukur, diantaranya: tekanan pada

mesin steam boiler, suhu uap air dalam mesin steam boiler, suhu uap air keluaran, konsumsi bahan bakar, lama waktu pemasakan. Hasil terbaik selanjutnya di gunakan untuk pengolahan rumput laut *Sargassum* menjadi alginat.

Pengujian ini menggunakan 3 faktor perlakuan. Perlakuan pertama adalah volume air umpan 20 liter, 30 liter dan 40 liter. Perlakuan kedua adalah tekanan menggunakan 1 atm dan 2 atm. Masing-masing variasi perlakuan dilakukan 3 kali pengamatan.

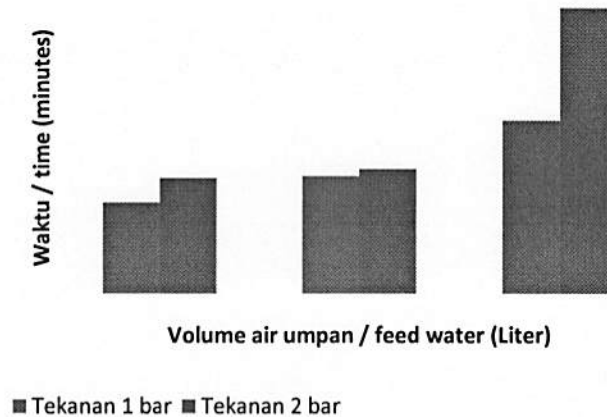
Variasi tersebut adalah:

- Volume 20 liter dengan tekanan 1 atm (V1P1)
- Volume 30 liter dengan tekanan 1 atm (V2P1)
- Volume 40 liter dengan tekanan 1 atm (V3P1)
- Volume 20 liter dengan tekanan 2 atm (V1P2)
- Volume 30 liter dengan tekanan 2 atm (V2P2)
- Volume 40 liter dengan tekanan 2 atm (V3P2)

Hasil dan Pembahasan

Waktu pemanasan

Volume air yang dipanaskan untuk menghasilkan uap akan sangat mempengaruhi lama waktu untuk mencapai uap panas dengan tekanan tertentu. Pada penelitian ini dilakukan variasi jumlah volume air yang digunakan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tekanan 1 bar dan 2 bar.



Gambar 1. Pengaruh volume air umpan terhadap waktu pemanasan

Hasil pengujian pada gambar 1, menunjukkan bahwa semakin banyak volume air yang digunakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tekanan tertentu juga semakin lama. Volume air umpan sebanyak 40 liter untuk tekanan 2 bar membutuhkan waktu paling lama yaitu rata-rata 176.33 menit. Sedangkan waktu tercepat ialah pada volume air umpan sebesar 20 Liter selama 56.50 menit. Tidak terjadi perbedaan signifikan antara volume air umpan sebanyak 20 L dan 30 L. dari gambar 1 juga menunjukkan bahwa untuk mencapai tekanan lebih besar akan dibutuhkan waktu lebih lama.

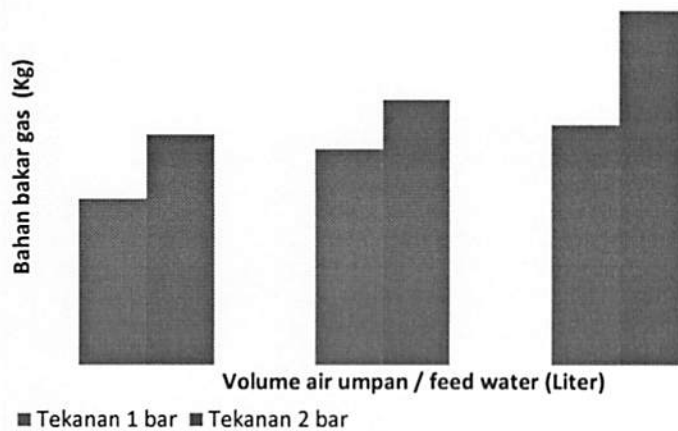
Menurut Pudjiono, *et al.* (2010) semakin besar volume air dan tekanan dalam mesin pemasak maka waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan dan produksi uap akan semakin lama. Pemanasan air umpan untuk mencapai suhu dan tekanan tertentu ini berkaitan dengan kebutuhan bahan bakar yang digunakan.

