

Optimasi Distribusi Temperatur pada Mesin Pengering Makanan Untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM)

Firman Istiadi¹ dan Joko Winarno^{1*}

¹Departemen Teknik Mesin, Universitas Janabadra,
Jl. Tentara Rakyat Mataram No.55-57, Bumijo, Kec. Jetis, Kota
Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55231

*E-mail: jokowinarno@janabadra.ac.id

Abstrak

Sektor kuliner dalam UMKM tidak sedikit yang membutuhkan pengeringan dalam pembuatan produk yang menggunakan mesin pengering. Dalam penelitian ini akan dikaji mengenai optimasi pengering makanan dengan metode panas merata. Penelitian ini menggunakan 4 model sistem distribusi temperatur pada mesin pengering, yaitu dengan menggunakan satu lubang input panas, menggunakan 4 lubang input panas, menggunakan 4 lubang input panas dan penambahan sirip pada lubang input, kemudian menggunakan 4 lubang input panas beserta sirip pada lubang input panas dan penambahan sekat pada lubang output blower. Distribusi temperatur didapatkan secara optimal adalah dengan menggunakan 4 lubang input panas, menggunakan sirip pada lubang input panas, dan sekat pada lubang output pada blower. Hasil eksperimen didapatkan adalah 80%-85% kadar air (pengujian 8 loyang) dan 41%-48% kadar air (pengujian 16 loyang) yang menguap dalam waktu 45 menit. Sedangkan eksperimen pengeringan kerupuk whey didapatkan laju pengeringan paling minimum terdapat pada loyang 8 dan loyang 10 dengan laju pengeringan 0,2426 gram/cm² .jam, sedangkan laju pengeringan maksimum terdapat pada loyang 1, 2, 12, 14, 15, dan 16 dengan laju pengeringan sebesar 0,3466 gram/cm².jam dengan selisih maksimum laju pengeringan tiap loyang adalah 0,104 gram/cm².jam

Kata kunci: distribusi temperatur, mesin pengering, pengering makanan, UMKM

Abstract

The culinary sector in Micro, Small, and Medium Enterprises is not small, and it necessitates the use of a drying machine in the manufacturing of products. We will look at how to optimize food dryers using the even heat approach in this study. The temperature distribution system on the drying machine is studied using four different models: one heat input hole, four heat input holes, four heat input holes with fins added to the input holes, and four heat input holes with fins on the heat input holes as well as the installation of a bulkhead at the blower output hole. Using four heat input holes, fins on the heat input holes, and bulkheads on the blower output holes, the best temperature distribution is achieved. The testing findings show a moisture content of 80 percent to 85 percent (8 pans test) and a water content of 41 percent to 48 percent (16 pans test) that evaporates in 45 minutes. During the whey cracker drying experiment, the lowest drying rate was found in pans 8 and 10, with a drying rate of 0.2426 grams/cm².hour, while the highest drying rates were found in pans 1, 2, 12, 14, 15, and 16, with a drying rate of 0.3466 gram/cm².hour, with the maximum difference in drying rate of each pan being 0.104 gram/cm².hour.

Keywords: dryer, food dryer, temperature distribution

1. Pendahuluan

Komitmen yang kuat dari pemerintah telah mendorong perkembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) di Indonesia, hal ini diharapkan dapat memperbaiki kondisi perekonomian yang saat ini mengalami pelemahan karena pandemi. Dampak COVID19 yang terjadi di seluruh belahan dunia dan mulai masuk di Indonesia pada akhir Maret 2020 juga menjadi salah satu faktor menurunnya perekonomian nasional. Di Indonesia posisi Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) sangat penting, karena mempunyai potensi dan mempunyai peran dalam perekonomian nasional. Pada bidang Usaha Mikro Kecil dan Menengah, khususnya di sektor kuliner tidak sedikit pemilik usaha yang memerlukan sistem pengeringan pada pembuatan produk makanan, sehingga membutuhkan panas matahari dalam proses produksi makanan. Dengan mengandalkan panas matahari para pemilik Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) akan sangat kesulitan dalam mengembangkan usahanya [1].

Hal itu dikarenakan oleh beberapa faktor, yaitu: a. Cuaca tidak menentu b. Lahan sempit di perkotaan c. Polusi udara dan debu Optimasi distribusi temperatur dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pada saat pengoperasian mesin pengering makanan karena untuk menghindari terjadinya selisih waktu pengeringan pada bahan makanan yang dikeringkan di setiap loyang, menghindari terbuangnya energi akibat operasi mesin yang cenderung sering dibuka-tutup untuk menukar posisi loyang atau mengambil sebagian makanan bahan makanan yang sudah kering, dan memperkecil kemungkinan

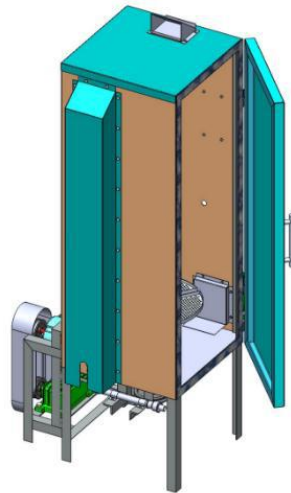
terjadinya kecelakaan kerja pada pengoperasian mesin pengering jika mesin pengering sering dibukatutup untuk menukar posisi loyang atau mengambil sebagian bahan makanan yang sudah kering [2 – 9].

