

## Pemanfaatan Panas Kondensor Ac Untuk Pengeringan Bahan Pangan: Studi Pengeringan *Chips* Kentang

Dedy Eko Rahmanto<sup>1</sup>, I Dewa Made Subrata<sup>1</sup>, Sutrisno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin Pertanian dan Pangan, FATETA – IPB.  
Kampus IPB Darmaga PO.Box 220 Bogor 16002 E-mail: dedyngambe@yahoo.com

### ABSTRAK

Pengeringan bahan pangan merupakan suatu metode penurunan kadar air bahan pangan untuk pengawetan serta memudahkan proses selanjutnya. Panas kondensor AC ruangan (*air conditioner*) berpotensi sebagai sumber energi pengeringan. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan panas kondensor AC dengan membuat alat pengering yang digunakan untuk mengeringkan *chips* kentang, mengetahui pengaruh kecepatan kipas kondensor AC terhadap kapasitas pendinginannya, mengetahui kadar air hasil pengeringan dan efisiensi pengeringan. AC yang digunakan adalah merk Koshima 1 pk. Ruang pengering yang dibuat berukuran 50,2 × 50,2 × 150,2 cm berisi tujuh rak berukuran 50 × 150 cm. Perlakuan pada pengeringan adalah kipas kondensor AC kecepatan tinggi, rendah, kipas pengganti dan kombinasi dengan pembalikan rak. *Chips* kentang dengan ketebalan irisan 2,5 mm diblansing sebelum pengeringan. Pengeringan berlangsung selama 6 jam dengan jumlah bahan sekitar 1,1 kg untuk masing-masing rak. Parameter yang diukur adalah suhu, kecepatan aliran udara, konsumsi energi listrik dan penurunan berat bahan. Hasil penelitian menunjukkan panas kondensor AC dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan *chips* kentang. Kecepatan kipas kondensor AC tidak mempengaruhi kapasitas pendinginan AC dengan nilai rata-rata 2,658 ± 0,023 kJ/detik. Perlakuan pengeringan menggunakan kipas pengganti yang dikombinasi dengan pembalikan rak menghasilkan kadar air akhir yang lebih seragam dengan hasil rata-rata 8,20 ± 1,04% bb. Efisiensi pengeringan yang dihasilkan berkisar 18,53 – 23,24% terhadap panas kondensor AC dan 67,17 – 78,77 % terhadap energi listrik AC. Kecepatan kipas kondensor AC dapat diperlambat untuk mendapatkan suhu udara keluaran kondensor yang tinggi pada batas keamanan kerja kompresor. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai optimasi jumlah bahan dan kecepatan udara untuk mendapatkan efisiensi pengeringan yang lebih tinggi dan kadar air yang lebih seragam serta aplikasinya untuk bahan pangan yang lain.

**Kata Kunci:** pengeringan, kondensor AC, *chips* kentang, kecepatan kipas, kadar air

### PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan suatu metode penurunan kadar air bahan pangan untuk tujuan pengawetan pangan dari pertumbuhan mikoba dan reaksi yang menyebabkan penurunan kualitas bahan pangan. Pengeringan akan mengurangi massa dan volume produk sehingga memudahkan proses selanjutnya seperti transportasi dan penyimpanan (Singh & Heldman 2009). Pengeringan cara konvensional dengan sinar matahari banyak digunakan karena cara ini bebas biaya energi dan mudah pelaksanaannya, akan tetapi sulit terkontrol karena sangat tergantung dengan cuaca dan memerlukan tempat yang luas serta kurang terjaga kebersihannya (Mujumdar 2006; Simson & Straus 2010).

Pengering mekanis memerlukan sumber energi panas yang biasanya berasal dari uap panas, udara panas ataupun pembakaran langsung bahan bakar gas (Heldman & Lund 2007; Smith 2010). Karakteristik udara yang diperlukan untuk keberhasilan pengeringan adalah suhu yang tinggi, kelembaban relatif yang rendah dan kecepatan aliran udara yang tinggi (Hui 1992). *Air conditioner* (AC) memiliki potensi sebagai sumber panas untuk alat pengering mekanis, diantaranya pernah dilakukan penelitian untuk pengering pakaian (Mahlia *et al.* 2009; Suntivarakorn *et al.* 2009).

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) tumbuh dan dibudidayakan oleh lebih dari 100 negara di dunia dan merupakan salah satu bahan pangan utama (Singh & Kaur 2009). Pembuatan *chips* kentang dilakukan melalui tahapan pengupasan, pemotongan, blansing dan pengeringan. Kentang yang telah dikupas dan dipotong-potong diblansing menggunakan air panas pada suhu 93 – 100°C sebelum pengeringan untuk inaktifasi enzim dan mengurangi kontaminasi mikroba (Mujumdar 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan panas kondensor AC dengan membuat alat pengering yang digunakan untuk mengeringkan *chips* kentang. Selain itu juga dapat mengetahui pengaruh kecepatan kipas kondensor AC terhadap kapasitas pendinginannya, serta mengetahui kadar air hasil pengeringan dan efisiensi pengeringan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Lapangan Siswadi Supardjo dan di Laboratorium Teknik Energi Terbarukan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem FATETA IPB pada bulan Januari 2011 – Mei 2011.