Pada gambar 1 juga menunjukkan bahwa untuk mendapatkan tekanan uap air yang lebih tinggi dibutuhkan waktu yang lebih lama. Titik didih suatu cairan atau dikenal juga dengan temperatur

saturasi adalah temperatur dimana tekanan uap cairan sama dengan tekanan lingkungan sekitar cairan tersebut. Pada titik ini cairan akan berubah fase menjadi uap. Temperatur saturasi dari air pada tekanan atmosfer adalah 100°C. Pada titik inilah air akan berubah fase menjadi uap dengan membentuk gelembung-gelembung uap air. Temperatur saturasi menjadi sebuah fungsi yang unik dari tekanan. Semakin tinggi tekanan di sekitar air maka akan semakin tinggi pula titik didihnya, sehingga waktu yang dibutuhkan semakin lama. Hal tersebut disebabkan karena tekanan air akan mempengaruhi karakteristik –seperti entalpi (kandungan kalor) air, panas laten, dan entalpi uap– dari uap air yang terbentuk pada tekanan tersebut (Yu *et al.* 2002)

Kebutuhan bahan bakar gas

Steam boiler adalah pesawat untuk memproduksi uap pada suatu jumlah tertentu pada setiap jamnya dengan suatu tekanan dan suhu yang telah ditentukan besarnya. Proses pendidihan memerlukan energi panas yang diperoleh dari sumber panas misalnya dari pembakaran bahan bakar yang berupa padat, cair dan gas. Pada penelitian ini bahan bakar yang digunakan ialah gas elpiji 3 Kg.



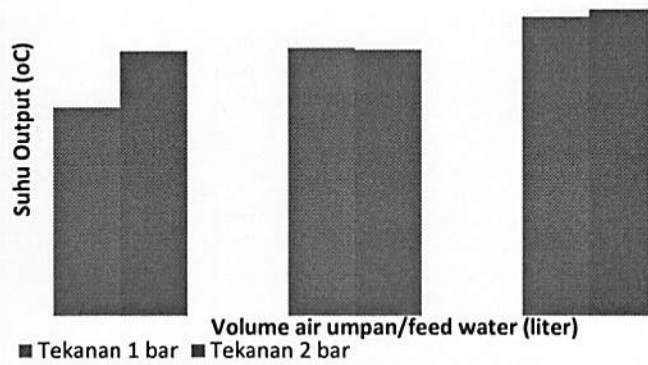
Gambar 2. Kebutuhan bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar gas selama percobaan bisa dilihat pada gambar 2. Kebutuhan bahan bakar paling tinggi ialah pada perlakuan volume air umpan 40 liter tekanan 2 Atm yaitu 1.41 kg sedangkan yang terendah pada perlakuan volume air umpan 20 liter tekanan 1 atm yaitu 0.68 kg. Pola grafik gambar 2 ini hampir sama dengan pola kebutuhan waktu pemanasan. Semakin banyak air umpan yang dimasukkan dan tekanan yang dibuat lebih tinggi akan membutuhkan jumlah bahan bakar gas lebih banyak.

Kebutuhan bahan bakar lebih tinggi karena untuk mencapai tekanan yang lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama dengan besaran jumlah pemanas/kompur yang digunakan sama. Sehingga energi yang dikeluarkan dari pemanas lebih banyak.

