

**DISEMINASI ALAT PROSES PENGERING SURYA (SOLAR DRYER)
UNTUK INDUSTRI PRODUK MAKANAN PADA UMKM BINAAN
PEMERINTAH KOTA CIMAHI**

Tina Mulya Gantina¹, Annisa Syafitri Kurniasetiawati¹, Yanti Suprianti¹, Rusmana¹,
Sapto Prayogo¹, Herawati Budiastuti¹

¹Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung

Email: tina.gantina@polban.ac.id

Abstrak

Tim pengabdian kepada masyarakat Jurusan Teknik Konversi Energi (JTKE) bersama dengan pihak Pemerintah Kota Cimahi - Dinas Perdagangan Koperasi UKM dan Perindustrian Kota Cimahi berkoordinasi dalam upaya mendukung pengembangan usaha kecil dan menengah yang berasal dari jenis kelompok usaha penyediaan makanan lainnya. Salah satu pengusaha yang termasuk dalam jenis kelompok usaha tersebut adalah produsen makanan olahan dari labu dengan nama usaha "Roemah Labu". "Roemah Labu" telah memiliki pasar yang cukup luas serta produk yang konsisten yaitu pangsit labu dan dodol labu. Saat ini "Roemah Labu" sangat memerlukan alat pengering untuk mendukung proses produksi keripik labu (dalam tahap pengembangan) dan berbagai produk makanan olahan dari limbah bahan baku labu, yaitu kulit dan biji labu untuk menambah varian produknya. Adapun jenis pengering yang coba didiseminasikan merupakan sebuah alat pengering surya sederhana dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas proses produksi dari segi higienitas maupun kuantitas varian produk. Alat pengering surya (Solar Dryer) dirancang agar independen dari sumber energi selain panas matahari. Alat pengering ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu ruang pengering dengan lima susun tray berukuran 60 x 60 cm dan solar collector berukuran 1.05 x 1.3 m. Banyaknya produk labu tambahan yang dapat dihasilkan dalam satu kali produksi dari setiap kg labu, yaitu 111 gram kulit labu kering (cuaca cerah), 29 gram kulit labu kering (cuaca hujan), dan 34 gram biji labu kering/ matang.

Kata kunci: Teknologi pengering makanan, solar dryer, pengering surya, roemah labu, UMKM

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran yang penting dalam membangun pemerataan perekonomian di Indonesia, diantaranya dapat

membantu menurunkan jumlah pengangguran, dan meningkatkan kemampuan ekonomi local di daerah-daerah terpencil yang jauh dari perindustrian. Akan tetapi, pengembangan UMKM tidaklah mudah, terdapat kendala-kendala

yang menghambat pertumbuhan UMKM di Indonesia. Beberapa permasalahan utama diantaranya, yaitu modal kerja dan operasional, kemampuan manajerial, dan pemasaran. Adapun yang menjadi fokus dalam pengabdian masyarakat ini, yaitu adalah untuk membantu masyarakat dalam hal modal kerja dan operasional.

Pengusaha Roemah Labu merupakan salah satu pengusaha skala rumah tangga yang berada di bawah binaan Dinas Perdagangan Koperasi UMKM dan Perindustrian Kota Cimahi. Pengusaha Roemah Labu telah memiliki berbagai produk tetap yang menjadi andalannya, diantaranya yaitu berbagai produk olahan yang berbahan dasar buah labu seperti dodol labu dan pangsit labu berbagai rasa. Pengusaha Roemah Labu memiliki produk dengan nama dagang yaitu Labuchi, dimana telah memiliki *platform* dagang digital yang dapat dilihat pada laman instagram (@labu.chi). Foto beberapa produk pengusaha Roemah Labu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Berbagai Jenis Produk Makanan dari Pengusaha Roemah Labu

Selama ini seluruh produk dihasilkan dari proses yang masih sangat manual, dimulai dari persiapan hingga pengemasan produk akhir. Hal ini yang menyebabkan biaya produksi menjadi beban yang tidak dapat ditanggung oleh pengusaha. Biaya operasional upah pekerja manual merupakan komponen utama yang

menghabiskan pemasukan dagang. Pekerja ini merupakan pekerja harian yang tidak memiliki jadwal kerja terikat dan kemampuan yang terbatas dalam menghasilkan produk.