### Bahan dan Alat

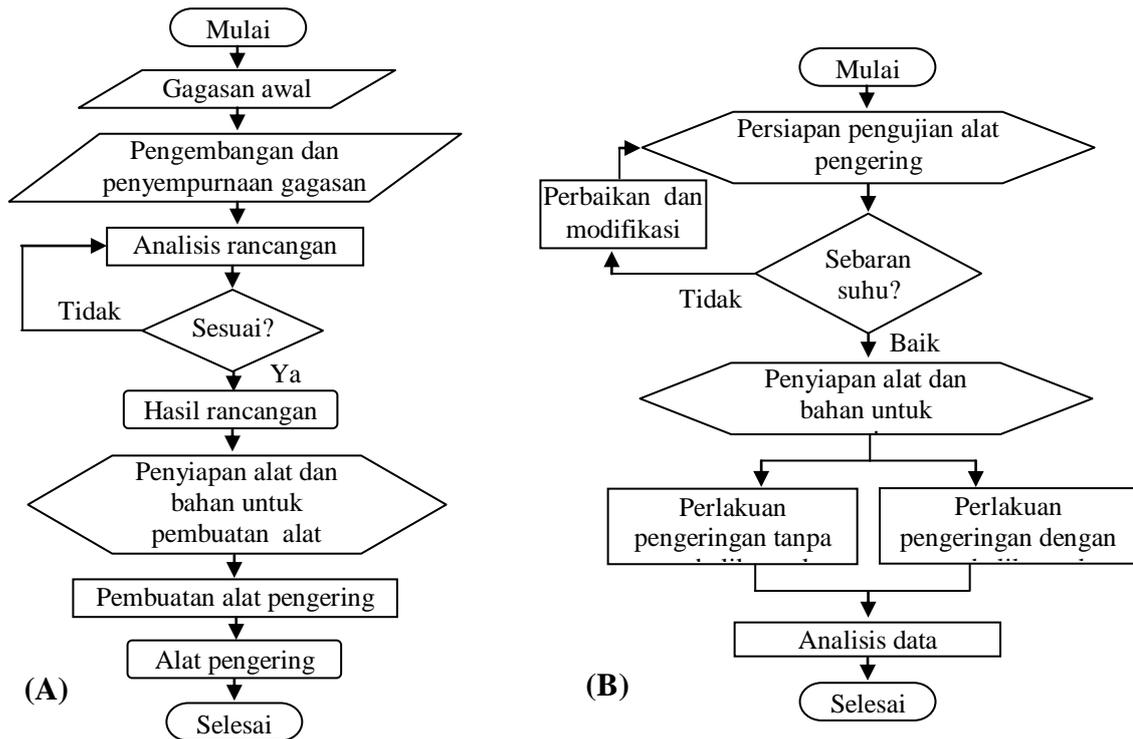
Bahan yang digunakan untuk membuat alat pengering adalah kayu lapis dengan tebal 18 mm, aluminium strip 12 mm, aluminium profil L 13 x 13 mm, aluminium lembaran tebal 0.3 mm, kawat net aluminium, sekrup, baut, paku, *blind rivet*, lem kayu dan baling-baling kipas *standing fan*. Bahan yang digunakan untuk uji pengeringan adalah kentang varietas Granola yang diperoleh dari pasar lokal Bogor.

Alat yang digunakan untuk pembuatan alat pengering adalah gergaji, palu, meteran, pasah kayu, gunting logam, tang, spidol, obeng, tang rivet, bor listrik, jangka sorong dan AC 1 hp (Koshima KA10T1 dengan kapasitas pendinginan 9000 BTU/jam).

Alat yang digunakan untuk uji kinerja adalah *data logger* (Yokogawa MV1000), *thermocouple* tipe T, *anemometer*, timbangan digital, watt meter, *flash drive*, komputer, pengatur kecepatan motor kipas, oven, pisau, kompor gas, panci dan pemotong keripik.

### Pembuatan Alat Pengering dan Uji Pengeringan Bahan (*Chips* Kentang)

Diagram alir tahapan rancang bangun dan uji alat pengering untuk pengeringan bahan (*chips* kentang) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan pembuatan alat pengering (A), tahapan uji alat pengering (B).

