

**Pengembangan Sistem Pengering Hibrida Energi Surya-Biomassa Untuk Pengering Ikan****Syamsul Bahri Widodo dan Muhammad Zulfri**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Samudra  
Jl. Iskandar Muda N0 3-4 , Langsa 24415, Aceh Indonesia

Email: ir.syamsulbahriwidodo@yahoo.co.id

**Abstrak**

Penerapan pengeringan matahari untuk pengeringan ikan, telah terbukti praktis, ekonomis, dan ramah lingkungan. Namun, proses pengeringan terbatas hanya pada lingkungan yang cerah dan sering terganggu selama mendung atau hari hujan dan juga di malam hari. Pada penelitian ini telah dirancang, dibuat dan diuji satu unit sistem pengering hibrida energi surya-biomassa untuk pengering ikan. Sistem pengering yang dirancang untuk kapasitas 15 kg mempunyai komponen: kolektor surya plat datar, ruang pengering dan ruang pembakaran biomassa. Dalam penelitian ini digunakan ikan bandeng sebagai produk yang dikeringkan. Untuk memperoleh perbandingan unjuk kerja alat pengering, pengeringan dilakukan dalam tiga mode pengeringan, yaitu pengeringan dengan energi surya, pengeringan dengan energi biomassa, dan pengeringan dengan sistem hibrida energi surya-biomassa. Dari hasil pengujian untuk berat ikan 15 kg, didapatkan bahwa pengeringan hibrida, memberikan waktu pengeringan tercepat. Dimana kadar air bandeng berkurang dari 65% menjadi 11% dalam waktu 40 jam dengan temperatur rata-rata dalam ruang pengering  $45 - 60^{\circ}\text{C}$ .

**Kata Kunci:** Pengering hibrida, Energi surya, Biomassa, Ikan bandeng, Kadar Air

**Pendahuluan**

Proses pengeringan ikan di Provinsi Aceh umumnya masih dilakukan secara tradisional. Pengeringan dilakukan dengan cara menghamparkan ikan yang telah dibersihkan diatas dipan (rak) yang terbuat dari papan atau jala langsung di bawah sinar matahari. Proses seperti ini relatif tidak higienis dan berpotensi merusak nilai gizi yang terkandung di dalam ikan. Permasalahan utama yang dihadapi oleh pengusaha pengolahan ikan antara lain adalah terhambatnya proses pengeringan ketika musim hujan datang, sehingga meningkatkan resiko pembusukan dan serangan belatung lalat akibat proses pengeringan yang memerlukan waktu relatif lebih lama. Selain itu, cuaca yang tidak menentu

Menurut Ekechukwu (1999), walaupun hasil penelitian menunjukkan penggunaan sistem pengering energi surya pada pengeringan produk pertanian dan perikanan lebih efektif dan ekonomis dibandingkan dengan penjemuran. Akan tetapi, pada saat ini penggunaan sistem pengering energi surya pada usaha kecil menengah masih menghadapi kendala dibandingkan dengan sistem pengering mekanis dan penjemuran. Alasannya menggunakan pengering dengan penjemuran membutuhkan biaya yang rendah dan sistem pengering mekanis mudah dalam operasionalnya.

Berbagai usulan hasil penelitian pemanfaatan energi surya untuk proses pengeringan diantaranya: Mukherjee et al. (1990) membuat dan menguji pengering surya tipe efek rumah kaca yang mampu mengeringkan ikan sampai mencapai kadar air yang diinginkan dalam waktu 2-3 hari. Pada sistem ini fungsi kolektor dapat diganti dengan penutup transparan yang sekaligus berfungsi sebagai ruang pengering. Kamaruddin (2002) membuat dan menguji tipe pengering efek rumah kaca (ERK) mampu mengeringkan 190 kg kopi dengan suhu ruang pengering rata-rata  $45,8^{\circ}\text{C}$  selama 43 jam dengan pemanas tambahan arang kayu. Pengering ini juga dapat digunakan untuk mengeringkan ikan.