Peningkatan kapasitas produksi merupakan kunci permasalahan dalam hal ini, dimana proses produksi harus dilakukan secara lebih masiv dan bukan dengan menggunakan tenaga manual tetapi dengan menggunakan mesin. Salah satu alat proses yang diperlukan dalam produksi makanan olahan Roemah Labu alat pengering. Alat proses ini sangat diperlukan dalam proses produksi kerupuk udang yang saat ini tengah terhenti.

Adapun pada saat ini pengusaha tengah berupaya untuk meningkatkan variasi dari produknya. Salah satu ide yang ingin diterapkan adalah untuk membuat kripik labu yang terbuat dari buah labu asli dimana produk ini belum pernah ada. Selain itu, proses produksi dari buah labu menghasilkan limbah organik yang cukup banyak dan mengganggu. Selama ini kulit dan biji labu sisa produksi hanya dibuang dan sebagian dimanfaatkan sebagai pupuk atau pakan ternak. Akan tetapi dengan ide yang baru, maka kulit labu dapat diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat seperti tepung labu, sedangkan bijinya dapat diolah menjadi camilan kuwaci yang telah laris di pasaran.

Produk-produk tersebut sangat memerlukan proses pengeringan yang tidak hanya berfungsi untuk mengurangi kadar air, tetapi juga dapat menjaga kualitas produk dari proses pengeringan berlebih (diakibatkan pengeringan langsung), dan ke higienisan dari produk yang dikering-

kan. Alat pengering juga dapat melindungi proses produksi dari pengaruh cuaca, khususnya hujan, sedangkan jenis energi yang digunakan dapat beragam.

Di pasaran telah tersedia berbagai jenis alat pengering berbahan bakar gas maupun listrik. Namun, alat pengering ini memerlukan suplai energi yang cukup besar berkisar antara 800 – 1000 watt, sedangkan tempat usaha Roemah Labu adalah sebuah rumah dengan kapasitas daya listrik 900 VA. Oleh karena itu, ditetapkan jenis pengering yang sesuai untuk diterapkan dalam program ini adalah teknologi yang hemat energi / memanfaatkan sumber energi terbarukan (pengering tenaga surya/ solar dryer).

Hasil dari studi literatur mengenai pengembangan berbagai alat pengering surya/solar dryer adalah sebagai berikut. Model pengering surya yang paling standar merupakan gabungan antara solar collector dengan ruang pengeringan, sebagaimana yang dilakukan oleh Afrizal, dkk [1]. Adapun pada studi perancangan pengering surya yang dilakukan oleh Pratoto, dkk [2] dan Udensi, dkk [3] telah mengalami modifikasi dari segi penambahan komponen dan sumber energi yang digunakan. Desain standar alat pengering yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.

Jenis alat pengering surya ini memiliki kekurangan, yaitu laju pengeringan antar rak yang berbeda-beda terutama antara rak terbawah dengan rak teratas. Kendala ini dapat dikendalikan dengan melakukan penambahan turbin ventilator pada atap ruang pengeringan sebagaimana yang dilakukan oleh Pratoto, et.al (Pratoto et al., 2015).

Desain Pratoto, dkk [2] ini masih dapat dikembangkan dengan melakukan penambahan sumber panas dari listrik untuk proses yang memerlukan pemanasan lebih dari sehari. Pengembangan alat *Solar Dryer* gabungan dengan Solar PV telah dilakukan oleh dan Udensi, dkk [3].