**Pengujian Alat Pengering Tanpa Beban (Bahan yang Dikeringkan)**

Pengujian pada kondisi kosong (tanpa bahan yang dikeringkan) dengan perlakuan kecepatan aliran udara yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1 Rancangan uji alat pengering pada kondisi kosong tanpa beban pengeringan**

Ulangan	Perlakuan Kecepatan Aliran Udara Kondensor		
	Kecepatan tinggi	Kecepatan rendah	Kipas pengganti
1	KT1	KR1	KP1
2	KT2	KR2	KP2

**Pengering Chips Kentang**

Perlakuan uji pengeringan *chips* kentang disajikan pada Tabel 2. Kentang dipotong-potong setebal 2.5 mm dan diblansir selama 3 - 4 menit. Waktu pengeringan 6 jam untuk masing-masing perlakuan dengan jumlah bahan sekitar 1.1 kg untuk masing-masing rak.

**Tabel 2 Rancangan pengeringan chips kentang**

Perlakuan	Kecepatan tinggi	Kecepatan rendah	Kipas pengganti
Tanpa pembalikan rak	KTA	KRA	KPA
Dengan pembalikan rak	KTB	KRB	KPB

**Data Pengukuran**

Data-data yang diukur dan diamati dalam pengujian adalah suhu, kecepatan aliran udara, penurunan berat bahan dan konsumsi energi listrik.

**Perhitungan dan Analisis Data**

Beberapa Persamaan yang digunakan dalam perancangan serta penentuan beberapa parameter sistim pengering disajikan sebagai berikut ini:

$$\dots\dots\dots RH = 100 \times \{P_v / e^\circ(T)\} \quad [1]$$

$$\dots\dots\dots e^\circ(T) = 0.6108 \exp \frac{17.27T}{T + 237.3} \quad [2]$$

$$\dots\dots\dots P_v = e^\circ(T_{wet}) - \gamma_{psy}(T - T_{wet}) \quad [3]$$

RH adalah kelembaban relatif (%);  $P_v$  adalah tekanan uap air aktual (kPascall);  $e^\circ(T)$  adalah tekanan uap jenuh pada suhu udara (kPascall);  $T$  adalah suhu termometer bola kering ( $^\circ\text{C}$ );  $T_{wet}$  adalah suhu termometer bola basah ( $^\circ\text{C}$ );  $e^\circ(T_{wet})$  adalah tekanan uap jenuh pada suhu bola basah (kPascall);  $\gamma_{psy}$  adalah konstanta psikometri dan  $\gamma_{psy} = 0.06738$  pada tekanan 1 atm (FAO 1998).

$$\dots\dots\dots \omega = 0.622 \times (P_v / P_a) \quad [4]$$

$$\dots\dots\dots h = T + \omega(2501 + 1.82T) \quad [5]$$

$\omega$  adalah kelembaban mutlak (kg/kg udara kering);  $P_a$  adalah tekanan atmosfer (kPascall);  $h$  adalah entalpi udara (kJ/kg udara kering) (Sherwin 1996).

$$\dots\dots V_s = (0.082T + 22.4) \times (1/29 + \omega/18) \quad [6]$$

$V_s$  adalah volume spesifik udara ( $\text{m}^3/\text{kg}$  udara kering) (Singh & Heldman 2009).

$$\dots\dots\dots Q = (D_c / V_s) \times (h_B - h_A) \times t \quad [7]$$

$$\dots\dots\dots \eta = (Q_p / Q)100\% \quad [8]$$

$Q$  adalah energi udara pengering (kJ);  $D_c$  adalah debit aliran udara ( $\text{m}^3/\text{menit}$ );  $t$  adalah waktu (menit);  $h_A$  adalah entalpi udara sebelum pemanasan (kJ/kg udara kering);  $h_B$  adalah entalpi udara setelah pemanasan (kJ/kg udara kering);  $\eta$  adalah efisiensi pengeringan (%);  $Q_p$  adalah energi untuk menguapkan kandungan air bahan (kJ) (Taib et al. 1988).

$$\dots\dots\dots \%bb = \frac{w_1 - w_2}{w_1} 100\% \quad [9]$$

$w_1$  adalah berat bahan sebelum dioven (gram);  $w_2$  adalah berat bahan kering mutlak (gram) (AOAC 1995).

