

## **PROTOTYPE PENDINGER TIPE RAK DENGAN SUMBER ENERGI SEL FOTOVOLTAIK (PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA PENDINGER PADA KERUPUK)**

### ***Prototype Tray Dryer With Photovoltaic Solar Cell As An Energy Source (The Influence Of Dryer Air Velocity Variation On Crackers Product)***

**M. Evit Kurniawan<sup>1</sup>, Nurul Komariah<sup>2</sup>, Yossy Karlina<sup>3</sup>, Yohandri Bow<sup>4</sup>**  
<sup>1234</sup>(Jurusan Teknik Kimia / Program Studi Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya)

Jalan Sriwijaya Negara, Palembang 30139, Telp 0711-353414 / Fax 0711-355918  
e-mail : yohandriBow@gmail.com<sup>4</sup>

#### **ABSTRACT**

*Solar energy is non-conventional energy obtained by changing solar thermal energy through certain equipments. Based on observation in 1 Ulu Palembang, some people have produced crackers on a home industry scale with a total production capacity of 1000 kg in a single manufacture. Drying crackers is still done manually. The drying process is often constrained by weather factors. Thus, a dryer is designed using photovoltaic solar cell energy and thermal backup unit. To find out whether the dryer has been designed to work effectively and in accordance to its designs, it is necessary to conduct a study of the performance of the dryer in form of technical calculations that take the problem to determine the value of specific energy consumed, heat vaporation of H<sub>2</sub>O, and thermal efficiency of cracker drying process. From the calculation results, specific energy consumption consisted of 172; 121;113.8; 107.5;105.15;103.37; 97.11; 96.97; 98.68; 96.22 kJ/kg. H<sub>2</sub>O evaporation heat 150.9563; 499.0338; 701.4600; 469.9254; 700.5107; 417.1445; 506.1046; 705.2896; 914.4727; 937.0139kj and thermal efficiency 32, 36, 40, 49, 53, 57, 69, 73, 78, 80 % of air velocity variations of 1- 10 m/s.*

*Keywords: Solar Energy, Drying, Drying Air.*

#### **1. PENDAHULUAN**

Kerupuk merupakan makanan ringan khas dari Sumatra Selatan yang banyak diminati dan masyarakat, sehingga kerupuk masih banyak diproduksi sampai saat ini. Masyarakat masih memproduksi kerupuk dengan cara tradisional yaitu dengan pendingeran menggunakan cahaya matahari. Metode pendingeran ini masih memiliki kendala karena masih tergantung pada kondisi cuaca dan waktu pendingeran yang lama. Menurut pernyataan Bapak Samsudin dalam kegiatan produksinya masih memiliki kendala terutama dalam proses pendingeran, dimana kerupuk dalam bentuk lenjeran dikeringkan selama 2 hari, kemudian kerupuk tersebut dipotong dan dijemur kembali selama 3 hari, namun apabila cuaca tidak cerah maka waktu pendingeran akan lebih lama bias sampai 1 minggu. Karena permasalahan tersebut penulis merancang alat pendinger dengan menggunakan sumber energi sel surya fotovoltaik sehingga proses pendingeran kerupuk akan terkontrol dan dapat dioperasikan setiap saat tanpa tergantung pada cuaca.

Pemanfaatan energi matahari memiliki prospek yang sangat baik untuk dikembangkan di Indonesia menggantikan sumber energy fosil yang tidak ramah lingkungan dan ketersediaannya semakin lama semakin menipis. Berdasarkan letak goeografis Negara Indonesia terletak di sekitar garis katulistiwa (bidang datar ekuator) menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia mendapatkan penyinaran matahari sepanjang tahun sehingga memungkinkan Indonesia untuk mengembangkan energi matahari menjadi sumber energi termal. Waktu proses pendingeran dengan pendingeran sel surya fotovoltaik dapat berkurang sebanyak 65% dibandingkan pendingeran tradisional (Braguy, 2004).