Beberapa pengujian di berbagai lokasi dengan berbagai kondisi iklim yang berbeda menunjukkan bahwa buah-buahan, sayuran, biji-bijian bahkan ikan dapat dikeringkan dengan baik oleh pengering surya tipe lorong (Mühlbauer et al.1993). Ukuran standar pengering surya tipe lorong adalah 2 m (lebar) panjang kolektor dan ruang pengering masing-masing 10 m.

Bala dan Mondol (1999) melakukan pengeringan ikan sebanyak 150 kg dengan menggunakan pengering surya tipe lorong (*solar tunnel dryer*) dengan ukuran kolektor  $2 \times 12 \text{ m}^2$  dan ruang pengering  $2 \times 12 \text{ m}^2$  yang dipasang seri menghasilkan ikan kering dengan kadar air 16,7%

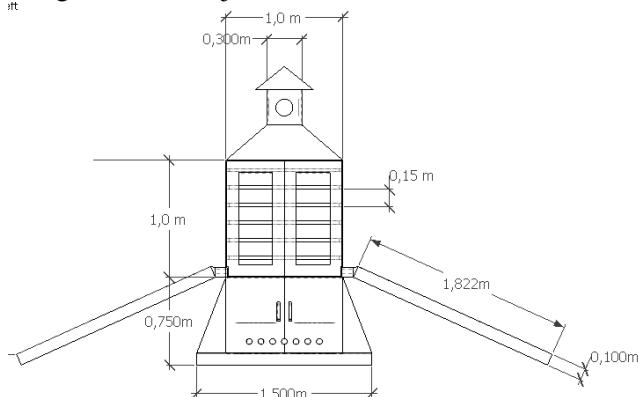
dalam waktu 5 hari, sedangkan dengan penjemuran langsung dihasilkan ikan kering dengan kadar air 32,84% pada waktu pengeringan yang sama. Kadar air awal ikan 67% (bb). Suhu keluaran kolektor berkisar antara  $35,1^{\circ}\text{C}$ –  $52,2^{\circ}\text{C}$  pada radiasi surya  $180\text{W/m}^2$ – $660\text{W/m}^2$ .

Dari beberapa teknologi alat pengering yang diterapkan di atas ada beberapa kendala yang harus diatasi. Sistem pengering tipe lorong energi surya merupakan sistem yang mudah dibuat dan diaplikasikan, tetapi sistem ini mempunyai kendala pada luas tanah yang dibutuhkan. Luas tanah yang dibutuhkan minimal  $40\text{ m}^2$  untuk kapasitas 150 kg. Disamping itu pengeringan hanya dilakukan pada siang hari.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini konsep pengering tipe lemari dipadukan dengan sistem pembakaran biomassa menjadi sistem pengering surya hibrid akan dibuat dan diuji.

## Metoda Penelitian

Peralatan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengering surya aktif tipe tidak langsung. Alat ini terdiri atas kolektor surya, ruang pengering, dan cerobong. Selain itu juga disediakan tempat untuk pemanas tambahan, yang berfungsi sebagai sumber panas cadangan jika cuaca mendung atau untuk pengeringan pada malam hari, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1



Gambar 1. Sistem pengering hibrid

Peralatan pengujian terdiri dari ruang pengering tempat peletakan ikan, kolektor untuk penampung energi surya dan ruang pembakar bahan bakar biomassa.

Kolektor yang berfungsi sebagai pengumpul energi surya terdiri dari plat absorber, kaca penutup. Bahan untuk absorber yang digunakan adalah plat seng dengan ketebalan 0,3 mm. Kaca penutup (*glass cover*): dipilih tipe kaca yang mudah dijumpai dipasaran dengan ketebalan 5 mm. Ruang pengering ini mempunyai kapasitas 15 kg ikan. Ikan disusun di

atas nampan berukuran (60x70) cm yang terbuat dari besi. Pengaturan kecepatan udara pengering dilakukan dengan mengatur pembukaan lubang pemasukan udara. Gambar 2. Memperlihatkan bentuk pengering hibrid energi surya-biomassa yang digunakan pada pengujian.



