

# ANALISIS POTENSI AIR PANAS DI BUKIT KASIH KANONANG UNTUK PENGERING GABAH

Reyvo Rully Dien<sup>1)</sup>, Tertius V V Ulaan<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

2014

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa potensi air panas di Bukit Kasih Kanonang dengan melihat pengaruh posisi level air terhadap pengurangan kadar air massa gabah setelah dilakukan proses pengeringan

Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini dilakukan pengujian proses pengeringan gabah pada alat pengering selama lima hari pada posisi level air yang berbeda. Setiap hari dilakukan pengujian pengeringan gabah selama 5 jam mulai dari jam 09.00 sampai jam 14.00 WITA.

Hasil analisa menunjukkan bahwa prosentase pengurangan kadar air gabah yang ideal berada pada posisi level air dengan ketinggian 15 cm yaitu sebesar 72,470 % . Laju perpindahan panas pada gabah yang paling optimal berada pada level 10 cm dengan waktu pengeringan 5 jam dan ukuran penampang alat pengering 50 x 50 cm.

Kata Kunci : Air Panas, Pengeringan Gabah, Temperatur Pengeringan

## ABSTRACT

*This study is intended to analyze the hot spring water potential at Bukit Kasih Kanonang by studying the influence of water level toward the water contents reduction of unhulled rice mass after drying process has been done.*

*Unhulled rice drying process has been examined on the dryer for five days with the varied water level. The examination was being done in five hours each day, starts at 9.00 a.m till 02.00 p.m WITA (the local time of middle Indonesia).*

*The result of analysis shows that the percentage of the ideal water content reduction stand on the position level water with height 15 cm which is 72.470 %. The most optimal heat transfer rate of the unhulled rice stands on level 10 cm with the drying time of 5 hours and cross-sectional size of the dryer is 50 x 50 cm.*

*Keywords : Hot spring Water, Unhulled-Rice Drying, Drying Temperature*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hasil pertanian setelah dipanen merupakan bahan yang masih memiliki kandungan air yang tinggi. Kerusakan hasil pertanian dapat disebabkan oleh dua

faktor yaitu faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal). Kerusakan tersebut mengakibatkan penurunan mutu baik secara kuantitatif maupun kualitatif yang berupa susut berat karena rusak, memar, cacat dan lain-

lain. Sebagian besar penduduk di Desa Kanonang bekerja sebagai petani, para petani tersebut sering mengeringkan padi hanya dengan menggunakan sinar matahari sebagai media pengering utama, padahal di Desa Kanonang memiliki potensi berupa air panas yang bisa dimanfaatkan sebagai media pengering gabah yang dihasilkan oleh petani dan petani belum memanfaatkannya secara maksimal karena sebagian besar petani belum memahami untuk memanfaatkan potensi air panas itu sebagai media pengering gabah

### **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana mendapatkan posisi level air yang ideal pada proses pengeringan gabah menggunakan air panas bumi yang ada di Bukit Kasih Kanonang.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yaitu mencari posisi level air yang ideal dalam proses pengeringan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini terarah, perlu batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sumber pengeringan yang digunakan yaitu air panas bumi di Bukit Kasih Kanonang.

2. Untuk mendapatkan temperatur air panas dan massa gabah, dilakukan pengujian pengukuran data dengan tingkatan air panas yang ada di Bukit Kasih Kanonang.

### **1.5 Manfaat Penulisan.**

Manfaat penelitian ini, yaitu:

1. Membantu petani untuk menggunakan air panas bumi dalam proses pengeringan gabah, ketika musim hujan.
2. Memperdalam pengetahuan dan memperkaya wawasan tentang pengeringan gabah dengan sumber air panas. .