Gambar 2. Alat Pengering Solar Dryer oleh Afrizal, dkk [2]

METODE

Adapun pada prinsipnya ketiga jenis alat pengering diatas didesain dengan menentukan dimensi komponen *solar collector* terlebih dahulu. Tahapan perancangan alat solar collector [1] dan [4] adalah sebagai berikut.

1. Penentuan Besar Kalor Absorber (Qs)

Absorber adalah pelat yang digunakan sebagai medium penangkap panas radiasi matahari yang masuk ke dalam area *solar collector* setelah berhasil melalui kaca penutup. Besarnya Qs harus memenuhi kebutuhan kalor minimum yang diperlukan untuk menguapkan air pada bahan makanan. Besarnya kalor minimum ini biasa juga disebut sebagai kalor total (QT). Komponen kalor total ini terdiri atas :

- Energi untuk menaikkan temperatur bahan (Q_k);
- Energi untuk menaikkan temperatur di dalam bahan (Q_m);
- Energi untuk menguapkan air di dalam bahan (Q_e);
- Energi untuk menaikkan temperatur uap air (Q_v).

2. Penentuan Kebutuhan Luas Absorber (A)

Setelah nilai kalor total yang dibutuhkan dalam pengeringan didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan kebutuhan luas permukaan absorber solar collector dengan menggunakan Persamaan 1.

$$Q_s = GA(\tau + \alpha) - UA(T_p - T_a) \quad (1)$$

$Q_s=Q_T$ = jumlah panas yang harus diabsorb oleh pelat absorber (kJ)

G = Irradiasi matahari (kW/m^2)

U = koefisien perpindahan panas keseluruhan ($\text{kW/m}^2\text{K}$)

T_p = temperatur pelat ($^{\circ}\text{C}$)

T_a = temperatur ambien ($^{\circ}\text{C}$)

A = luas permukaan absorber (m^2)

α = faktor absorptivitas penutup kaca

τ = faktor transmisivitas penutup kaca

Perhitungan koefisien perpindahan panas keseluruhan dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$U = \frac{1}{R_{total} \cdot A} \quad (2)$$

Dimana R_{total} adalah hambatan perpindahan panas total yang mengikuti fenomena perpindahan panas dari dalam solar collector

menuju ke arah luar dengan melalui tiga lapisan dinding. Rumus dari R_{total} dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$R_{total} = R_{ho} \cdot A + R_k \cdot A + R_{hi} \cdot A \quad (3)$$

Dengan R_{ho} adalah hambatan perpindahan panas secara konveksi tanpa dipengaruhi kecepatan angin, R_k adalah hambatan perpindahan panas secara konduksi, dan R_{hi} adalah hambatan perpindahan panas secara konveksi dengan pengaruh kecepatan angin. Perhitungan R_{ho} , R_k , dan R_{hi} menggunakan Persamaan 4.

$$R_k \cdot A = \frac{x}{k} \quad (4)$$

dimana :

x = ketebalan kaca

k = konduktivitas kaca

$$R_{hi} \cdot A = \frac{1}{h_c} \quad (5)$$

dimana :

$$h_c = 10,45 - v + 10\sqrt{v} \quad (6)$$

v = kecepatan angin melalui solar collector

$$R_{ho} \cdot A = \frac{1}{h_{c,min}} \quad (7)$$

dimana :

$h_{c,min}$ = koefisien konveksi udara di luar alat pengering

3. Penentuan Material dan Keringan Solar Collector

Adapun dalam penentuan bahan material solar collector dapat dilakukan dengan

membagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

- Penutup atas : kaca dengan tebal 5mm;
- Pelat papan Collector : aluminium yang ditekuk membentuk sudut 45°;
- Isolasi dasar Collector : seng, rigid foam (2mm), styrofoam (1.5 mm), triplex;
- Isolasi dinding Collector : rigid foam (2 mm), triplex, seng;
- Rangka luar : aluminium.