Gambar 2. Bagian ruang pengering hibrid

Pengukuran temperatur bola basah dan temperatur bola kering digunakan thermometer, dan udara masuk dan keluar ruang pengering, temperatur di masing-masing rak, temperatur lingkungan dan temperatur kolektor. digunakan termokopel. Gambar 3, memperlihatkan posisi peletakan termokopel dalam ruang pengering.



Gambar 3. Posisi peletakan termokopel

Radiasi matahari diukur dengan menggunakan *pyranometer*. *Pyranometer* ini diletakkan dibagian atas kolektor surya dengan tujuan agar intensitas radiasi matahari yang diterima oleh *pyranometer* sama dengan intensitas radiasi matahari yang

diterima oleh kolektor.

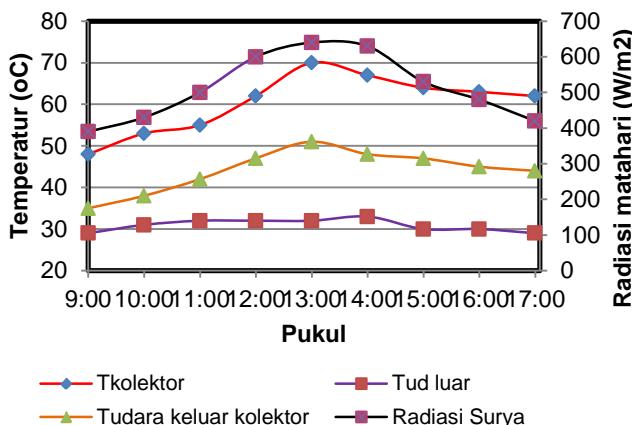
Untuk mengetahui kecepatan udara di dalam ruang pengering, maka digunakan anemometer digital dengan kecermatan 0,01 m/s sebagai alat ukur.

Untuk pengukuran massa ikan digunakan timbangan digital dengan kapasitas 500 g dengan kecermatan 0,1 g.

Jenis ikan yang dikeringkan adalah ikan bandeng berukuran sedang, dengan berat per ekor antara 120-150 gram, lebar antara 6-6,5 cm dan panjang antara 20-27,5 cm. Untuk setiap kali pengujian dibutuhkan ikan sebanyak 20 kg

## Hasil dan Pembahasan

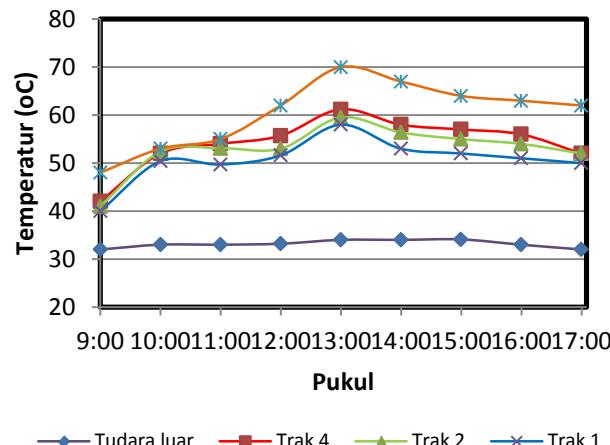
Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kinerja kolektor surya dengan cara mengukur perubahan temperatur udara masuk dan keluar kolektor pada radiasi surya yang berbeda. Hasil pengujian awal tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4. Pengujian ini dilakukan pada 15 April 2012 tanpa beban pengering dalam ruang pengering. Dari grafik terlihat bahwa temperatur udara keluar kolektor dapat diperoleh sesuai dengan kebutuhan pengeringan ikan yang berkisar pada 40-50°C, pada pukul 10:00 pagi sampai pukul 17:00 sore. Temperatur plat absorber kolektor maksimum yang dapat dicapai adalah 70°C pada pukul 13:00 siang dengan radiasi surya maksimum 650 W/m<sup>2</sup>. Pada pengujian ini kolektor dipasang pada sudut kemiringan 15°.