Analisis data dilakukan menggunakan grafik, standar deviasi dan standar deviasi relatif (SDR).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

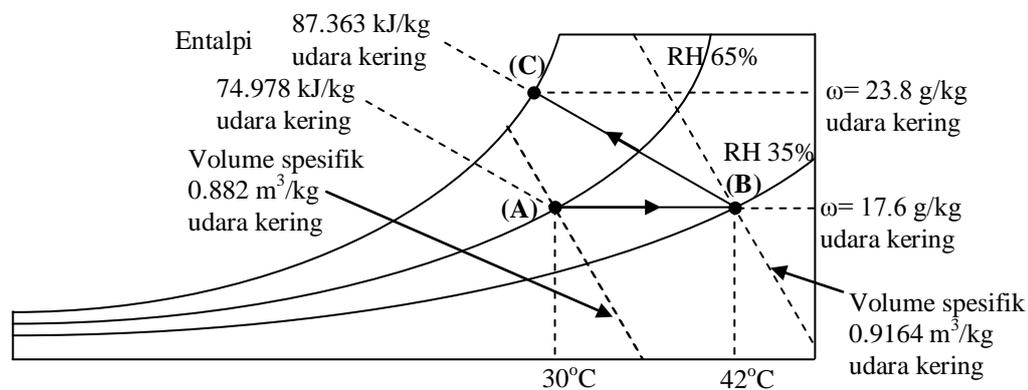
### Karakteristik dan Potensi Udara Panas Kondensator AC

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara keluaran kondensator AC dengan laju aliran udara  $15.31 \text{ m}^3/\text{menit}$  diperoleh suhu udara keluaran kondensator  $42^\circ\text{C}$  dan RH 35 %. Suhu lingkungan pada waktu pengukuran adalah  $30^\circ\text{C}$  dengan RH 65%.

Tekana uap air aktual dihitung menggunakan Persamaan 1, sedangkan tekanan uap jenuh dihitung dengan menggunakan Persamaan 2, dan diperoleh tekanan uap aktualnya adalah 2.869 kPascall dan tekanan uap jenuhnya adalah 8.199 kPascall. Kelembaban mutlak dihitung menggunakan Persamaan 4 yang hasilnya  $0.0176 \text{ kg/kg}$  udara kering.

Entalpi udara dihitung menggunakan Persamaan 5. Entalpi udara sebelum melalui kondensor 74.978 kJ/kg udara kering dan setelah melalui kondensor 87.363 kJ/kg udara kering. Volume spesifik udara yang keluar dari kondensor AC dihitung dengan menggunakan persamaan 6 yang hasilnya adalah 0.9164 m<sup>3</sup>/kg.

Laju aliran panas yang dibawa oleh udara yang keluar dari kondensor AC dihitung menggunakan Persamaan 7, yang hasilnya adalah 206.912 kJ/menit. Dengan parameter-parameter yang diperoleh dari perhitungan tersebut maka potensi udara keluaran kondensor AC untuk pengeringan bila diilustrasikan dengan psychrometric chart akan tampak seperti Gambar 2 dengan asumsi penyerapan kandungan air maksimal. Garis AB merupakan proses pemanasan udara, BC merupakan garis penyerapan uap air oleh udara (proses pengeringan) dan C merupakan titik maksimal potensi penyerapan uap air oleh udara.



**Gambar 2** Psikrometri udara awal (A) dan sesudah melalui kondensor (B) serta titik penyerapan uap air maksimal (C).

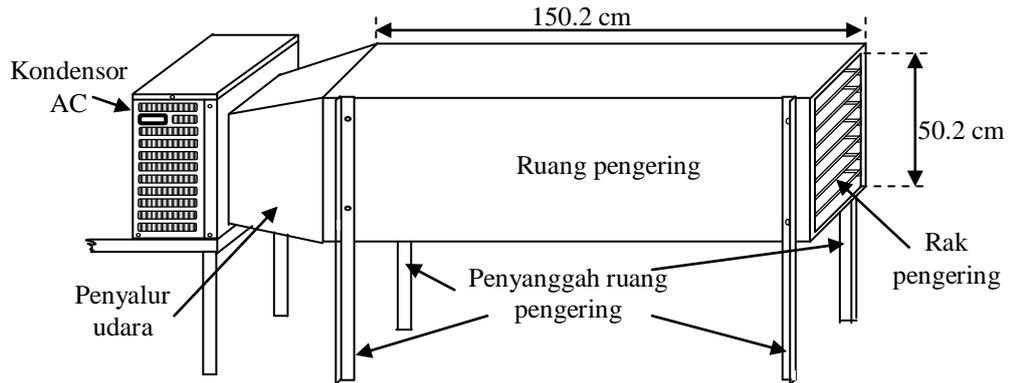
Potensi penyerapan uap air maksimal dari udara panas kondensor AC berdasarkan pembacaan psychrometric chart adalah 6.2 g/kg udara kering, sehingga potensi penyerapan udara maksimalnya 103.51 gram uap air/menit.

### Kebutuhan Kalor untuk Pengeringan *Chips* Kentang

Bahan yang dikeringkan berupa *chips* kentang dengan kadar air sekitar 85% basis basah (bb) dan yang kering diharapkan sekitar ≤14% bb atau ≤16.279% basis kering (bk). Jumlah air yang diuapkan tiap 1 kg bahan berdasarkan hasil perhitungan adalah 0.8256 kg air / kg bahan. Kalor untuk menguapkan kandungan air bahan adalah 1981.44 kJ/kg bahan.