Untuk menentukan kemiringan solar collector terhadap referensi tanah digunakan rumus sebagai berikut:

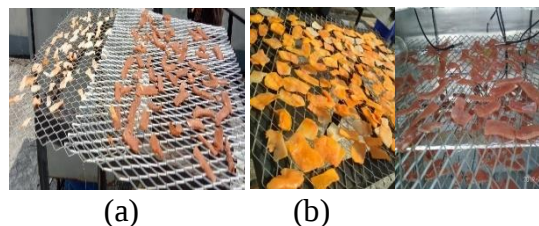
$$\text{Kemiringan} = 10^\circ + \text{garis lintang} \quad (8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dilakukan dalam beberapa tahapan dengan mengikuti tahapan perancangan, yaitu pengukuran temperatur operasi, irradiasi matahari dan kadar air bahan yang akan diproses seperti labu, kerupuk, kulit labu, dan biji labu. Selanjutnya diikuti perhitungan kebutuhan kalor pengeringan yang menentukan kebutuhan luas pelat absorber minimum, dan penentuan besar dimensi alat pengering.

1. Pengukuran Temperatur Operasi, Irradiasi Matahari, dan Kadar Air

Pada uji coba pengeringan dilakukan perbandingan antara proses pengeringan langsung dan dengan menggunakan alat pengering eksisting selama lima jam. Hasil pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.



(a) (b)
Gambar 3. Uji Coba Perbandingan Pengeringan Langsung dan Menggunakan Alat Pengering

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada tengah hari, pukul 12:00 - 14:00 karena matahari berada pada posisi puncaknya di jam tersebut. Berdasarkan data pengamatan menggunakan pyranometer, variasi besar irradiasi matahari fluktuatif terutama pada kondisi cuaca berawan. Didapatkan nilai irradiasi tertinggi yang dapat dicapai yaitu sekitar 775 kW/m² hingga yang terendah yaitu 156 kW/m². Pada pengukuran temperatur, digunakan alat *thermocouple* digital yang kabelnya dimasukkan ke dalam solar collector. Didapatkan hasil temperatur tertinggi, yaitu 37,4 °C dengan rata-rata temperatur, yaitu 32,8 °C.

Pada Gambar 3(a) terlihat hasil pengeringan dari labu dan kerupuk udang secara langsung dimana hasil akhir produk menunjukkan adanya perubahan warna dan tekstur yang ekstrim. Sedangkan, labu yang disimpan di dalam pengering pada Gambar 3(b) menunjukkan warna yang lebih cerah (tidak pucat). Adapun pengamatan kuantitatif yang dilakukan adalah kandungan/ kadar air setelah penguapan. Hasil pengujian kadar air labu dan kerupuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Labu dan Kerupuk

Bahan	Massa Awal (Kg)	Massa Akhir (Kg)	Massa Air Teruapkan (Kg)
Labu	0,75	0,093	0,657
Kerupuk	0,50	0,314	0,186
		Total	0,843

Dari hasil percobaan ini didapatkan jumlah total masa air yang harus diuapkan oleh alat pengering adalah sebanyak 0.843 kg.

2. Perhitungan Kebutuhan Kalor Pengeringan

Pada tahap ini digunakan persamaan yang tertera pada metode perancangan, yaitu penentuan besar kalor absorber (Qs). Hasil perhitungan komponen adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Kalor Pengeringan

Komponen Kalor	Nilai Kalor (kJ)	Persentase Kebutuhan Kalor (%)
Q_k	7.80	0.373
Q_m	27.48	1.317
Q_e	2042.72	97.937
Q_v	7.74	0.373
Kalor Total	2085.74	100.000