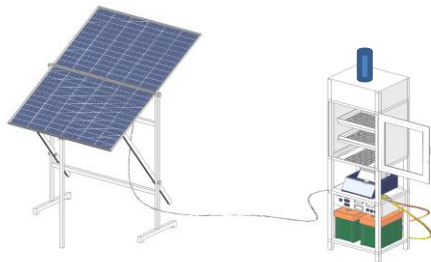
Sebagian besar energi matahari dimanfaatkan pada pembangkit listrik, namun selain itu energi matahari dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan benda padat. Sehingga dirancang sebuah prototipe alat pendinger sel surya photovoltaik (Syapitri,2013).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Indah Syapitri, prototipe alat pengering yang dirancang masih memiliki banyak kelemahan karena tidak ada *back up* sumber energinya. Sehingga, jika cuaca mendung alat tidak beroperasi secara maksimal. Untuk itulah pada penelitian ini dirancang suatu alat pengering dengan menggunakan sumber daya energi sel surya fotovoltaik dan *thermal back up unit* menggunakan sumber energi dari kompor gas.

## 2. METODE PENELITIAN

### Pendekatan Desain Struktural

Pembuatan prototipe alat pengering ini menggunakan 2 modul surya Photovoltaik dengan kapasitas 100 Wp. ruang pengering dibuat berukuran 50x40x70 cm dari bahan *steinlles steel* dengan jumlah rak di dalamnya adalah sebanyak 2 tingkat yang langsung terhubung dengan motor untuk menggerakkan rak dengan kemiringan tertentu setiap 5 detik sekali dan langsung terhubung dengan pipa udara masuk dan pipa dari kompor gas. Prototipe alat pengeringan sel surya photovoltaik dapat ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Desain Alat Pengering Sel Surya Phtovoltaik Dan *ThermalBackup Unit*

### Pendekatan Desain Fungsional

Sel surya fotovoltaik adalah alat yang digunakan untuk cahaya matahari menjadi listrik. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5 sampai 1 volt (Zeman, 2011).

Pada Gambar 1 dilihat beberapa bagian penting dari alat pengering sel surya photovoltaik dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Sel surya photovoltaik

Sel surya fotovoltaik berfungsi sebagai penangkap panas dari sinar matahari yang terpancar dipermukaannya.

#### 2. *Charge controller*

*Charge controller* berfungsi untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai serta untuk mengontrol kelebihan pengisian daya pada

baterai dan untuk mengatur kelebihan voltase dari modul surya.

#### 3. Baterai dan inverter

Baterai berfungsi untuk menyimpan daya listrik dan inverteer berfungsi untuk mengkonversi daya listrik arus searah atau DC menjadi arus bolak – balik atau AC.

#### 4. *Heater*

*Heater* berfungsi untuk memanaskan udara masuk yang dihembuskan oleh vent di dalam ruang pengering.

#### 5. Ruang pengering atau oven

Ruang pengering akan diintegrasikan dengan rangka keseluruhan alat. Untuk rangka ruang pengering dibuat dengan ukuran 50 x 40 x 70 cm. Pada ruang pengering dipasang *heater* dengan kapasitas 100 watt/buah pada bagian kanan, tengah dan kiri pada sisi bawah ruang pengering. Serta dibuat celah kecil untuk tempat keluarnya udara.

#### 6. Kompor dan tabung gas

Kompor gas LPG berfungsi sebagai tempat terjadinya pembakaran bahan bakar gas LPG yang berperan sebagai sumber pemanas tambahan atau *thermal back up* untuk memanaskan udara sebelum masuk ke ruang pengering.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi rancang bangun alat dan pengambilan data. Adapun prosedur penelitian yang dilakukan meliputi:

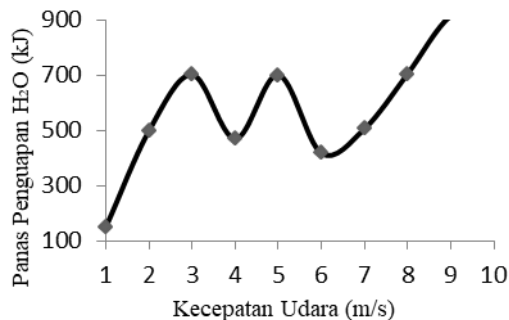
1. Melakukan studi literatur mengenai jenis – jenis pengeringan, sistem pengeringan, konstruksi alat pengering, dan sumber energi terbarukan yang dapat langsung digunakan untuk proses pengeringan.
2. Merancang dan membuat alat prototipe pengering tipe rak dengan sumber energi sel fotovoltaik.
3. Melakukan pengujian alat atau *test run* alat.
4. Pengambilan data pengamatan kondisi operasi alat.
5. Menghitung panas penguapan  $H_2O$ , konsumsi energi spesifik, dan efisiensi termal.
6. Menganalisa data dan pembahasan.
7. Membuat kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Panas Penguapan $H_2O$

Untuk menguapkan H<sub>2</sub>O dibutuhkan sejumlah panas, panas tersebut merupakan Panas Penguapan (*Heat of Vaporization*).