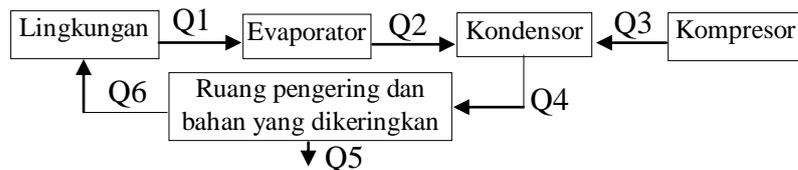
### Alat Pengering dan Mekanisme Perpindahan Panasnya

Pembuatan alat pengering untuk memanfaatkan panas keluaran kondensor AC menghasilkan alat pengering (Gambar 2) dengan ukuran ruang pengering bagian dalam 50.2 × 50.2 × 150.2 cm berisi 7 buah rak pengering berukuran 50 × 150 cm yang dapat memuat sekitar 1.1 kg *chips* kentang untuk masing-masing rak.



**Gambar 3** Alat pengering dengan sumber panas kondensor AC

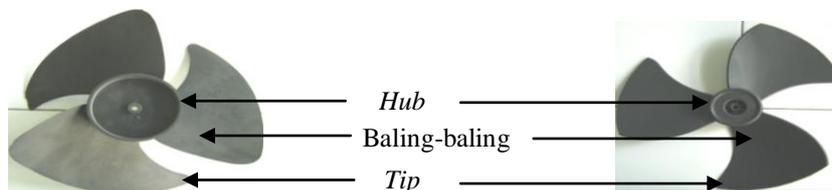
Diagram perpindahan energi panas pada sistem pengering dengan memanfaatkan panas kondensor AC ditunjukkan pada Gambar 4. Panas dari udara lingkungan ( $Q_1$ ) diserap oleh evaporator dengan perantara *refrigerant* dan penukar panas di evaporator. Dari evaporator panas dibawa bersama *refrigerant* menuju unit kondensor. Panas ( $Q_2$ ) ditambah energi ( $Q_3$ ) dilepaskan ke udara lingkungan melalui penukar panas pada kondensor. Udara yang telah mengalami pemanasan ( $Q_4$ ) dari kondensor mengalir ke ruang pengering digunakan untuk mengeringkan bahan pangan ( $Q_5$ ). Panas yang tidak terserap untuk proses pengeringan kembali ke lingkungan ( $Q_6$ ).



**Gambar 4** Diagram perpindahan panas pada sistem pengering

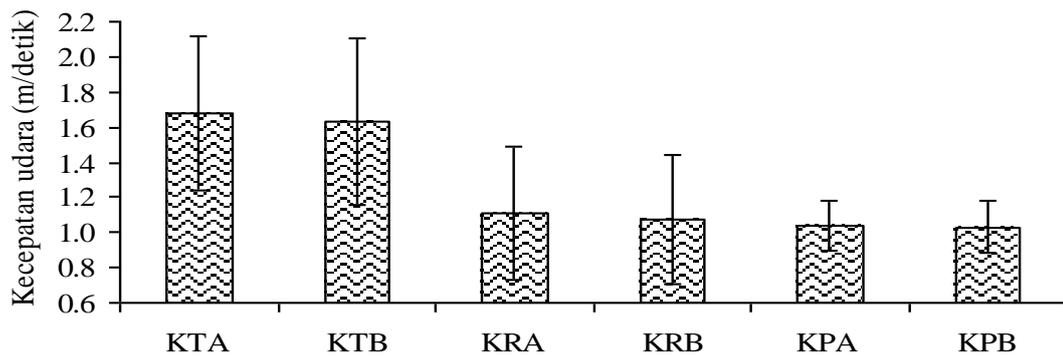
### Kipas Kondensor AC dan Aliran Udara dalam Ruang Pengering

Kipas kondensor AC (Gambar 5) berfungsi untuk menggerakkan udara agar dapat mengalir melalui penukar panas kondensor. Penggunaan kipas pengganti dengan diameter hub yang lebih kecil daripada kipas aslinya sebagai salah satu perlakuan akan menghasilkan aliran udara yang lebih seragam pada pemanfaatan panas kondensor AC untuk pengeringan.



**Gambar 5** Baling-baling kipas kondensor (A) dan baling-baling kipas pengganti (B).

Kecepatan rata-rata aliran udara di ruang pengering dengan beberapa perlakuan kipas kondensor ditunjukkan pada Gambar 6.