## **II. LANDASAN TEORI**

### **2.1 Prinsip Pengeringan**

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologi dan kimia sebelum bahan diolah atau digunakan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi

kadar air bahan sampai batas di mana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama. (Mustofa, 2011)

### **2.1.1 Proses Pengeringan**

Pada dasarnya proses pengeringan dilakukan dengan dua cara, adalah sebagai berikut: (Mustofa, 2011)

1. Pengeringan Alami
2. Pengeringan Buatan

### **2.1.2 Faktor-faktor Mempengaruhi Pengeringan**

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu: (Mustofa, 2011)

Faktor yang berhubungan dengan udara pengering: Suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering dan kelembaban udara.

### **2.1.3 Pengaruh Suhu Pengeringan**

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikansuhu. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan

pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat.

### **2.1.4 Peristiwa Pengeringan**

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses, adalah sebagai berikut:

#### **1. Proses perpindahan panas**

Proses penguapan air dari dalam gabah, hal ini terjadi karena temperatur gabah lebih rendah dari pada temperatur pengeringan.

#### **2. Proses perpindahan massa**

Proses perpindahan massa uap air dari gabah ke udara sehingga terjadi pengeringan pada permukaan gabah. (Herawati, 2012)

## **2.2 Penguapan**

Penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer.

Penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti air laut, danau, sungai), permukaan tanah (seperti genangan diatas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah) dan permukaan tanaman (seperti penguapan yang berasal dari air hujan yang berada pada permukaan daun, ranting, badan tanaman).

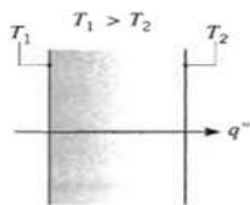
Karena sulitnya membedakan antara penguapan dari badan air, tanah dan tanaman, maka biasanya *evaporasi* dan *tranpirasi* dicakup menjadi satu yaitu *evapotranspirasi*. (Herawati, 2012)

### 2.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas didefinisikan sebagai perpindahan energi dari satu bagian ke bagian lain sebagai akibat dari beda temperatur. Perpindahan panas dapat berlangsung dengan tiga cara, yaitu: konduksi, konveksi dan radiasi.

#### Perpindahan Panas Secara Konduksi

Konduksi ialah pemindahan panas yang dihasilkan dari kontak langsung antara permukaan-permukaan benda. Semakin tinggi nilai konduktivitas termal suatu benda, semakin cepat ia mengalirkan panas yang diterima dari satu sisi ke sisi yang lain. (Holman, 1995)



Gambar 2.1 Panas konduksi

(Holman, 1995)

Untuk mengetahui besarnya perpindahan panas konduksi, digunakan persamaan: (Holman, 1995)

$$Q = -k.A \frac{dT}{dx} \text{ (W)}$$

Dimana,

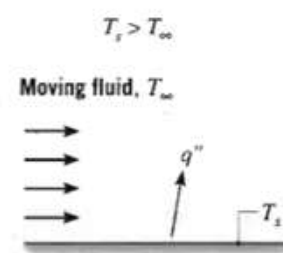
$k$  = Konduktivitas panas bahan (W/m<sup>2</sup>°C)

$A$  = Luas perpindahan panas (m<sup>2</sup>)

$\frac{dT}{dx}$  = Gradien temperatur

#### Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan panas berdasarkan gerakan fluida disebut konveksi.



Gambar 2.2 Panas konveksi (Holman, 1995)

Untuk mengetahui besarnya perpindahan panas konveksi, digunakan persamaan:

$$Q = h.A.(T_s - T_\infty) \text{ (W)}$$

Dimana,

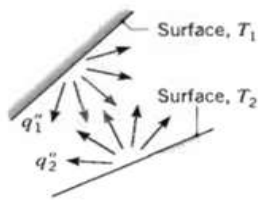
$h$  = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>°K)

$T_s$  = Temperatur dinding (°K)

$T_\infty$  = Temperatur fluida (°K)

#### Perpindahan Panas Secara Radiasi

Radiasi ialah perpindahan panas atas dasar gelombang-gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.4 Panas radiasi (Holman, 1995)