Dari hasil perhitungan, nilai panas penguapan pada pengeringan kerupuk berdasarkan variasi kecepatan udara dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Kecepatan Udara Pengering Terhadap Panas Penguapan H<sub>2</sub>O

Pada penelitian ini digunakan udara panas yang berfungsi sebagai media panas yang akan dikontakkan dengan bahan baku yaitu kerupuk, sehingga kandungan air yang terdapat pada bahan baku dapat menguap dan uap tersebut akan mengikuti aliran udara keluar pengering. Variasi kecepatan udara panas yang digunakan adalah 1-10 m/s. Hasil perhitungan panas penguapan H<sub>2</sub>O dapat diketahui pada variasi kecepatan udara 1 m/s sebesar 150,9563 kJ, kecepatan 2 m/s sebesar 499,0338 kJ, kecepatan 3 m/s sebesar 701,4600 kJ, kecepatan 4 m/s sebesar 469,9254 kJ, kecepatan 5 m/s sebesar 700,5107 kJ, kecepatan 6 m/s sebesar 417,1445 kJ, kecepatan 7 m/s sebesar 506,1046 kJ, kecepatan 8 m/s sebesar 705,2896 kJ, kecepatan 9 m/s sebesar 914,4727 kJ, dan pada kecepatan 10 m/s sebesar 937,0139 kJ.

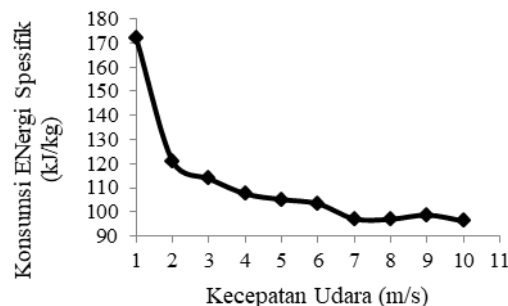
Pada penelitian ini, semakin besar massa H<sub>2</sub>O yang teruapkan di udara maka panas penguapan juga akan semakin besar. Pada proses pengeringan, udara berfungsi sebagai pembawa panas untuk menguapkan kandungan air pada bahan serta mengeluarkan uap air tersebut. Air dikeluarkan dari bahan dalam bentuk uap dan harus secepatnya dipindahkan dari bahan. Aliran udara yang cepat akan membawa uap air dari permukaan bahan dan mencegah uap air tersebut menjadi jenuh di permukaan bahan. Semakin besar volume udara yang mengalir, maka semakin besar pula kemampuannya dalam membawa dan menampung air di permukaan bahan. Dengan demikian, semakin besar kecepatan udara panas

yang masuk ke dalam pengering maka semakin banyak jumlah udara yang digunakan untuk menguapkan air pada kerupuk yang akan digunakan untuk menguapkan air pada bahan. Semakin besar kecepatan udara pengering maka panas penguapan H<sub>2</sub>O juga semakin besar karena peningkatan jumlah air yang diuapkan (Djaeni, 2012).

### b. Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Konsumsi Energi Spesifik

Konsumsi energi spesifik yaitu intensitas produksi energi yang ditunjukkan oleh jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan kadar air di dalam suatu bahan padat dengan jumlah kadar air yang menguap. (Zhu, 2014).

Dari hasil perhitungan, nilai konsumsi energi spesifik pada pengeringan kerupuk berdasarkan variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Udara dengan Konsumsi Energi Spesifik

Jumlah kebutuhan energi spesifik dari proses pengeringan kerupuk kelempang pada setiap variasi kecepatan udara memiliki perbedaan nilai yang signifikan. Besarnya nilai konsumsi energi spesifik dipengaruhi oleh dua faktor yaitu, besarnya energi yang digunakan dan massa produk hasil pengeringan. Nilai konsumsi energi spesifik yang dihasilkan semakin mendekati dengan nilai total panas yang disuplai kedalam operasi pengeringan. Hal ini menandakan energi yang dimanfaatkan semakin besar dan menunjukkan kemaksimalan proses pengeringan tersebut (Syapitri, 2013).