Gambar 4. Distribusi temperatur udara, kolektor dan radiasi surya pada pengujian tanpa beban

Pengujian selanjutnya adalah pengujian ruang pengering. Pengukuran alat pengering pada kondisi tanpa beban (rak kosong) memperlihatkan hasil yang bervariasi. Pada pengujian ini kolektor dipasang pada sudut kemiringan 15, dan dilaksanakan pada 16 April 2012. Hasil pengukuran distribusi temperatur dan radiasi surya diperlihatkan dalam

Gambar 5. Dari grafik terlihat bahwa temperatur yang tinggi terjadi pada rak ke-4 yang terletak paling atas, hal ini menunjukkan adanya aliran udara dalam rak akibat adanya konveksi alamiah. Pada pukul 10:00 sampai pukul 11:00, temperatur rak ke 4 dan rak ke 2 mendekati sama dimana saat tersebut kondisi mendung.

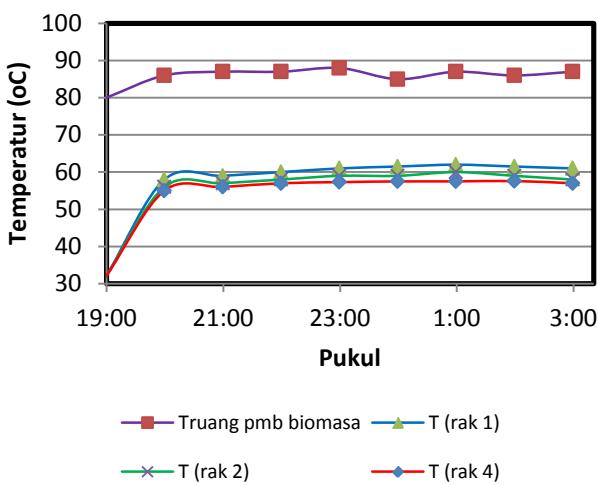


Gambar 5. Distribusi temperatur dalam ruang pengering pada pengujian tanpa beban

Perbedaan temperatur antar rak, dapat dinyatakan bahwa pada saat awal transfer energi radiasi matahari diserap langsung oleh dinding pengering dan ditransmisikan ke dalam pengering.

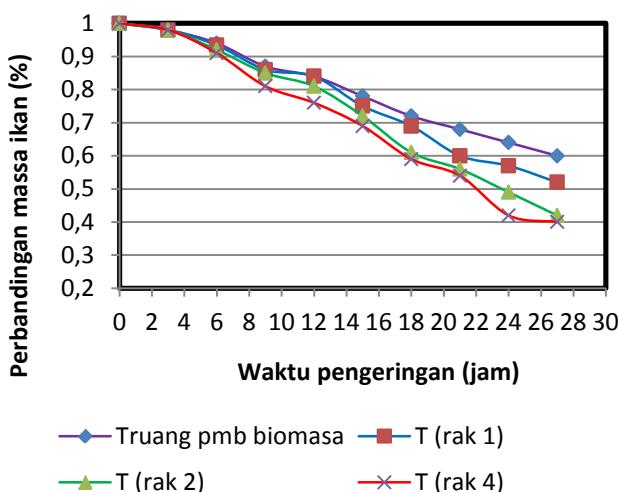
Selanjutnya dilakukan pengujian ruang pengering tanpa beban dengan menggunakan energi panas dari hasil pembakaran biomassa. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Gambar 6. Pengujian dilakukan pada malam hari yang dimulai pada pukul 19:00 sampai dengan pukul 03:00 pagi. Pada pengujian ini temperatur ruang pembakaran biomassa dijaga pada 80 – 90°C dengan cara menjaga jumlah bahan biomassa yang dibakar.

Dari gambar 6. terlihat perbedaan temperatur yang kecil antara rak, dan temperatur maksimum terjadi pada rak ke 1 yang terletak pada bagian bawah ruang pengering, yang diikuti oleh rak ke 2 dan rak ke 4. Adanya pengurangan temperatur antara rak diakibatkan adanya kehilangan panas ke lingkungan melalui dinding ruang pengering. Dari hasil pengujian ini terlihat bahwa temperatur dalam ruang pengering dapat dijaga konstan dengan menjaga jumlah bahan bakar yang diumpulkan. Pada pengujian ini, diperoleh pemakaian bahan bakar biomassa adalah 2-5 kg/hr.