Suhu output rata-rata

Suhu rata-rata yang dihasilkan oleh steam boiler pada penelitian ini tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Nilai rata-rata suhu output steam boiler

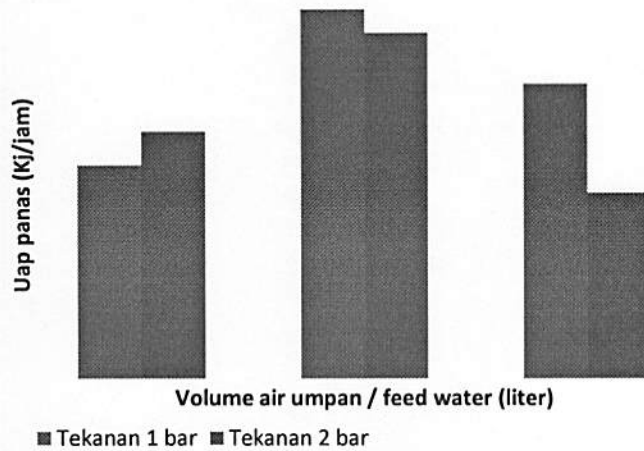
Suhu output / suhu keluaran uap panas pada ujung pipa outlet tertinggi adalah 98.7°C perlakuan volume air umpan 40 liter tekanan 2 atm sedangkan suhu terendah ialah 68.5°C pada perlakuan volume air umpan 20 liter tekanan 1 atm. Perbedaan antar kedua perlakuan tersebut sangat signifikan namun tidak signifikan bila dibandingkan dengan perlakuan volume air umpan 30 liter. Sedangkan perbedaan tekanan 1 dan 2 atm tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan 30 dan 40.

Secara umum perlakuan yang diberikan menghasilkan suhu output yang semakin tinggi. Kenaikan suhu ini disebabkan pada volume air umpan yang lebih banyak akan menghasilkan uap panas lebih besar hingga pada ruang pemasak uap panas semakin jenuh sebagai akibatnya suhu akan semakin naik.

Volume uap panas

Salah satu parameter utama dalam pengujian steam boiler ialah jumlah/volume uap panas yang dihasilkan. Volume uap panas yang dihasilkan dari pengujian steam boiler ini tersaji pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat bahwa perlakuan perbedaan tekanan (1 dan 2 atm) tidak berpengaruh signifikan terhadap volume uap yang dihasilkan. Namun perlakuan perbedaan volume air umpan berpengaruh signifikan terhadap volume uap panas yang dihasilkan. Nilai tertinggi pada perlakuan jumlah air umpan 30 liter dengan uap panas yang dihasilkan sebesar 6034.13 kJ/jam. Dan nilai terendah ialah pada perlakuan jumlah air umpan 40 liter yaitu sebesar 3015.43 kJ/jam.

Hal tersebut terjadi karena volume uap panas yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah air yang dipanaskan atau diuapkan, semakin banyak air umpan yang dipanaskan semakin banyak volume uap panas yang dihasilkan. Selain itu lama proses pemanasan untuk mencapai tekanan tertentu atau yang lebih tinggi juga berpengaruh terhadap jumlah uap panas yang dihasilkan. Pada perlakuan jumlah air umpan 40 liter dibutuhkan waktu lebih lama untuk memperoleh uap panas yang dihasilkan, dalam waktu tersebut dimungkinkan terjadi perpindahan panas dari pipa-pipa outlet dengan udara luar hingga mempengaruhi uap panas yang dihasilkan. Hal ini bisa terjadi karena pipa-pipa penyalur uap panas tidak dilengkapi dengan insulator.

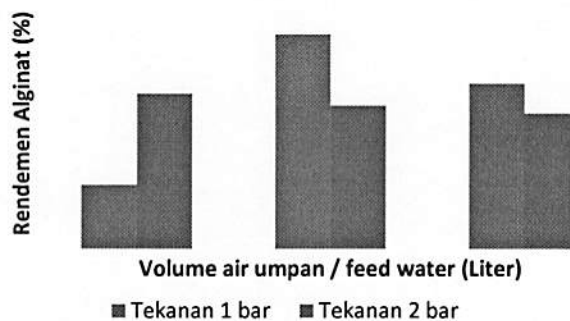


Gambar 4. Rata-rata uap panas yang dihasilkan

Rendemen alginat

Uap panas yang dihasilkan oleh boiler ini selanjutnya digunakan untuk mengekstraksi rumput laut jenis sargassum hingga dihasilkan sodium alginat. Proses ekstraksi akan tercapai bila suhu panas yang dibutuhkan untuk mengeluarkan alginat dari dinding sel rumput laut terpenuhi. Rendemen alginat yang dihasilkan dengan menggunakan uap panas steam boiler tersaji pada gambar 5.