Dari Gambar 3, terlihat jelas bahwa semakin besar variasi kecepatan udara, maka semakin kecil konsumsi energi yang dihasilkan. Faktor penyebabnya adalah pengaruh temperatur pengeringan dengan variasi kecepatan udara pengering. Semakin besar variasi udara pengering maka semakin cepat pula kontak antara pemanas atau *heater* dengan udara, sehingga temperatur pengeringan di dalam oven

semakin menurun. Begitu pun sebaliknya semakin cepat udara bergerak maka kontak antara heater dan udara semakin lambat sehingga temperatur pengeringan di dalam oven semakin meningkat. Besar kecilnya temperatur pengeringan berpengaruh pada perhitungan jumlah energi sensibel yang digunakan untuk menguapkan sejumlah kadai air pada kerupuk.

Selain itu, panas yang benar – benar disuplay untuk proses pengeringan kerupuk tidak termanfaatkan secara maksimal, sehingga masih banyak panas yang tidak terpakai atau *heatloss* yang terjadi karena adanya perpindahan panas secara konduksi dan konveksi antara permukaan padat dengan fluida berupa udara panas yang mengalir disekitarnya. Selain *heatloss*, panas termanfaatkan juga dipengaruhi oleh panas penguapan H<sub>2</sub>O di udara.

Hasil perhitungan nilai konsumsi energi spesifik pada kecepatan 1 m/s sebesar 172 kJ/kg, kecepatan 2 m/s sebesar 121 kJ/kg, kecepatan 3 m/s sebesar 113,8 kJ/kg, kecepatan 4 m/s sebesar 107,51 kJ/kg, kecepatan 5 m/s sebesar 105,15 kJ/kg, kecepatan 6 m/s sebesar 103,37 kJ/kg, pada kecepatan 7 m/s sebesar 97,11 kJ/kg, pada kecepatan 8 m/s sebesar 96,97 kJ/kg, pada kecepatan 9 m/s sebesar 98,68 kJ/kg dan pada kecepatan 10 m/s sebesar 96,22 kJ/kg. Berdasarkan hasil perhitungan nilai konsumsi energi tersebut, prototipe alat pengering sel surya fotovoltaik masih memiliki efisiensi yang baik. Konsumsi energi spesifik mengindikasikan besarnya pemakaian energi untuk menghasilkan produk. Umumnya alat yang memiliki nilai konsumsi energi yang rendah, dapat dikatakan sebagai alat dengan kinerja yang tergolong baik hal tersebut sesuai dengan penelitian Aisyah, 2015 yang menghitung nilai konsumsi energi spesifik pada pengeringan kerupuk menggunakan energi surya fotovoltaik sebesar 2.842,105 kJ/kg, dan dengan sumber energi suplai berupa kolektor termal yaitu dengan nilai 6.380,297 kJ/kg. Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian tersebut, penggunaan alat pengering dengan sumber energi sel surya fotovoltaik lebih efisien karena untuk mengeringkan 2,2 kg kerupuk kelempang dengan kadar air mencapai 50%, diperlukan waktu selama 9 jam penyinaran. Sedangkan jika dengan menggunakan sumber energi dari kolektor termal untuk mengeringkan 2,2 kg kerupuk kelempang dengan kadar air mencapai 50%, diperlukan waktu selama 18 jam penyinaran.

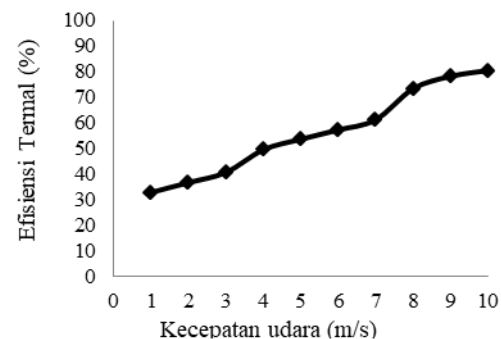
### c. Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Efisiensi Thermal

Efisiensi Termal menjadi suatu gambaran tentang bagaimana kinerjadari proses pengeringan yang dilakukan. Dalam termodinamika, efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan sebagainya. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau kerja, atau mungkin keduanya (Howell dan Avolio, 1987).

Efisiensi Termal pada alat pengering sumber daya sel surya fotovoltaik ini didapatkan dengan membandingkan jumlah panas yang masuk yaitu berupa panas sensibel udara masuk dan panas sensible kerupuk dengan panas yang termanfaatkan yaitu berupa panas penguapan air, panas sensible udara keluar, dan panas sensible kerupuk keluar.