3. Perhitungan Kebutuhan Luas Pelat Absorber Minimum

Besar nilai R_{total} dapat diketahui dengan menjumlahkan R_k , R_{hi} dan R_{ho} yaitu sebesar 2,09 K/Watt. Dari Persamaan 2 didapatkan besar nilai U , yaitu 0,47 W/m².K. Selanjutnya, menggunakan Persamaan 1 dimana nilai transmisivitas (τ) dan absorptivitas (α) untuk kaca ketebalan 5mm berturut-turut adalah 0.88 dan 0.04, dan besar perbedaan tem-

peratur antara permukaan pelat absorber dengan temperatur lingkungan di sekitar solar collector sebesar 10°C dan dengan asumsi waktu pengeringan selama lima jam (18.000 detik) seperti pada tahap pengujian awal serta irradiasi matahari 156 W/m², maka didapatkan kebutuhan luas pelat absorber minimum (teoritis) yang harus disediakan di dalam solar collector adalah sebesar 0.82 m².

4. Penentuan Dimensi Alat Pengering

Besar dimensi *solar collector* menyesuaikan terhadap luas penampang pelat *absorber* minimum. Pada praktisnya, luas penampang absorber dianggap memiliki efisiensi kolektor (perbandingan antara panas energi yang dapat dimanfaatkan dengan panas energi yang diserap *absorber*) yang sangat rendah dikarenakan pengeringan menggunakan kecepatan angin natural. Dengan asumsi efisiensi 30%, maka besarnya QS (kalor yang diserap absorber) adalah 6952.47 kJ (386.25 Watt) dan luas permukaan *absorber* yang dibuat menjadi 2.67m² $\approx$ 3 m².

Adapun untuk penentuan kemiringan solar collector terhadap referensi tanah, menyesuaikan dengan koordinat Kota Cimahi, yaitu (-6.862629, 107.549298) atau (6°51'46.4"S 107°32'57.6"E), maka dengan menggunakan persamaan (8) didapatkan kemiringan kolektor adalah 16,8° $\approx$ 17°.

5. Hasil Rancangan Desain Thermal

- Tudara in : 25 – 35°C
- Toperasi : 41 – 47°C
- Toperasi ruang pengering : 35 – 40°C

- d. Laju alir operasi udara : 0,01m/s
- e. Irradiasi matahari : 159 – 775 W/m²
- f. Luas pelat absorber : 3 m²
- g. Panas yang diserap pelat absorber : 386,25 Watt
- h. Panas yang dimanfaatkan untuk pengeringan : 115,87 Watt
- i. Efisiensi kolektor : 30%
- j. Waktu operasi optimum : 10:00 pagi – 15:00 sore (5 jam)

6. Hasil Rancangan Desain Konstruksi

Hasil konstruksi alat pengering yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Konstruksi dan Diseminasi Alat Pengering Surya

Adapun detail konstruksi dan dimensi dari setiap komponen alat dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Pelat Absorber : terbuat dari bahan Alumunium 0,35 mm yang dicat hitam. Ukuran tekukan (45°) : sisi miring 108 mm, tinggi 100 mm, alas 80 mm, dan panjang pelat setelah ditekuk : 1,2 meter.

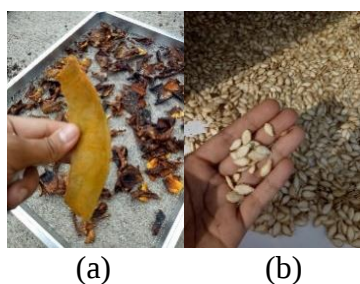
- b. Kaca Penutup : terbuat dari kaca setebal 5mm berukuran 1300 x 1100 mm dan dipasang menggunakan lem silikon.
- c. Isolasi Thermal :
 - i. Bahan 1 : rigid foam 2 cm (K : 0,166 W/m2.°C)
 - ii. Bahan 2 : styro foam 1,5 cm (K: 0,043 W/m2.°C)
 - iii. Bahan 3 : Triplex /GRC Board
- d. Bahan rangka kolektor : rangka solar collector terbuat dari besi siku. Adapun bahan rangka ruang pengering terbuat dari triplex dan aluminium, dan kelima rak susun merupakan jaring kawat ukuran 2 mesh. Kemiringan solar collector adalah 17°.

7. Analisis Kualitatif Produk Hasil Pengeringan

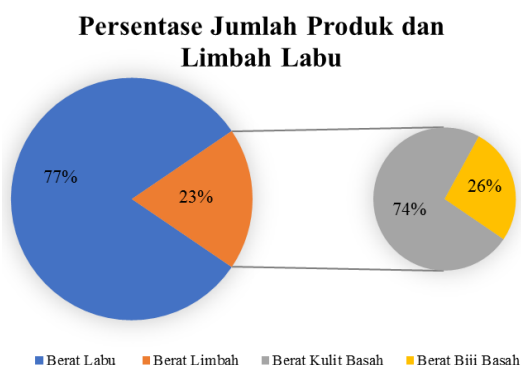
Beberapa bahan yang telah diujikan diantaranya, yaitu kulit labu dan biji labu hasil sisa produksi pangsit labu dan dodol labu. Adapun kulit labu ini berencana akan dikeringkan untuk dijadikan sebagai produk tepung labu yang terkenal memiliki kandungan karbohidrat lebih rendah dari tepung terigu, sedangkan biji labu dapat diolah menjadi camilan sehat kuwaci yang telah memiliki pasar yang luas. Hasil dari proses pengeringan kulit labu dan biji labu dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 (a) menunjukkan perbedaan antara kulit yang masih segar dan kulit yang telah dikeringkan, terlihat hasil pengeringan kulit yang saling bertumpuk kurang optimal. Adapun pada Gambar 5 (b) terlihat hasil biji labu yang telah kering dengan hasil pengeringan yang cukup merata dan saat dicoba kuwaci

telah memiliki tekstur yang matang sebagaimana produk kuwaci di pasaran. Perbandingan persentase antara produk labu dan limbah yang dihasilkan dalam suatu proses yang menggunakan labu sebanyak 3 kg adalah sebagaimana tertera pada Gambar 6 berikut.



Gambar 5. Kulit Labu Sebelum dan Setelah Pengeringan (a), Biji Labu Setelah Pengeringan (b)



Gambar 6. Persentase Produk Labu dan Limbah (Kulit dan Biji)

Pada proses pengeringan yang dilakukan selama sehari terhadap limbah kulit basah seberat 516 gram (74% dari total berat limbah) dan biji basah 186 gram (26% dari total berat limbah), diperoleh kulit kering seberat 334 gram (35% pengurangan kadar air) dan biji kering seberat 103 gram (45% pengurangan kadar air).

Pada percobaan selanjutnya, dari 8 kg bahan baku labu didapatkan sebanyak 1,4 kg limbah kulit (18% dari total berat

labu). Selama proses pengeringan kedua, keadaan cuaca hujan menyebabkan proses pengeringan berlangsung lebih lama yaitu sekitar lima hari. Didapatkan berat akhir kulit labu kering yaitu seberat 233 gram (pengurangan kadar air 16,7% per hari).

Berdasarkan hasil percobaan didapatkan potensi pemanfaatan limbah proses produksi pengusaha Roemah Labu adalah sebagaimana tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi Produksi Kulit dan Biji Labu Kering

Kondisi Cuaca	Berat Kulit Labu Basah/kg (gram)	Berat Kulit Labu Kering/kg (gram)	Berat Biji Labu Basah/kg (gram)	Berat Biji Labu Kering/kg (gram)
Cerah (1 hari)	172	111	62	34
Mendung/Hujan (5 hari)	175	29	Tidak diuji	Tidak diuji

KESIMPULAN

Alat pengering merupakan merupakan salah satu alat proses yang sangat diperlukan untuk mendukung keberlangsungan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), khususnya yang bergerak di industri makanan. Dengan berbagai keterbatasan yang dihadapi, maka jenis teknologi tepat guna yang dapat dikembangkan bagi mitra UMKM adalah teknologi hemat energi yang dapat memberikan hasil sesuai dengan harapan.