2. Metode Penelitian

Pembuatan mesin pengering, proses produksi mesin pengering dilakukan di workshop perusahaan manufaktur PT Hari Mukti Teknik..

2.1. Desain mesin pengering

Desain mesin pengering menggunakan software solidwork. Dengan menggunakan sistem pemanas gas elpiji, dan pengeluaran uap menggunakan blower.



Gambar 1. Desain mesin pengering

Sistem kerja mesin pengering tersebut adalah dengan memanfaatkan panas yang bersumber dari nyala api kompor dengan bahan bakar gas elpiji, udara panas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut akan dihisap dengan menggunakan blower hisap dan melewati loyang yang berisi bahan makanan yang akan dikeringkan [10 – 11].

2.2. Proses uji coba mesin pengering

Proses uji coba menggunakan untuk mengetahui apakah mesin pengering sudah memenuhi kriteria efisien atau tidak. Adapun variabel yang penulis tentukan adalah sebagai berikut:

- 1) Menggunakan satu lubang input panas
- 2) Menggunakan 4 lubang input
- 3) Menggunakan 4 lubang input dengan penambahan sirip pada lubang input
- 4) Menggunakan 4 lubang input dengan penambahan sirip pada lubang input dan penambahan sekat pada lubang output blower.

2.3. Langkah-langkah pengujian

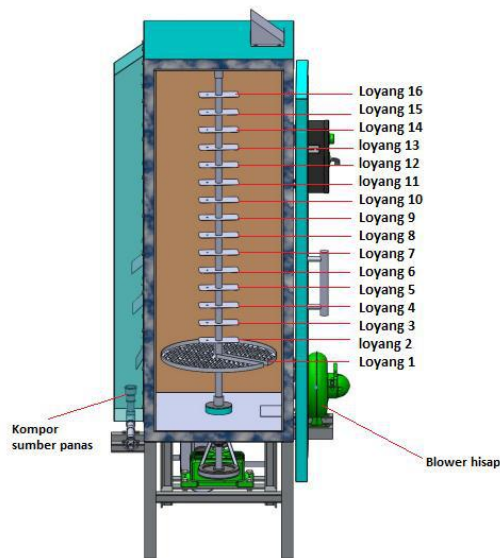
- 1) Menyiapkan mesin pengering yang sudah bekerja sesuai sistem yang direncanakan.
- 2) Menyiapkan peralatan, yaitu termometer digital, stopwatch, timbangan digital, anemometer, multifunction environment meter, korek pematik, pisau, smartphone, dan alat tulis.
- 3) Memotong tipis-tipis bahan singkong yang akan digunakan dengan ketebalan 1-2 mm.
- 4) Menimbang irisan singkong sebesar 50 gram (pengujian 8 loyang) dan 100 (pengujian 16 loyang).
- 5) Memasukkan irisan singkong ke dalam loyang pengeringan.
- 6) Menutup pintu ruangan pengeringan.
- 7) Menyalakan kompor dengan pematik bersamaan dengan menyalakan stopwatch.
- 8) Menyalakan power ON untuk putaran motor dan blower
- 9) Menjaga suhu ruangan kisaran 70-85 °C dengan membuka cerobong atas jika panas berlebih.
- 10) Menunggu sampai 40 menit.
- 11) Mematikan api kompor.
- 12) Menunggu 5 menit proses cooling.
- 13) Membuka pintu ruangan pengeringan.
- 14) Menimbang kembali berat singkong yang telah dikeringkan perloyang.
- 15) Menginput data berat akhir singkong setelah pengeringan.
- 16) Menghitung kadar air yang berkurang dalam satuan gram/menit.
- 17) Melakukan pengujian ulang dengan variabel yang telah ditentukan sampai kadar air yang menguap tiap loyang seragam.
- 18) Melakukan pengecekan temperatur di tiap titik ruangan pengeringan.