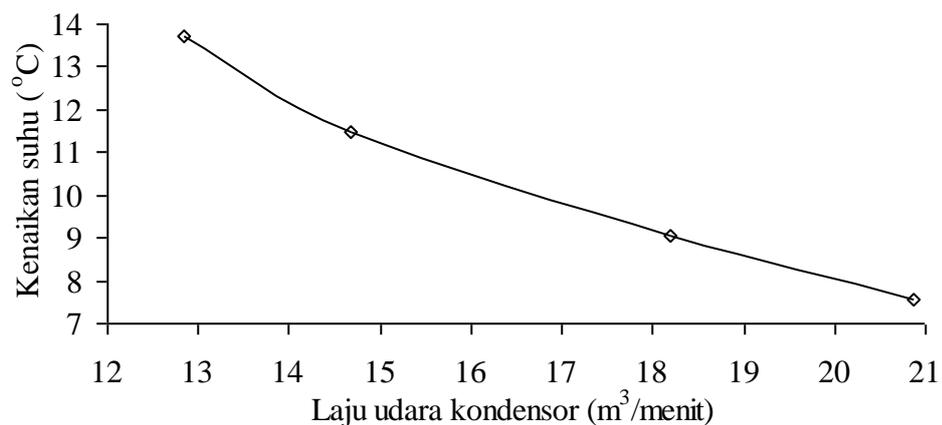
**Gambar 6 Kecepatan aliran udara dalam ruang pengering pada pengeringan *chips* kentang**

Kecepatan kipas kondensor AC diatur menggunakan pengatur kecepatan motor dan menghasilkan aliran udara dalam ruang pengering dengan kecepatan rata-rata  $1.65 \pm 0.46$  m/detik pada kipas kecepatan tinggi,  $1.09 \pm 0.37$  m/detik pada kecepatan rendah dan  $1.03 \pm 0.15$  m/detik untuk kipas pengganti. Kecepatan aliran udara kipas pengganti lebih seragam dibandingkan kipas aslinya sehingga memungkinkan untuk menghasilkan kadar air pengeringan yang lebih seragam pada masing-masing rak pengering. Akan tetapi laju aliran udara menggunakan kipas pengganti lebih rendah daripada kipas aslinya karena luas penampang baling-baling kipas pengganti lebih kecil.

Kipas kecepatan tinggi menghasilkan laju aliran udara yang tinggi, akan tetapi suhunya rendah dan waktu kontak dengan bahan yang dikeringkan singkat sehingga jumlah uap air yang dibawa tiap satuan massa udara juga sedikit. Sedangkan kipas kecepatan rendah menghasilkan laju aliran udara yang rendah tetapi suhunya lebih tinggi dan waktu kontak dengan bahan lebih lama sehingga jumlah uap air yang dibawa tiap satuan massa udara lebih besar.

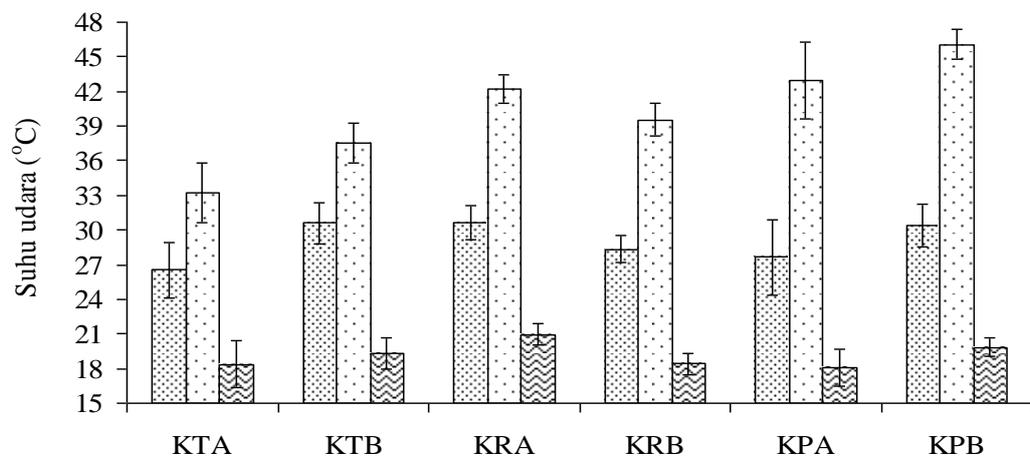
#### Suhu Udara Keluaran Kondensor AC

Suhu udara rata-rata yang keluar dari kondensor pada beberapa laju aliran udara ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7 Grafik hubungan laju aliran udara dengan kenaikan suhu udara kondensor**

Suhu udara lingkungan, suhu udara keluaran kondensor dan suhu keluaran evaporator selama pengeringan disajikan pada Gambar 8. Selain dipengaruhi oleh laju aliran udara kondensor, suhu udara keluaran kondensor juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Semakin tinggi suhu lingkungan, suhu keluaran kondensor juga semakin tinggi. Suhu keluaran kondensor pengujian pengeringan bahan rata-rata berkisar 33.27 pada kipas kecepatan tinggi dengan suhu lingkungan 26.54°C. Sedangkan suhu rata-rata tertinggi 46.08°C pada perlakuan kipas pengganti dengan suhu lingkungan rata-rata 30.36°C. Suhu udara keluaran kondensor dibawah 40°C tetap berpotensi untuk pengeringan, akan tetapi potensinya kecil dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengeringkan bahan, terutama di proses pengeringan tahap akhir. Oleh karena itu sebaiknya laju aliran udara keluaran kondensor AC diatur agar suhu keluarannya di atas 40°C bila akan dimanfaatkan untuk pengeringan.