Pengusaha Roemah Labu merupakan mitra UMKM yang berada di bawah naungan Dinas Perdagangan Koperasi

UKM dan Perindustrian Kota Cimahi yang bekerjasama dengan tim Pengabdian kepada Masyarakat Jurusan Teknik Konversi Energi (JTKE) dalam pengembangan alat pengering surya. Tujuan dari program ini adalah untuk dapat mengembangkan suatu alat pengering yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses yang diperlukan oleh mitra usaha, dan sosialisasi perancangan desain untuk pengusaha makanan lainnya.

Desain alat pengering surya yang utama adalah penentuan dimensi kolektor surya/*solar collector* (luas permukaan pelat *absorber*). Luasnya permukaan merupakan cerminan daripada besarnya panas yang harus disuplai ke dalam ruang pengering untuk mengurangi sejumlah kadar air dari produk sesuai yang diharapkan.

Beberapa manfaat yang didapatkan dengan penggunaan alat pengering surya diantaranya, yaitu dapat mencegah efek samping dari pengeringan secara langsung (perubahan warna dan tekstur produk yang tidak diharapkan), melindungi dari debu, dan serangga sehingga produk lebih higienis, melindungi proses pengeringan selama musim hujan sehingga tetap dapat berlangsung, memanfaatkan proses pengeringan yang tetap dapat berlangsung secara alami di waktu malam hari tanpa menyebabkan kelembaban pada produk dikemudian harinya.

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui temperatur operasi alat pengering surya sangat dipengaruhi oleh cuaca harian, sehingga sangat sulit untuk mendapatkan kondisi proses yang konsisten dimana akan memengaruhi lamanya proses pengeringan (tidak menentu).

Adapun dimensi alat pengering surya yang dihasilkan (pengujian dengan irisan labu dan kerupuk udang dengan berat total 1kg, kalor total yang harus disuplai sebesar 386.25Watt dan asumsi efisiensi thermal 30 %) adalah sebagaimana tertera pada Tabel. 4.

Tabel 4. Ringkasan Dimensi Alat Pengering

No.	Komponen	Unit	Nilai
A. Kolektor			
1.	Luas permukaan absorber (sebelum ditekuk)	m ²	3
2.	Panjang x lebar x tinggi	mm	1300 x 1100 x 350
3.	Kemiringan	°	17
B. Ruang Pengering			
1.	Jumlah Tray	tingkat	5
2.	Luas tray	m ²	0,36
3.	Tinggi	m	0,9

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendukung pendanaan kegiatan PKM ini melalui program kemitraan kepada masyarakat yang berasal dari DIPA Politeknik Negeri Bandung.

REFERENSI

- [1] E. Afrizal, Herisiswanto, dan A. Aziz, Kaji Eksperimental Perangkat Pengering Surya (Solar Dryer) Jenis Pemanasan Tidak Langsung dengan Penyimpanan Panas Berubah Fasa Menggunakan Rak Bertingkat. *Technical Report Researchgate*.

- Lembaga Penelitian Universitas Riau, Pekanbaru. 2009.
- [2] A. Pratoto, dkk. Unjuk Kerja Pengerian Surya Tipe Rak pada Pengerian Kerupuk Kulit Mentah. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV*. 7-8 Oktober, Banjarmasin, Indonesia. 2015.
- [3] N. Udensi, dkk, 'Design and Development of A Passive Solar Dryer Primed with Solar Cell. Proceedings of 18th international conference and 38th annual general meetings of the Nigerian Institutions of Agricultural Engineers (NIAE). Oktober 2017, Umudike, Nigeria. Hal. 54-64, 2017.
- [4] O. Salaudeen, Design , Construction and Testing of a Solar Dryer. Project Report. University of Agricultur Abeokuta, Ogun State, Nigeria, 2011.