Gambar 6. Distribusi temperatur dalam ruang pengering pada pengujian dengan energi pembakaran biomassa

Hasil pengujian dengan menggunakan beban yaitu ikan mujair dengan berat total 15 kg diperlihatkan dalam gambar 7. Pada siang hari penelitian dilakukan menggunakan energi surya dan pada malam menggunakan energi hasil pembakaran bahan bakar biomassa.



Gambar 7. Hasil pengujian dengan beban ikan 15 kg

Dari grafik terlihat proses pengeringan mencapai kondisi yang inginkan membutuhkan waktu 25 sampai 27 jam, atau lebih kurang dua hari. Pengamatan yang dilakukan selama penelitian terlihat bahwa temperatur dalam ruang pengering mendekati konstan, kecuali pada saat pengeringan dengan energi surya yang sangat tergantung pada energi dari radiasi surya. Dari grafik juga terlihat pengurangan massa ikan antar rak tidak terjadi perbedaan yang besar, hal ini juga menunjukkan bahwa pada malam hari bahan bakar biomassa mampu menyuplai energi panas kedalam ruang pengering.

Waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan air sampai ikan menjadi kering rata-rata 2 hari. Oleh karena itu, efisiensi pengeringan dihitung per hari, karena jumlah air yang menguap dan energi matahari yang diterima ruang pengering berbeda setiap harinya, begitu juga dengan pengeringan menggunakan biomassa.

Efisiensi harian pengeringan dapat ditentukan dari perbandingan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam ikan ( $Q_{\text{evaporasi}}$ ) dengan panas radiasi matahari ( $Q_{\text{radiasi}}$ ) ditambah panas dari pembakaran biomass ( $Q_{\text{biomassa}}$ ) dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\eta_{\text{pengeringan}} = \frac{Q_{\text{evaporasi}}}{Q_{\text{radiasi}} + Q_{\text{biomassa}}} \times 100 \%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh efisiensi pengeringan ikan yang didapatkan tidak begitu tinggi, yaitu bervariasi antara 0,5% sampai dengan 8,16%.

## Kesimpulan

Pengujian untuk kerja alat pengering hibrid energi surya-biomasa dengan beban pengering pengeringan bandeng telah dilakukan pada bulan April sampai bulan Mei 2012.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem pengering sebagaimana yang direncanakan dalam penelitian ini, ikan menjadi kering setelah mengalami pengeringan setelah 26 jam pengeringan, mencakup menggunakan matahari sejak terbit hingga terbenam plus menggunakan biomassa. Dimana kadar air bandeng berkurang dari 65% menjadi 11% dalam waktu 40 jam dengan temperatur rata-rata dalam ruang pengering 45 - 60°C.

## Referensi

Abdullah, Kamaruddin,(2003), "Fish Drying Using Solar Energy" Lectures and Workshop Exercises on Drying of Agricultural and Marine Products: Regional Workshops on Drying Technology, Jakarta, 159-191.

Bala, B.K., Mondol, M.R.A. (2001), Experimental Investigation on Solar Drying of Fish Using Solar Tunnel Dryer, Drying Technology, 19(2), 427-436.

Ekechukwu, O.V., Norton, B., (1999), "Review of Solar-Energy Drying Systems I: an Overview of

Drying Principle and Theory", International Journal of Energy Conversion & Management, Vol. 40, 593-613.

Ekechukwu, O.V., Norton, B., (1999), "Review of Solar-Energy Drying Systems II: an Overview of Solar Drying Technology", International Journal of Energy Conversion & Management, Vol. 40(1), 615-655.

Mukherjee S, Bandyopadhyay S, Bose AN (1990) An improved solar dryer for fish drying in the coastal belt. J Food Sci Technol 27(3):175–177