Panas penguapan merupakan energi yang diperlukan untuk mengubah suatu kuantitas zat menjadi uap. Panas Penguapan dapat dipandang sebagai energi yang dibutuhkan untuk mengatasi interaksi antar molekul air, molekul air diikat oleh ikatan hidrogen, apabila diberikalor (panas) ikatan hidrogen tersebut akan terputus sehingga air akan menguap

Pengaruh laju alir udara terhadap efisiensi termal dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik hubungan antara laju alir udara terhadap Efisiensi Termal (%)

Dari Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa semakin besar variasi kecepatan udara, maka semakin tinggi efisiensi termalnya. Hal ini dikarenakan semakin besar variasi kecepatan udara, maka panas yang disuplay di ruang pengering semakin besar, sehingga semakin banyak kadar air yang menguap pada bahan. Dengan demikian semakin banyak kadar air yang menguap, maka panas yang disuplay termanfaatkan secara optimal sehingga proses pengeringan semakin efisien. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Syahrul (2017) yang

menyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan udara semakin besar efisiensi pengeringan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Prototipe Alat Pengering Sel Surya Photovoltaik Ditinjau dari variasi kecepatan udara pengering yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Panas penguapan H<sub>2</sub>O mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai panas penguapan H<sub>2</sub>O terbesar yaitu 937,0139 kJ dengan variasi kecepatan udara pengering 10 m/s, dan panas penguapan H<sub>2</sub>O terkecil yaitu 150,9563 kJ dengan kecepatan udara pengering 1 m/s. Semakin besar kecepatan udara maka panas penguapan H<sub>2</sub>O nya semakin meningkat.
2. Nilai konsumsi energi spesifik mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai konsumsi energi spesifik terbesar yaitu 172 kJ/kg dengan variasi kecepatan udara pengering 1 m/s, dan nilai konsumsi energi terkecil yaitu 96,22 kJ/kg dengan kecepatan udara pengering 10 m/s sebesar. Semakin besar kecepatan udara maka konsumsi energi spesifik nya semakin menurun.
3. Efisiensi Thermal mengalami kenaikan. Nilai efisiensi termal terbesar yaitu 80,4 % dengan kecepatan udara 10 m/s, dan efisiensi termal terkecil yaitu 32,66 % dengan kecepatan udara 1 m/s. Semakin besar kecepatan udara maka semakin besar efisiensi termal

#### 5. SARAN

Pada pembuatan Prototipe Alat Pengering Sel Surya Photovoltaik, kecepatan udara pengering maksimum hanya mampu mencapai 10 m/s dikarenakan kemampuan vent yang dipasang pada pipa yang digunakan untuk menghembuskan udara tidak maksimum. Selain itu nilai heatloss pada alat juga besar. Dengan demikian, disarankan untuk melakukan pengkajian dan penelitian kembali dengan mengganti vent yang memiliki tingkat kemampuan menghisap dan menghembuskan udara yang lebih maksimum, menambahkan karet pendedap pada bagian pitu oven dan mengurangi besarnya diameter pipa cerobong. Serta desain ukuran ruang pengering perlu diperbaiki sehingga dapat memperkecil panas hilang pada ruang pengeringan tersebut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Nyayu. 2015. "Prototipe Alat Pengering Tenaga Surya Dual Collector Thermal dan Solar Cell Photovoltaic", Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Program Studi DIV Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Braguy, S. And Anibal, O., *Fish Drying : An Adaptable Technology, Sustainable Fisheries Livelihoods Programme Bulletins*, <http://www.sflp.org/eng/007/publ/131.html>
- Djaeni., M Hargono., dan Buchori, L. 2012. Karakterisasi Proses Pengeringan Jagung Dengan Metode *Mixed-Adsorption Drying* Dengan Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi. Jurnal Reaktor. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. 14 (1) 33-38.
- Howell, J.M., dan Avolio, B.J. (1993). *Transformational Leadership, Transactional Leadership, Locus of Control, and Support for Innovation: Key Predictors of Consolidated-Business-Unit Performance*. Journal of Applied Psychology, 78 (6): 680-694.
- Syahrul, S. 2017. " Pengaruh kecepatan udara dan massa gabah terhadap kecepatan pengeringan gabah", Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Mataram, Mataram.
- Syapitri, Indah. 2013. "Rancang Bangun Alat Pengering Tenaga Surya Photovoltaic", Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Program Studi DIV Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Zhu, Prank. 2014. "Energy And Process Optimization For The Process Industries". American Institute of Chemical Engineers; Amerika.