Gambar 8 Suhu rata-rata udara lingkungan (▨), kondensor (□) dan evaporator (▩) selama pengeringan.

### Suhu Udara Ruang Pengering Kondisi Kosong Tanpa Beban Pengeringan

Hasil pengukuran suhu udara dalam ruang pengering kondisi kosong tanpa beban pengeringan disajikan pada Tabel 3. Standar deviasi relatif (SDR) suhu ruang pengering bagian depan, tengah dan belakang cenderung lebih rendah dari 5%, hal ini menunjukkan suhu udara di ruang pengering cukup seragam. Suhu antara masing-masing perlakuan dan suhu tiap bagian rak berbeda karena pengujian dilakukan pada waktu yang berbeda untuk tiap perlakuan dan tiap bagian rak.

Tabel 3 Suhu udara rata-rata di ruang pengering tanpa bahan yang dikeringkan

Perlakuan	Rak bagian depan		Rak bagian tengah		Rak bagian belakang	
	Suhu (°C)	SDR (%)	Suhu (°C)	SDR (%)	Suhu (°C)	SDR (%)
KT1	35.86	4.35	36.53	3.31	38.53	3.19
KT2	39.86	4.09	36.26	3.45	38.89	3.15
KR1	40.74	4.82	41.12	3.86	43.28	3.50
KR2	42.45	4.97	42.85	3.98	41.46	3.44
KP1	44.13	4.17	44.14	3.64	38.88	3.57
KP2	41.79	4.35	43.50	3.57	38.13	3.63

### COP dan Kapasitas Pendinginan AC

COP adalah nilai koefisien kinerja pendinginan AC yang merupakan perbandingan kapasitas pendinginan dengan konsumsi energi listrik yang diperlukan oleh sistem pendingin. Nilai COP akan semakin rendah bila konsumsi energi listriknya semakin tinggi. Nilai COP cenderung tinggi bila kecepatan aliran udara kondensor tinggi.

Kapasitas pendinginan AC selama penelitian tidak terpengaruh oleh beberapa perlakuan kecepatan udara kondensor karena cenderung tetap pada semua perlakuan pengujian, hal ini terjadi karena laju aliran udara dan laju pendinginan pada evaporator tetap meskipun laju aliran udara kondensor diubah-ubah. Perubahan kecepatan aliran udara kondensor hanya mempengaruhi beban kerja dari unit kondensor yaitu kerja kompresor untuk memaksa *refrigerant* terkondensasi yang akan mempengaruhi konsumsi energi listriknya. Kapasitas pendinginan rata-rata pada pengujian untuk mengeringkan *chips* kentang adalah 2.658 kJ/detik  $\pm$  0.023 kJ/detik dengan SDR 0.862%, hal ini menunjukkan kapasitas pendinginan tidak terpengaruh oleh laju aliran udara kondensor AC.

### Kadar Air Bahan *Chips* Kentang

Kadar air rata-rata sebelum pengeringan berkisar antara 83.76 sampai 84.89% basis basah (bb) dan sesudah pengeringan  $28.46 \pm 16.97\%$  bb untuk perlakuan kipas kecepatan tinggi tanpa pembalikan rak dan  $8.20 \pm 1.04\%$  bb untuk perlakuan kipas pengganti dikombinasi dengan pembalikan rak seperti yang tercantum pada Tabel 4. Perlakuan pengeringan menggunakan kipas pengganti yang dikombinasi dengan pembalikan rak menghasilkan kadar air yang lebih seragam daripada perlakuan yang lain pada waktu uji pengeringan.

**Tabel 4 Kadar air bahan sebelum dan sesudah pengeringan**

Perlakuan kipas kondensor	Kadar air rata-rata (%bb)		Standar deviasi	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir
KTA	84.89	28.46	0.83	16.97
KTB	83.91	10.97	1.04	1.72
KRA	83.76	12.42	0.78	5.82
KRB	84.28	12.25	0.61	4.89
KPA	84.73	14.00	0.84	4.60
KPB	83.78	8.32	1.57	1.04

### Energi dan Efisiensi Pengeringan

Energi pada proses pengeringan digunakan untuk menguapkan kandungan air bahan yang dikeringkan dan membawanya ke lingkungan. Efisiensi alat pengering untuk mengeringkan *chips* kentang selama pengujian berdasarkan energi panas keluaran kondensor dan energi listrik yang digunakan sistem pendingin AC disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5 Energi dan efisiensi pengeringan**