Pola dari nilai rendemen alginat hampir sama dengan jumlah uap panas yang dihasilkan oleh boiler. Nilai rendemen tertinggi ada pada perlakuan uap air umpan 30 liter tekanan 1 atm yaitu sebesar 70.27% dan nilai terendah pada perlakuan uap air umpan 20 liter tekanan 1 atm 63.09%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah uap air umpan yang dipanaskan sangat mempengaruhi proses ekstraksi alginat. Air umpan optimum pada boiler ini ialah 30 liter, karena mampu menghasilkan jumlah uap panas terbanyak sehingga akan memberikan efek lebih baik pada proses ekstraksi. Semakin banyak uap panas yang diberikan akan menjadikan dinding sel rumput laut mudah pecah yang menjadikan alginat yang terekstrak menjadi lebih banyak.



Gambar 5. Nilai rata-rata rendemen alginat

Kesimpulan

Hasil uji kinerja alat steam boiler menunjukkan bahwa perlakuan jumlah air umpan sebanyak 30 liter merupakan perlakuan terbaik. Dengan nilai rata-rata lama pemasakan selama 72.67 menit, kebutuhan bahan bakar 0.87 kg, suhu output 86°C, volume uap panas yang dihasilkan 6034.13 kJ/jam dan rendemen ekstrak rumput laut yang dihasilkan sebanyak 70.3 %.

Daftar Pustaka

- Djokosetyardjo, M.J. Ketel uap. 1987. Pradnya Paramitha. Jakarta
- Husni, A., Subaryono., Pronoto, Y., Tazwir., Ustad. 2012. Pengembangan metode ekstraksi alginat dari rumput laut sargassum sp sebagai bahan pengental. Agritech. 32 (1).
- Muin, Syamsir A. 1986. Pesawat-pesawat konversi energy 1 (ketel uap). Rajawali Pers. Jakarta
- Pamungkas, T.A., Ridlo, A., Sunaryo. 2013. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas natrium alginat rumput laut *Sargassum* sp. Journal of Marine Research. 2 (3).Hal 78-84.
- Pudjiono, E., Djojowasito, G., Ismail. 2010. Modifikasi mesin pembangkit uap untuk sumber energi pengukusan dan pengeringan produk pangan. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol.1, No. 3.
- Rajput, R.K. 2006. Thermal Engineering. Laxmi Publications (p) Ltd. New Delhi
- Saidur, R., Ahamed, J.U and Masjuki, H.H. 2010. Energy, energy and economic analysis of industrial boiler. J Energy Policy. Vol 38. Pp 2188-2197
- Subaryono., Apriyani, S.N.K. 2010. Pengaruh dekantasi filtrate pada proses ekstraksi alginat dari sargassum sp terhadap mutu produk yang dihasilkan. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 5(2).
- Sun, Xi., Chen, T., Marquez, H.J. 2002. Efficient model-based leak detection in boiler steam-water system. Computer and Chemical Engineering. 26.pp 1643-1647
- Woodruff, E.B., Lammers, H.B. and Lammers, T.F. 2004. Steam plant operation. 8th Edition. The McGraw-Hill Companies.
- Yu, W., France, D.M., Wambsganss, M.W., Hull, J.R. 2002. Two-phase pressure drop, boiling heat transfer, and critical heat flux to water in a small-diameter horizontal tube. International Journal of Multiphase Flow. 28 (6). Pp 927-941