Untuk mengetahui besarnya perpindahan panas radiasi, digunakan persamaan: (Holman, 1995)

$$Q = \sigma \cdot A(T_1 - T_2) \text{ (W)}$$

Dimana,

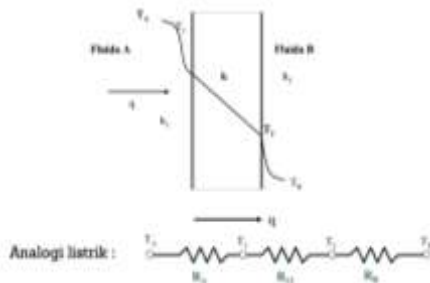
$\sigma$  = Konstanta *Stefan Boltzman*  
 $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_1$  = Temperatur bidang permukaan benda yang memancarkan radiasi ( $^\circ\text{C}$ )

$T_2$  = Temperatur permukaan benda yang menerima radiasi ( $^\circ\text{C}$ ).

## 2.4 Laju Perpindahan Panas Menyeluruh

Suatu bidang datar, salah satu sisinya terdapat fluida panas A dan sisi lainnya dapat fluida B yang lebih dingin.



Gambar 2.5 Skematik aliran panas (Holman, 1995)

Laju perpindahan panas menyeluruh dinyatakan dengan persamaan berdasarkan analogi pada gambar 2.5, adalah: (Holman, 1995)

$$Q = \frac{(T_A - T_B)}{\frac{1}{h \cdot A} + \frac{L}{k_a \cdot A}} \text{ (W)}$$

Dimana,

$k_a$  = Konduktivitas panas bahan  
 $(\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C})$

$A$  = Luas bidang aliran panas ( $\text{m}^2$ )

$L$  = Tebal bahan (m).

Kesetimbangan air panas pengering dengan gabah:

$$Q_{\text{air panas}} = Q_{\text{gabah}}$$

$$m_{\text{air}} \cdot C_{p \text{ air}} (T_{hi} - T_{ho}) = m_{\text{gabah}} \cdot C_{p \text{ gabah}} (T_{gm} - T_{gk}) \text{ (kJ)}$$

Dimana,

$m_{\text{air}}$  = Massa air panas pengering (kg)

$m_{\text{gabah}}$  = Massa gabah (kg)

$C_{p \text{ air}}$  = Panas jenis air ( $\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$ )

$C_{p \text{ gabah}}$  = Panas jenis gabah ( $\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$ )

$T_{hi}$  = Temperatur air masuk ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{ho}$  = Temperatur air keluar ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{gm}$  = Temperatur gabah masuk ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{gk}$  = Temperatur gabah keluar ( $^\circ\text{C}$ )

Dalam menentukan massa, terlebih dahulu harus diketahui volume aliran dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$V = P.L.h_p \text{ (m}^3\text{)}$$

Dimana,

$P$  = Panjang penampang (m)

$L$  = Lebar penampang (m)

$h_p$  = Tinggi penguapan (m)

dan massa aliran menjadi:

$$m = \rho.V \text{ (kg)}$$

Dimana,

$\rho$  = Massa jenis (Kg/m<sup>3</sup>)

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di panas bumi Bukit Kasih Kanonang. Waktu pelaksanaan mulai 25 September 2012 sampai 25 Oktober 2014.

#### 3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini. Adalah sebagai berikut:

- Bak penampung air panas
- Penutup bak pengering
- Pelat aluminium
- Gelas ukur Timbangan digital sebagai pengukur massa gabah
- Termometer
- Stop kran

#### 3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan struktur pelaksanaannya

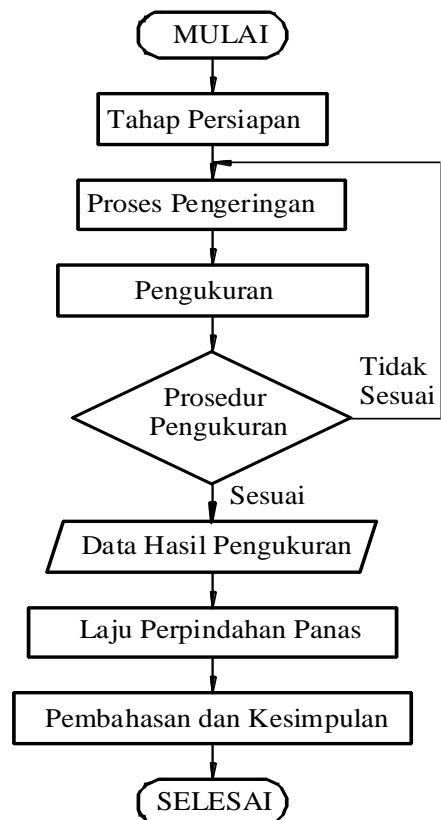
dengan prosedur penelitian seperti pada gambar 3.1. Penjelasan prosedur penelitian, sebagai berikut:

##### 1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini merupakan suatu proses untuk mempelajari referensi-referensi yang berhubungan dengan penelitian ini.

##### 2. Proses Pengeringan

Dilakukan pengujian dengan menggunakan alat pengering di panas bumi Bukit Kasih Kanonang. Pengujiannya dilakukan selama lima hari, mulai pukul 09.00 sampai 14.00 WITA.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

##### 3. Pengukuran

Dilakukan proses pengukuran temperatur dan massa gabah setiap jam dari pengujian proses pengeringan berlangsung.

#### 4. Prosedur Pengukuran

Jika terjadi kekeliruan, baik metode kerja atau kesalahan lainnya, maka proses pengeringan dilakukan kembali.

#### 5. Data Hasil Pengukuran

Sebagai input berupa data temperatur dan massa sebelum dan sesudah pengeringan yang diperoleh dari hasil pengukuran. Data temperatur langsung terbaca pada alat pengukur *thermometer*.

#### 6. Laju Perpindahan Panas

Berdasarkan data hasil pengukuran tersebut, dilakukan analisis laju perpindahan panas pada setiap posisi level air.

#### 7. Pembahasan dan kesimpulan

Proses pembahasan dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian dari pengujian proses pengeringan gabah.

### 3.4 Pengolahan Data

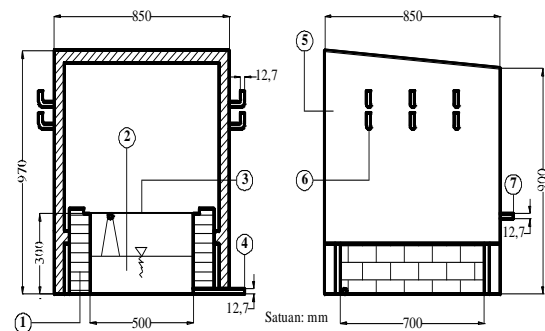
#### 3.4.1 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer yang langsung didapatkan dari obyek pelaksanaan penelitian ini, yaitu melakukan pengujian pengeringan gabah

di panas bumi Bukit Kasih Kanonang. Dari pengujian pengeringan tersebut dilakukan pengukuran massa dan temperatur gabah selama 5 hari pengeringan dilakukan.

#### 3.4.2 Alat Pengering yang Digunakan

Alat pengeringan yang digunakan di panas bumi Bukit Kasih Kanonang, bentuknya seperti diperlihatkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat Pengering

Keterangan dan ukuran alat pengering adalah sebagai berikut:

1. Bak Penampung
2. Fluida yang digunakan adalah air panas dari sumber air panas bumi dan dialirkan ke dalam bak penampung
3. Wadah pelat alumunium
4. Pipa PVC
5. Penutup
6. Pipa Pernapasan
7. Pipa Masuk

## IV Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Pengamatan

Tabel 4.6 Tabulasi pengukuran terhadap posisi level air.

No	Posisi Level Air (cm)	Massa (kg)		Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )			Perbedaan Massa Gabah (%)	Posisi Level air (cm)	Temp Rata-rata Air Bak Penampung ( $^{\circ}\text{C}$ )	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )			Panas Jenis ( $\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ )
		Gabah Sebelum Pengeringan	Gabah Sesudah Pengeringan	Gabah Sebelum Pengeringan	Gabah Sesudah Pengeringan	Bak Penampung							
1	10	0,400	0,120	24,0	48,2	56,8	69,930	10	56,8	54,44	985,7	-2,40	4,179
2	15	0,439	0,120	24,0	48,2	56,6	72,470			56,8	984,7	5,56	
3	20	0,311	0,121	24,0	48,4	58,6	61,054			60	983,3	-1,02	
4	25	0,359	0,120	24,0	49,8	58,2	66,332	15	56,6	54,44	985,7	-2,40	4,179
5	30	0,251	0,121	24,0	46,6	56,4	51,752			56,6	984,8	5,56	
										60	983,3	-0,93	
	<b>Rata-rata</b>	<b>0,352</b>	<b>0,121</b>	<b>24,0</b>	<b>48,2</b>	<b>57,3</b>	<b>64,308</b>	20	58,6	54,44	985,7	-2,40	4,179
										58,6	983,9	5,56	
										60	983,3	-1,80	
								25	58,2	54,44	985,7	-2,40	4,179
										58,2	984,1	5,56	
										60	983,3	-1,62	
								30	56,4	54,44	985,7	-2,40	4,179
										56,4	984,9	5,56	
										60	983,3	-0,85	

#### 4.1.1 Data Hasil Pengujian Pengeringan

Hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa hasil pengujian proses pengeringan gabah yang dilakukan di panas bumi Bukit Kasih Kanonang. Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur massa gabah dan temperatur pengeringan selama 5 jam dengan posisi level air yang berbeda 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm. Data-data yang didapat seperti pada tabel 4.1 sampai tabel 4.5.

#### 4.1.2 Tabulasi Pengukuran Terhadap Posisi Level Air

Berdasarkan data hasil pengujian pengukuran proses pengeringan gabah.

### 4.2 Hasil Pengolahan Data

#### 4.2.1 Sifat-sifat Air

Berdasarkan lampiran 2, dan temperatur rata-rata bak penampung, maka dapat ditentukan sifat-sifat air dari massa jenis dan panas jenis.

- Posisi level air 10 cm

Diketahui temperatur rata-rata air bak penampung ( $T_{bp}$ ) =  $56,8^{\circ}\text{C}$ ,



dengan interpolasi pada lampiran 2, didapatkan:

- Massa jenis ( $\rho$ )= 984,7 kg/m<sup>3</sup>
- Panas jenis ( $c_p$ )=4,179 kJ/kg °C
- Posisi level 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm dengan interpolasi cara yang sama dapat diketahui sifat-sifat air pada bak penampung, seperti pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Sifat-sifat air bak penampung

Posisi Level Air (cm)	Tinggi Penguapan (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Massa (kg)	Laju Perpindahan Panas (kJ)
10	0,20	0,050	49,234	1769
15	0,15	0,038	36,929	1296
20	0,10	0,025	24,598	1048
25	0,05	0,013	12,301	432
30	0,00	0,000	0,000	0

#### 4.2.2 Volume Aliran

Dengan diketahui ukuran bak penampung dengan panjang 0,5 m, lebar 0,5 m dan tinggi penguapan 0,2 m, maka berdasarkan persamaan (2.10), dapat ditentukan volume aliran pada bak penampung, adalah:

- Posisi level air 10 cm

$$V = P.L.h_p$$

$$= (0,5).(0,5).(0,2) = 0,05 \text{ m}^3$$

- Posisi level 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm dengan cara yang sama dapat

diketahui volume aliran pada bak penampung, seperti pada tabel 4.8.

#### 4.2.3 Massa Air

Dari persamaan (2.11), dapat ditentukan massa air, adalah:

- Posisi level air 10 cm

$$m = \rho.V$$

$$= (984,7).0,05 = 49,234 \text{ kg}$$

- Posisi level 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm dengan cara yang sama dapat diketahui massa penguapan, seperti pada tabel 4.8.

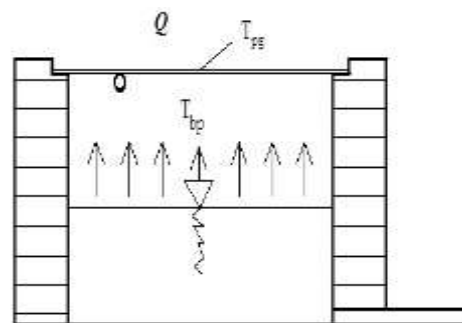
#### 4.2.4 Laju Perpindahan Panas

Untuk menghitung laju perpindahan pengeringan gabah, dapat dibuat gambar skematik analogi, seperti pada gambar 4.1.

- Posisi level air 10 cm

- Temperatur rata-rata air bak penampung ( $T_{bp}$ ) = 56,8°C

- Temperatur rata-rata setelah pengeringan ( $T_{pg}$ ) = 48,2°C



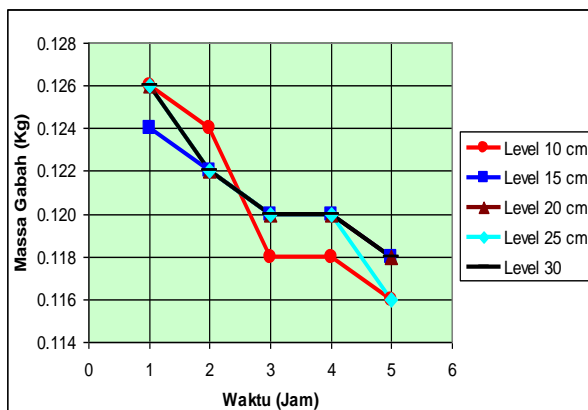
Gambar 4.6 Analogi perpindahan panas

### 4.3 Pembahasan

Dari pengolahan data yang dilakukan pada proses pengeringan gabah di panas bumi Bukit Kasih Kanonang, potensi dari air panas untuk pengering gabah dapat ditinjau masing-masing antara lain:

#### 1. Waktu Pengeringan Terhadap Massa Gabah

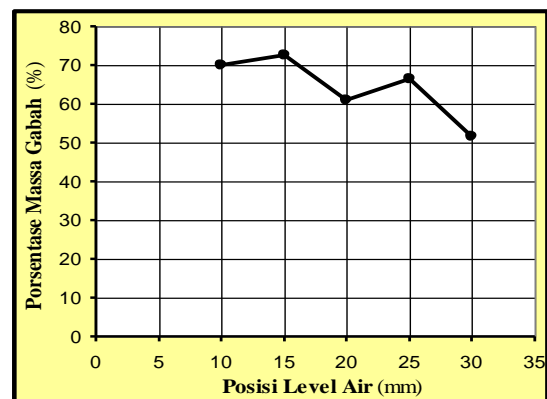
Dari gambar 4.1 sampai 4.5 waktu pengeringan terhadap massa gabah, terlihat bahwa massa gabah setelah dilakukan pengeringan dengan menggunakan alat pengering cenderung mengalami penurunan yang berarti. Perbandingan waktu pengeringan terhadap penurunan massa gabah pada posisi level air 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm dan 30 cm, dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Perbandingan waktu pengeringan terhadap massa gabah pada setiap posisi level air

#### 2. Posisi level Air Terhadap Perbedaan Massa Gabah Sebelum dan Sesudah Pengeringan

Berdasarkan tabel 4.6 tabulasi pengukuran terhadap posisi level air, dengan memperhatikan posisi level air dengan prosentase perbedaan massa gabah sebelum dan sesudah proses pengeringan dengan menggunakan alat pengering yang dibuat, dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.8.