Perlakuan kipas	Energi (kJ)		Efisiensi pengeringan (%)		
	Pengeringan	Kondensor	Listrik	Kondensor	Listrik
KTA	13280.40	62906.98	17942.40	21.11	74.02
KTB	14750.64	63481.49	19602.00	23.24	75.25
KRA	15410.64	74996.37	21384.00	20.55	72.07
KRB	16087.44	71783.16	20422.80	22.41	78.77
KPA	15325.68	78877.72	20826.00	19.43	73.59
KPB	15136.56	81666.98	22536.00	18.53	67.17

Efisiensi pengeringan terhadap energi kondensor berkisar 18.53 – 23.24%, ini berarti kurang dari seperempat potensi energi panas kondensor yang dimanfaatkan untuk pengeringan. Rendahnya efisiensi ini kemungkinan karena penyerapan panas oleh bahan masih sedikit dan laju aliran udara kondensor masih terlalu tinggi sehingga waktu kontak antara udara dengan bahan yang dikeringkan masih sedikit. Akan tetapi bila laju aliran kondensor diusahakan lebih rendah dari 12 m<sup>3</sup>/menit, pada suhu lingkungan diatas 32.5°C, AC akan mengalami gangguan karena terjadi kelebihan suhu dan beban kompresor diatas batas maksimalnya sehingga akan mati secara otomatis untuk mengamankan kompresor.

Efisiensi pengeringan berdasarkan energi listrik yang digunakan rata-rata lebih dari 70%, hal ini karena energi listrik yang digunakan jauh lebih kecil dari energi yang dihasilkan oleh kondensor AC. Energi panas yang dihasilkan kondensor besarnya lebih dari tiga kali energi listrik yang digunakannya seperti data pada Tabel 5.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pembuatan alat pengering pada pemanfaatan panas kondensor AC untuk pengeringan pangan (*chips* kentang) menghasilkan alat pengering berukuran 50.2 × 50.2 × 150.2 cm dengan 7 rak pengering yang masing-masing berukuran 50 × 150 cm. Suhu udara keluaran kondensor AC pada pengujian pengeringan rata-rata berkisar 33.27 sampai 46.08°C yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan kecepatan kipas kondensor AC. Perubahan kecepatan kipas kondensor AC tidak mempengaruhi kapasitas pendinginan AC selama pengeringan dengan nilai rata-rata 2.658 ± 0.023 kJ/detik. Perlakuan pengeringan menggunakan kipas pengganti yang dikombinasi dengan perlakuan pembalikan rak menghasilkan kadar air akhir pengeringan yang lebih seragam dengan hasil rata-rata 8.20 ± 1.04% bb. Efisiensi alat pengering untuk mengeringkan *chips* kentang berkisar 18.53 – 23.24% terhadap panas kondensor AC dan 67.17 – 78.77 % terhadap energi listrik AC.

### Saran

Kecepatan kipas kondensor AC dapat diperlambat untuk memperoleh suhu udara yang tinggi pada pemanfaatan panas kondensor AC untuk pengeringan selama tidak melampaui batas keamanan kerja kompresor. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai optimasi jumlah bahan dan kecepatan aliran udara kondensor untuk mendapatkan efisiensi pengeringan yang lebih tinggi serta aplikasi untuk pengeringan bahan pangan yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemist. Inc. Washington D.C.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1998. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper* 56. Rome.
- Heldman DR, DB Lund. 2007. Handbook of Food Engineering. CRC Press. London
- Hui YH. 1992. Encyclopedia of Food and Technology, John Wiley & Sons. New York
- Mahlia TMI, CG Hor, HH Masjuki, M Husnawan, M Varman, S Mekhilef. 2009. Clothes drying from room air conditioning waste heat: thermodynamics investigation. *The Arabian J Science and Engineering*, 35,(1B): 339-351
- Mujumdar AS. 2006. Handbook of Industrial Drying. Taylor & Francis Group, LLC. Singapore.

- Sherwin K. 1996. Introduction to Thermodynamics. Chapman & Hall. London
- Simson SP, MC Straus. 2010. Post-harvest Technology of Horticultural Crops. Oxford Book company. Jaipur. India
- Singh J, L Kaur. 2009. Advances in Potato Chemistry and Technology. Academic Press. Amsterdam.
- Singh RP, DR Heldman. 2009. Introduction to Food Engineering. Academic Press. Amsterdam
- Smith PG. 2010. Introduction to Food Process Engineering. Springer. New York.
- Suntivarakorn P, S Satmarong, C Benjapiyaporn, S Theerakulpisut. 2009. An experimental study on clothes drying using waste heat from split type air conditioner, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 53.
- Taib G, G Said, S Wiraatmadja. 1988. Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta