

PROTOTYPE CORN DRYING HYBRID OF SOLAR ENERGY AND TURBINE VENTILATOR

Isman Harianda¹⁾, Moch. Agus Zaenuri²⁾

¹Staf Pengajar Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

²Staf Pengajar Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

Email : ¹isman.19590124@polmed.ac.id

Abstract

In post-harvest masses, abundant corn harvest makes it difficult for farmers to store it for a long time because corn stored in wet conditions will rot if not dried, from that corn must be dried. For economical, easy, fast and clean drying of corn, a Greenhouse Effect Dryer is used, where the heat used is sunlight. This dryer, designed in such a way, is equipped with a Greenhouse Chamber, a corn drying rack, and a turbine ventilator. This study will compare the Drying Device using a Turbine Ventilator and without using a Turbine Ventilator and the variables to be taken/recorded is the condition of the heating room (greenhouse effect room), the room before and after the Drying Rack and the velocity heating airflow after going through the Drying Rack. The results of this study obtained a drying rate of 3.77 grams/minute and the efficiency of the corn drying equipment system was 52%, to use a Turbine Ventilator, whereas without using a Turbine Ventilator, the drying rate was 4.23 grams/minute and the efficiency was 32%. After analyzing SPSS there is a difference in efficiency between using a Turbine Ventilator and without using a Turbine Ventilator and there is no difference in the drying rate.

Keywords: *Dryer, Greenhouse Effect, Turbine Ventilator, Corn*

1. Pendahuluan

Jagung adalah merupakan satu diantara tanaman bahan pangan dunia yang sangat penting diantara gandum dan padi. Sebagai satu diantara sumber karbohidrat, jagung saat ini dapat menjadi pengganti sumber pangan. Jagung juga ditanam untuk sebagai pakan ternak, diambil minyaknya, dibuat menjadi tepung (dikenal dengan nama maizena atau tepung jagung), dan bahan dasar untuk industri (tepung dari biji dan tepung tungkulnya). Tungkul jagung juga banyak mengandung pentosa, sering digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat pemanis *furfural*. Jagung yang direkayasa genetiknya juga sekarang dibudi dayakan sebagai penghasil bahan farmasi[1].

Secara umum masyarakat kita hanya memanfaatkan buah jagung dalam bentuk jagung segar pada pengolahan menjadi bahan makanan. Namun dalam industri bahan olahan pangan atau pakan ternak, jagung yang dimanfaatkan dalam kondisi yang telah kering. Pengeringan bermaksud untuk memperpanjang lama waktu simpan dengan cara menurunkan kadar air untuk memperlambat tidak timbulnya mikro organisme perusak/pembusuk. Pada proses pengeringan ini dilakukan pengaturan pada suhu, kelembaban (kelembaban relatif) serta aliran udara panas.

Alat Pengeringan jagung bisa dilakukan secara tradisional ataupun buatan. Umumnya pada pasca panen petani melakukan pengeringan biji jagung dengan menjemurnya di bawah cahaya matahari/surya secara langsung, sedangkan pengusaha jagung (pabrik) umumnya menggunakan Alat Pengerin berupa *dryer*.

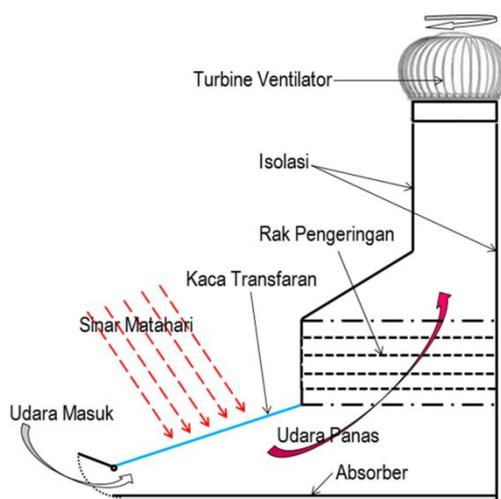
Alat Pengerin disini adalah sebuah alat yang digunakan untuk menurunkan kelembaban udara dengan cara memanfaatkan energi surya, yang digunakan memanaskan absorber

sehingga udara yang melewati *absorber* menjadi panas. Aliran udara panas yang mengalir digunakan untuk menurunkan kelembaban jagung yang akan dikeringkan, dengan cara mengeluarkan kandungan air dari jagung tersebut[2].

Energi surya merupakan salah satu energi *renewable* yang berlimpah di Indonesia karena merupakan satu diantara negara beriklim tropis. Oleh sebab itu, energi surya dapat bermanfaat untuk mengurangi dan bahkan merupakan energi alternatif menggantikan kebutuhan akan bahan bakar atau energi listrik dalam proses pengeringan hasil pertanian[2].

Dari uraian diatas maka penulis tertarik untuk membantu petani dapat mengeringkan jagungnya pada saat pasca panen dengan membuat Alat Pengering yang sederhana, hemat energi, hemat waktu dan bersih dari bahan ikutan dimana digunakan efek yang disebabkan rumah kaca dari energi Surya. Pada penelitian Alat Pengering ini tidak seperti penelitian sebelumnya, sumber panasnya hanya dari sinar Matahari dan membandingkan antara menggunakan Turbin *Ventilator* dengan tanpa menggunakan Turbin *Ventilator* dengan memakai Uji Beda Independent Sample t Test dari SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

Alat Pengering Sistem efek rumah kaca (*Green House Effect*) bekerja berdasarkan efek cara kerja rumah kaca, terjadinya efek ini karena adanya kaca transparan pada dinding miring bangunan serta plat penyerap sebagai alat penerima panas untuk menaikkan suhu udara ruangan pengering. Bahan dinding miring yang digunakan adalah bahan tranfaran misalnya kaca. Lapisan kaca yang transparan ini dapat dilewati radiasi gelombang elektromagnetik dari matahari menembus ke dalam dan menerpa pelat penyerap. Didalam Rumah Kaca radiasi sinar gelombang pendek yang diserap akan berubah menjadi radiasi sinar gelombang panjang dan terkumpul dalam ruangan karena tidak dapat melalui penutup kaca transparan sehingga menyebabkan udara menjadi panas. Proses inilah yang disebut dengan efek akibat Rumah Kaca. Jika matahari menerpa bahan tranfaran (kaca), maka sebagian besar sinar itu akan diteruskan, diserap dan dipantulkan kembali oleh kaca. Dari itu penutup kaca transparan memerlukan bahan yang mempunyai nilai daya hantar yang tinggi dengan besar daya serap dan daya pantul yang relatif rendah agar dapat menangkap gelombang pendek sebesar mungkin[3].



Gambar 1. Alat Pengering

Alat Pengering ini menerima energi sinar matahari sebagai sumber panasnya. Alat ini dapat beroperasi pada kondisi cuaca yang baik dan cerah. Alat Pengeringan ini disebut dengan Alat Pengering hibrid, yaitu selain energi matahari untuk pemanas digunakan juga Turbin *Ventilator* untuk mempercepat aliran udara pemanas.

Udara dingin lingkungan akan masuk melalui pintu masuk keruangan rumah kaca, disini udara dingin tadi akan menjadi panas akibat disinari oleh sinar matahari (energi surya). Udara yang panas tersebut secara alamiah akan bergerak keatas melalui Rak Pengeringan Jagung dan keluar keatas lewat Turbin *Ventilator*.

Turbin *Ventilator* didesain sedemikian rupa, udara yang panas akan memutar Turbin *Ventilator*, secara terus-menerus selama ada perbedaan temperatur udara dingin dan panas. Selain itu kecepatan angin yang berada disekitar Turbin *Ventilator* akan turut juga memutar Turbin tersebut.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menganalisa laju aliran pengeringan dan efisiensi peralatan pengering jagung pada hari cerah dan panas serta membandingkan dengan dan tanpa menggunakan Turbin *Ventilator* (Uji Beda *Independent Sample t Test* dengan SPSS).

Tahapan-Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan terutama pada hari-hari cerah dan panas dengan membuat instalasi Pengering Sistem efek Rumah Kaca dikombinasikan dengan Turbin *Ventilator* yang portabel agar dapat dipindah tempatkan dan dilakukan selama lebih kurang 3 (tiga) bulan.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah sekitar Laboratorium Teknik konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Adapun parameter yang akan diukur :

- Intensitas Radiasi Matahari yang masuk ke Pengering (Ruang Efek Rumah Kaca) melalui kaca tranfaran yang mempunyai ukuran 1 (satu) meter persegi.
- Temperatur bola kering dan kelembaban relatip (Temperatur & *Relative Humadity*) pada udara masuk, di ruang pemanas, setelah mengeringkan biji jagung dan diluar dari Turbin Ventilator
- Kecepatan udara pengering setelah keluar dari Rak Alat Pengering.
- Menghitung laju pengeringan.
- Efisiensi Alat Pengering pada hari cerah dan panas.

Alat-Alat Ukur

- *Solarimeter* untuk mengukur Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2 & Wh/m^2),
- Alat ukur Temperatur dan *Relative Humadity* ($^{\circ}C$ & % RH),
- *Anemometer* untuk mengukur kecepatan udara setelah keluar dari ruang sekitar Rak Pengering (m/dtk),
- Timbangan digital untuk menimbang jagung (gram),
- *Hygrometer* digital, alat ukur kelembaban biji-bijian (%).

Model Penelitian

Membuat Pengering sistem efek akibat Rumah Kaca dengan pendukung Turbin Ventilator yang portabel, dengan ukuran *Absorber* (Ruang Rumah Kaca) = $1 m^2$, Turbin Ventilator 12 inch, massa Jagung 3 kg, luas bidang Rak Pengering $0,25 m^2$.

Prosedur Pengambilan Data dan Analisa.

Pengambilan data dilakukan pada hari cerah, data yang diambil adalah kondisi udara (Temperatur & Kelembaban Ralatip) pada Ruang Rumah Kaca, Ruang sebelum dan sesudah Rak Pengering, data intensitas radiasi Matahari yang masuk Ruang Rumah Kaca, kecepatan udara pemanas yang keluar dari Rak Pengering, data kelembaban jagung sebelum dan sesudah dikeringkan serta penimbangan massa jagung, sedangkan analisis data dilakukan secara primer dan analisa menggunakan metode uji beda secara statistik (Uji Beda *Independent Sample t Test* dengan SPSS) [4][5].

Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Untuk mendapatkan secara sistimatis pelaksanaan penelitian ini dibuatlah diagram alirnya seperti dibawah ini



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pengamatan dan pengukuran dan perhitungan yang telah dilaksanakan pada cuaca cerah dari pagi hari hingga sore pada tanggal 5 – 24 Agustus 2019 maka diperoleh data-data sebagai berikut:

Dengan menggunakan $Q_{in} = (I_m \times A_p) / t =$ Panas yang masuk Ruang Rumah Kaca (1)

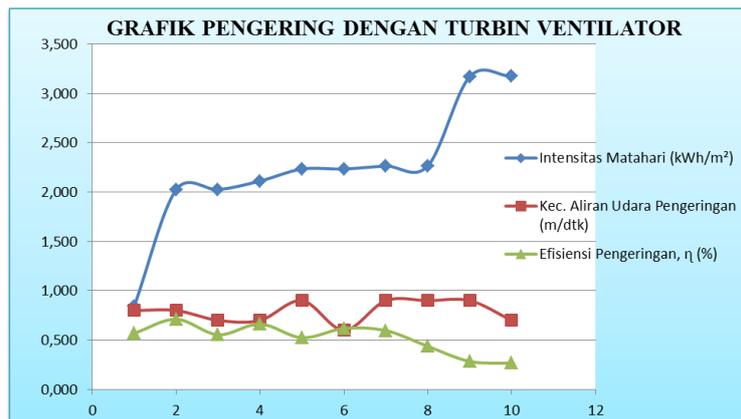
$Q_{out} = V_{ud} \times \rho_{ud} \times A_{rak} \times \Delta h_{3-4} =$ Panas yang diterima Jagung (2)

dimana :

- I_m = Intensitas Radiasi Matahari (Wh/m^2)
- A_p = Luas penampang *Absorber* Ruang Efek Rumah Kaca (m^2)
- t = Waktu penerimaan sinar Matahari (Jam)
- V_{ud} = Kecepatan udara pemanas di sekitar Rak Pengering (m/dtk)
- ρ_{ud} = Densitas udara (kg/m^3)
- A_{rak} = Luas penampang dari Rak Pengering (m^2)
- Δh_{3-4} = *Enthalphy* yang diterima Jagung (*Psychometric Chart*) (kJ/kg)[6]

Tabel 1. Data Pengeringan Jagung dengan memakai Turbin Ventilator.

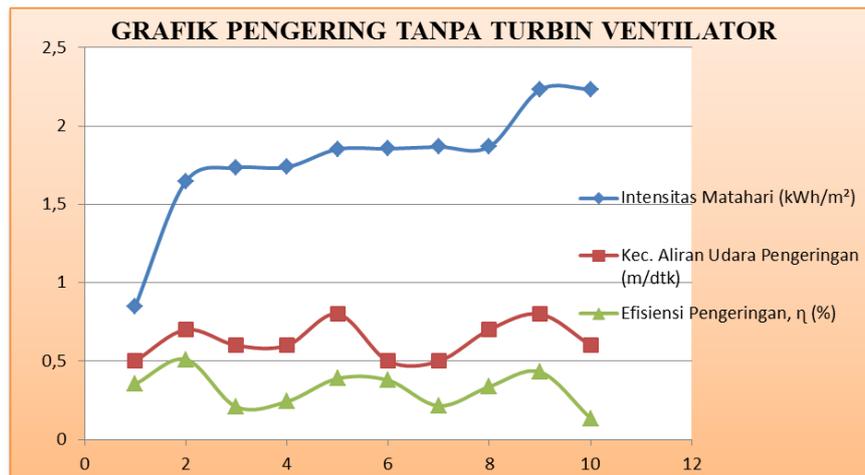
No	Intensitas Matahari		Kondisi Udara di Rak Ruang Rumah Kaca (Psychometric Chart)							Kec. Udara Panas (m/dtk)	Q_{in} (kW)	Q_{out} (kW)	η (%)
	W/m^2	Wh/m^2	T_3 ($^{\circ}C$)	RH_3 (%)	$h_3(kJ/kg)$	T_4 ($^{\circ}C$)	RH_4 (%)	$h_4(kJ/kg)$	Δh_{3-4} (kJ/kg)				
1	183	844	37,7	54,0	94,9	34,4	68,0	94,2	0,6	0,8	0,1688	0,0960	57
2	424	2024	43,6	28,0	84,2	39,4	41,0	87,0	1,8	0,8	0,4048	0,2880	71
3	431	2024	43,7	30,0	86,9	36,1	54,0	84,8	1,6	0,7	0,4048	0,2240	55
4	324	2112	37,9	46,0	86,4	35,6	56,0	89,7	2,0	0,7	0,4224	0,2800	66
5	416	2234	44,3	32,0	91,7	38,9	48,0	93,0	1,3	0,9	0,4468	0,2340	52
6	434	2234	42,4	34,0	87,4	38,6	46,0	90,8	2,3	0,6	0,4468	0,2760	62
7	564	2264	40,3	35,0	82,5	38,3	42,0	84,7	1,5	0,9	0,4528	0,2700	60
8	603	2266	45,3	30,0	92,9	41,9	40,0	94,6	1,1	0,9	0,4532	0,1980	44
9	634	3170	45,6	27,0	87,5	44,2	30,0	90,0	1,0	0,9	0,6340	0,1800	28
10	638	3173	46,6	26,0	89,4	44,9	30,0	92,8	1,2	0,7	0,6346	0,1680	26
Rata-Rata									1,4	0,79	0,4469	0,2214	52



Gambar 3. Grafik Pengering dengan menggunakan Turbin Ventilator

Tabel 2. Data Pengeringan Jagung tanpa memakai Turbin Ventilator.

No	Intensitas Matahari		Kondisi Udara di Rak Ruang Rumah Kaca (Psychometric Chart)							Kec. Udara Panas (m/dtk)	Q _{in} (kW)	Q _{out} (kW)	η (%)	
	W/m ²	Wh/m ²	T ₃ (°C)	RH ₃ (%)	h ₃ (kJ/kg)	T ₄ (°C)	RH ₄ (%)	h ₄ (kJ/kg)	Δh ₃₋₄ (kJ/kg)					
1	204,0	849	38,3	56,0	99,8	35,8	63,0	100,4	0,6	0,5	0,1698	0,0600	35	
2	392,0	1646	41,4	41,0	93,8	38,3	49,0	95,0	1,2	0,7	0,3292	0,1680	51	
3	572,0	1734	42,5	47,0	105,6	39,4	54,0	106,2	0,6	0,6	0,3468	0,0720	21	
4	566,0	1738	42,6	43,0	100,9	39,5	50,0	101,6	0,7	0,6	0,3476	0,0840	24	
5	816,0	1852	40,1	54,0	107,6	35,8	70,0	108,5	0,9	0,8	0,3704	0,1440	39	
6	595,0	1855	41,4	36,0	87,1	38,3	43,0	88,5	1,4	0,5	0,3710	0,1400	38	
7	649,0	1867	43,1	38,0	96,0	40,5	44,0	96,8	0,8	0,5	0,3734	0,0800	21	
8	561,0	1869	40,7	46,0	97,3	38,3	51,0	98,2	0,9	0,7	0,3738	0,1260	34	
9	530,0	2231	42,1	38,0	92,4	40,2	42,0	93,6	1,2	0,8	0,4462	0,1920	43	
10	526,0	2235	39,9	42,0	89,0	38,2	45,0	89,5	0,5	0,6	0,4470	0,0600	13	
Rata-Rata										0,88	0,63	0,3575	0,1126	32



Gambar 4. Grafik Pengering tanpa Turbin Ventilator

Dari tabel 1, tabel 2, gambar grafik 3 dan gambar grafik 4, dapat dianalisa sebagai berikut :

- Pada saat sinar radiasi matahari besar, efisiensi pengeringan menurun/kecil, ini patut diduga alat pengering tidak dapat menerima energi yang besar, yaitu makin besar energi yang masuk makin besar pula yang hilang.
- Makin panas ruang pemanas, dan kecepatan angin sekitar Turbin Ventilator tinggi maka kecepatan udara pemanas makin tinggi, ini menyebabkan waktu penyerapan panas makin sedikit.
- Dengan menggunakan Turbin Ventilator, kecepatan udara pemanas makin cepat apalagi adanya bantuan kecepatan angin yang memutar Turbin.

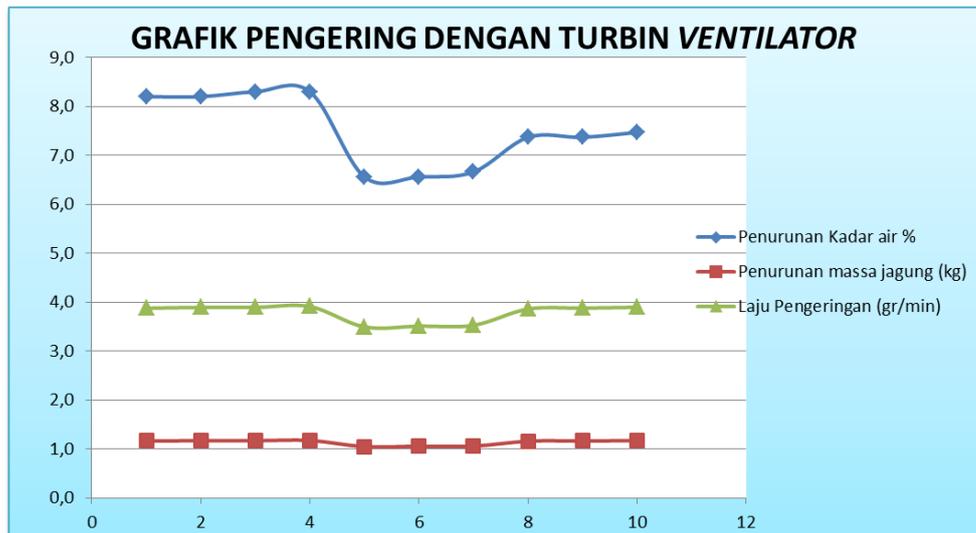
Dari hasil pengambilan data untuk Kadar Air dan Massa Jagung diperoleh hasil seperti dibawah ini :

$$\dot{m} = \frac{W_0 - W_1}{t} \tag{3}$$

dimana: \dot{m} = Laju Pengeringan (gram/menit)
 W_0 = Berat Jagung Awal (gram)
 W_1 = Berat Jagung Akhir (gram)
 T = Waktu yang dibutuhkan (menit)

Tabel 3. Data Kadar Air dan Massa Jagung dengan memakai Turbin Ventilator.

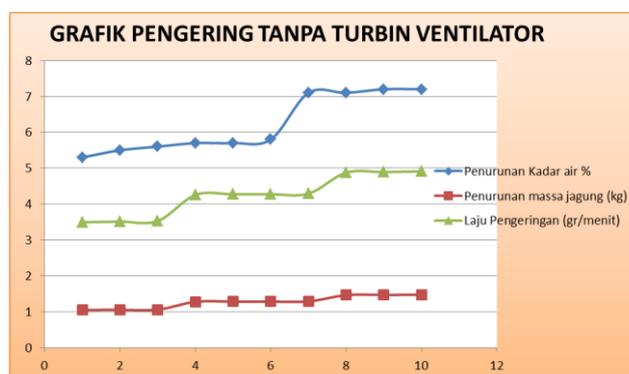
No	Kadar Air Jagung (%)			Massa Jagung (gram)			Laju Pengeringan (gr/menit)
	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	
1	19,5	11,3	8,2	3000	1837,5	1162,5	3,88
2	19,6	11,4	8,2	3000	1832,3	1167,7	3,89
3	19,5	11,2	8,3	3000	1832,3	1167,7	3,89
4	19,5	11,2	8,3	3000	1827,1	1172,9	3,91
5	18,5	11,9	6,6	3000	1952,0	1048,0	3,49
6	18,6	12,0	6,6	3000	1947,0	1053,0	3,51
7	18,5	11,8	6,7	3000	1942,0	1058,0	3,53
8	18,5	11,1	7,4	3000	1842,1	1157,9	3,86
9	18,6	11,2	7,4	3000	1836,9	1163,1	3,88
10	18,5	11,0	7,5	3000	1831,7	1168,3	3,89
Rata-Rata			7,5			1131,9	3,77



Gambar 5. Grafik Kadar Air dan Massa Jagung dengan menggunakan Turbin Ventilator

Tabel 4. Data Kadar Air dan Massa Jagung tanpa memakai Turbin Ventilator.

No	Kadar Air Jagung (%)			Massa Jagung (gram)			Laju Pengeringan (gr/menit)
	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	
1	18,8	13,5	5,3	3000	1951,9	1048,1	3,49
2	18,8	13,3	5,5	3000	1946,7	1053,3	3,51
3	18,5	12,9	5,6	3000	1941,6	1058,4	3,53
4	18,7	13,0	5,7	3000	1722,8	1277,2	4,26
5	19,1	13,4	5,7	3000	1717,9	1282,1	4,27
6	18,6	12,8	5,8	3000	1717,6	1282,4	4,27
7	18,5	11,4	7,1	3000	1712,8	1287,2	4,29
8	18,5	11,4	7,1	3000	1537,2	1462,8	4,88
9	18,4	11,2	7,2	3000	1532,3	1467,7	4,89
10	18,5	11,3	7,2	3000	1527,1	1472,9	4,91
Rata-Rata			6,2			1269,2	4,23



Gambar 6. Grafik Kadar Air dan Massa Jagung tanpa menggunakan Turbin Ventilator

Hasil pengujian “Uji Beda *Independent Sample t Test* dengan SPSS” pada efisiensi Alat Pengering Jagung, ternyata ada perbedaan antara dengan menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa menggunakan Turbin Ventilator seperti tabel dibawah ini :

Group Statistics					
	PENGERING	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
EFISIENSI HASIL PENELITIAN	DENGAN TURBIN VENTILATOR	10	,5210	,15169	,04797
	TANPA TURBIN VENTILATOR	10	,3190	,11770	,03722

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
EFISIENSI HASIL PENELITIAN	Equal variances assumed	,343	,566	3,327	18	,004	,20200	,06072	,07444	,32956
	Equal variances not assumed			3,327	16,954	,004	,20200	,06072	,07387	,33013

Gambar 7. Uji Beda Statistik Efisiensi *Independent Sample t Test*

Jika nilai *Sig. (2-tailed)* < 0,005, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara Efisiensi Dengan Menggunakan Turbin Ventilator dan Tanpa Menggunakan Turbin Ventilator. Jika nilai *Sig. (2-tailed)* > 0,005, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Efisiensi Dengan Menggunakan Turbin Ventilator dan Tanpa Menggunakan Turbin Ventilator.

Karena nilai Sig. (2-tailed) < 0,005 (0,004 < 0,005), maka terdapat perbedaan yang signifikan antara Efisiensi dengan menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa menggunakan Turbin Ventilator (Gambar 7). Sedangkan untuk Laju Pengeringan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Laju Pengeringan dengan Menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa Menggunakan Turbin Ventilator, nilai Sig. (2-tailed) > 0,005 (0,026 > 0,005), seperti tabel SPSS (Gambar 8), dibawah ini.

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LAJU PENDINGERIAN	PENGERING DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN VENTILATOR	10	3,7730	,18215	,05760
	TANPA MENGGUNAKAN TURBIN VENTILATOR	10	4,2300	,56610	,17902

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
LAJU PENDINGERIAN	Equal variances assumed	6,338	,022	-2,430	18	,026	-.45700	,18805	-.85209	-.06191
	Equal variances not assumed			-2,430	10,844	,034	-.45700	,18805	-.87163	-.04237

Gambar 8. Uji Beda Statistik Laju Pengeringan *Independent Sample t Test*

4. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan rata-rata efisiensi (η) Alat Pengering dengan menggunakan Turbin Ventilator sebesar 52 % dan Alat Pengering tanpa menggunakan Turbin Ventilator sebesar 32 %
2. Dengan menggunakan Uji Beda Independent Sample t Test dari SPSS, diperoleh nilai Sig. (2-tailed) < 0,005, yaitu 0,004 < 0,005 maka terdapat perbedaan yang signifikan antara Efisiensi dengan menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa menggunakan Turbin Ventilator.
3. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Laju Pengeringan dengan Menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa Menggunakan Turbin Ventilator, Selisih/penurunan rata-rata Kadar Air dan Massa Jagung dengan menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa menggunakan Turbin Ventilator sebagai berikut : Penurunan Kadar Air = 7,5 (%), Massa Jagung = 1131,9 (gram) dan laju pengeringan = 3,77 (gr/menit), untuk Pengering dengan Turbin Ventilator serta penurunan Kadar Air = 6,2 (%), Massa Jagung = 1269,2 (gram) dan Laju Pengeringan = 4,23 (gr/menit) untuk untuk Pengering tanpa Turbin Ventilator.

Ucapan Terima Kasih

Penulis dengan penuh rasa syukur kepada Allah Yang Maha Kuasa, mengucapkan terima kasih kepada Direktur dan Ketua Unit Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (UPPM) Politeknik Negeri Medan atas bantuannya untuk mendapatkan dana/finansial yang diberikan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui dana DIPA Politeknik Negeri Medan sesuai dengan kontrak penelitian nomor: B/146/PL5/PT.01.05/2019.

Daftar Pustaka

- [1] Krisnamurthi, B. (2010). Manfaat Jagung dan Peran Produk Bioteknologi Serealia dalam Menghadapi Krisis Pangan, Pakan dan Energi di Indonesia. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*.
- [2] Pradana, A. J., & Puja, I. G. K. Karakteristik Pengering Energi Surya Menggunakan Absorber Porus Dengan Ketebalan 12 cm.
- [3] Hadi, S. (2015). Laju Pengeringan kapulaga menggunakan alat pengering efek rumah kaca dengan bantuan tungku biomassa. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 5(1).
- [4] Santoso, S. (2012). Panduan Lengkap SPSS Versi 20, Cetakan Kedua. *PT Elex Media Komputindo, Jakarta*.
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=hsWUJEBbEBU>, Cara uji beda Independent sample t Test dengan SPSS lengkap, tanggal 15 Oktober 2019, jam 10.00 WIB.
- [6] Psychometric Chart, Barometric Pressure 760 mm of Mercury, Universal Industrial Gases.
- [7] Sunarti D. & Arnold Turang, 2017, Penanganan Panen dan Pasca Panen Jagung untuk Tingkat Mutu Jagung, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Utara, (<http://sulut.litbang.pertanian.go.id/index.php/info-teknologi/pangan/106-infoteknologi4/810-penanganan-panen-dan-pasca-panen-jagung-untuk-tingkat-mutu-jagung>)
- [8] Subarjo, S., Widodo, T., & Karfiandi, M. Y. (2015). Modifikasi Pengering Tenaga Surya dengan Ventilator Otomatis. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 7(3), 145-156.
- [9] Syah, H., Agustina, R., & Moulana, R. (2016). Rancang Bangun Pengering Surya Tipe Bak Untuk Biji Kopi. *Rona Teknik Pertanian*, 9(1), 25-39.
- [10] Putra, I. E., & Hadi, P. (2013). Analisa Efisiensi Alat Pengering Tenaga Surya Tipe Terowong Berbantuan Kipas Angin pada Proses Pengeringan Biji Kopi. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 3(2).
- [11] Handoyo, E. A., Kristanto, P., & Alwi, S. (2011). Desain dan Pengujian Sistem Pengering Ikan Bertenaga Surya. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra*.