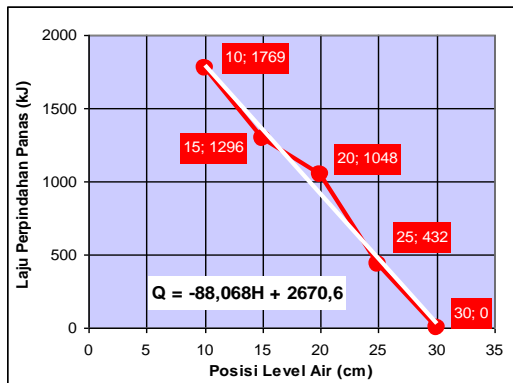


Gambar 4.8 Posisi level air terhadap perbedaan massa gabah sebelum dan sesudah proses pengeringan

Dari gambar 4.8, terlihat bahwa prosentase pengurangan kadar air gabah yang ideal pada posisi level air dengan ketinggian 15 cm sebesar 72,470 % dibandingkan dengan posisi level air ketinggian lainnya.

### 3. Posisi level Air Terhadap Laju Perpindahan Panas Pengeringan

Berdasarkan tabel 4.8 dengan memperhatikan posisi level air dengan laju perpindahan panas, dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Posisi level air terhadap laju perpindahan panas

Dari tabel 4.9 perhitungan laju perpindahan panas, terlihat bahwa pada saat ketinggian level air maksimum dengan posisi 30 cm, laju perpindahan panas adalah nol. Sedangkan dari gambar 4.4 terlihat bahwa semakin posisi level air bertambah, maka laju perpindahan panas pengeringan gabah cenderung menurun selama waktu pengeringan 5 jam pada setiap posisi level air, dengan membentuk persamaan  $Q = -88,068H + 2670,6$

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Analisis potensi air panas di Bukit Kasih Kanonang untuk pengeringan gabah, dapat disimpulkan bahwa prosentase pengurangan kadar air gabah yang ideal berada pada posisi level air dengan ketinggian 15 cm sebesar 72,470 % dibandingkan dengan posisi level air ketinggian lainnya, laju perpindahan panas pada gabah lebih optimal berada pada level 10 cm selama waktu pengeringan 5 jam dengan ukuran penampang alat pengering 50x50 cm. Debit rata-rata yang didapat dari penelitian adalah 0,0782 liter/detik, 0,0776 liter/detik dan 0,0773 liter/detik.

### 5.2 Saran

Analisis potensi air panas di Bukit Kasih Kanonang untuk pengeringan gabah, dapat memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh hasil pengeringan yang maksimal, sebaiknya ukuran alat pengering diperbesar, sehingga dapat melakukan pengeringan gabah lebih banyak dan air panas bumi yang ada cukup memadai.
2. Dapat dilakukan pengujian proses pengeringan beberapa jenis gabah,

sehingga dapat dilakukan perbandingan antara jenis gabah tersebut.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bernard, D.W, 1988. Penerapan Termodinamika, Erlangga, Jakarta.
- Herawati, W.D, 2012. Budidaya Padi, Javalitera, Jogjakarta.
- Holman, J.P, 1995. Prinsip Perpindahan kalor, Erlangga, Jakarta.
- Kreith, F, 1991. Prinsip-prinsip Perpindahan panas, Erlangga, Jakarta.
- Mustofa, D.K, 2011, Pengaruh Waktu Pengeringan Terhadap Kadar Air Gabah pada Mesin Pengering Gabah Kontinyu Kapasitas 100 kg dan Daya 1890 W, Politeknologi, Vol.10, No.3, pp.216-222.
- Umbas, G, 2014. Pemanfaatan Air Panas Bumi untuk Alat Pengering Gabah di Bukit Kasih Kanonang, Skripsi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi, Manado.