3. Hasil dan pembahasan

Pengujian mesin pengering makanan menggunakan bahan singkong, karena mempunyai kadar air yang cukup tinggi yaitu 70 %, dengan membandingkan berat awal sebelum pengeringan dan berat akhir setelah pengeringan dari setiap loyang. Bahan : Irisan singkong Berat perloyang : 50 gram Kadar air (70%) : 35 gram Berat singkong murni : 15 gram Tebal irisan : 1 - 2 mm

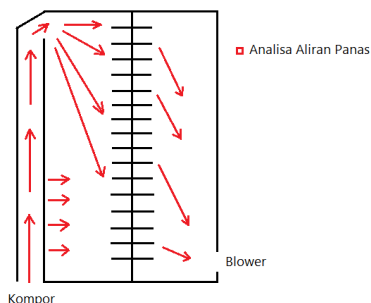


Gambar 2. Irisan singkong



Gambar 3. Pembagian posisi loyang

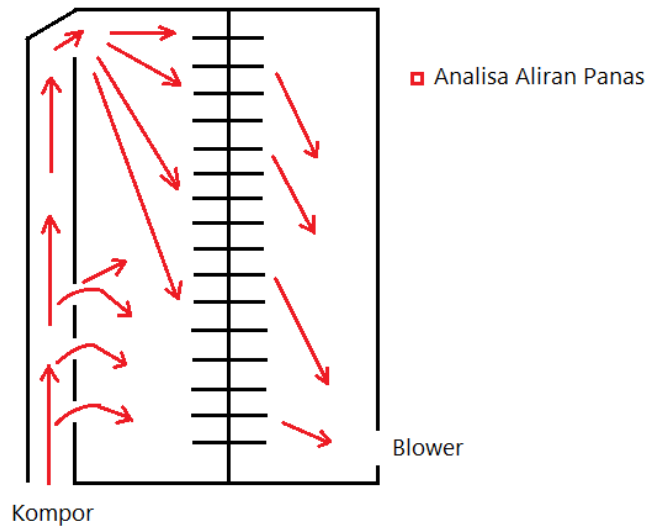
3.1. Optimasi distribusi temperatur dengan satu lubang input panas



Gambar 4. Analisis distribusi temperatur satu

Analisa menggunakan jenis variabel ini adalah loyang bagian atas akan terkena panas dari lubang input, dan panas dari lubang input juga menjangkau loyang bagian tengah akibat hisapan blower. Kemudian loyang bagian bawah akan terkena panas yang dihasilkan oleh plat. Pada eksperimen ini hasil pengujian dianalisis secara visual dengan membandingkan singkong yang berada di loyang atas, tengah, dan bawah. Hasil yang didapat adalah distribusi mesin pengering dengan menggunakan satu lubang input belum merata. Kadar air singkong yang berada di loyang posisi atas cenderung lebih cepat berkurang, dan kadar air singkong pada loyang posisi bawah hanya berkurang sedikit [12 – 13].

3.2. Optimasi distribusi temperatur dengan menggunakan 4 lubang input panas

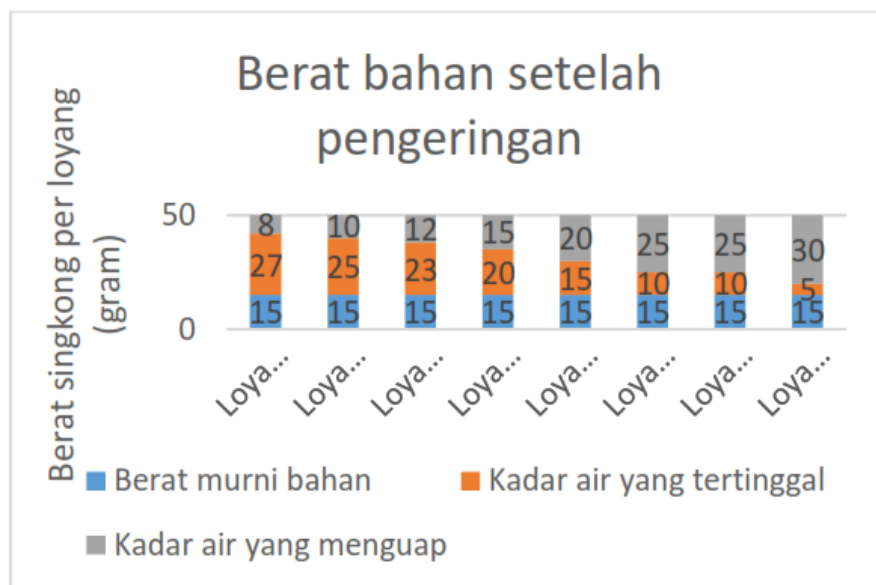


Gambar 5. Analisis didtribusi panas dengan

Analisa penambahan 3 lubang input panas di bagian bawah yaitu untuk menambah kapasitas panas pada loyang bagian bawah dan tengah. Karena panas yang dihasilkan dari plat tidak besar. Pengujian ini menggunakan 8 loyang dengan hasil seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian dengan 4 lubang input panas

No	Posisi Loyang	Massa singkong sebelum pengeringan (gram)	Massa singkong sesudah pengeringan (gram)	Kadar air yang menguap (gram)	Presntase kadar air yang berkurang (%)
1	Loyang 15	50	30	30	85.71
2	Loyang 13	50	25	25	71.42
3	Loyang 11	50	25	25	71.42
4	Loyang 9	50	30	20	57.14
5	Loyang 7	50	35	15	42.85
6	Loyang 5	50	38	12	34.28
7	Loyang 3	50	40	10	28.57
8	Loyang 1	50	42	8	28.85



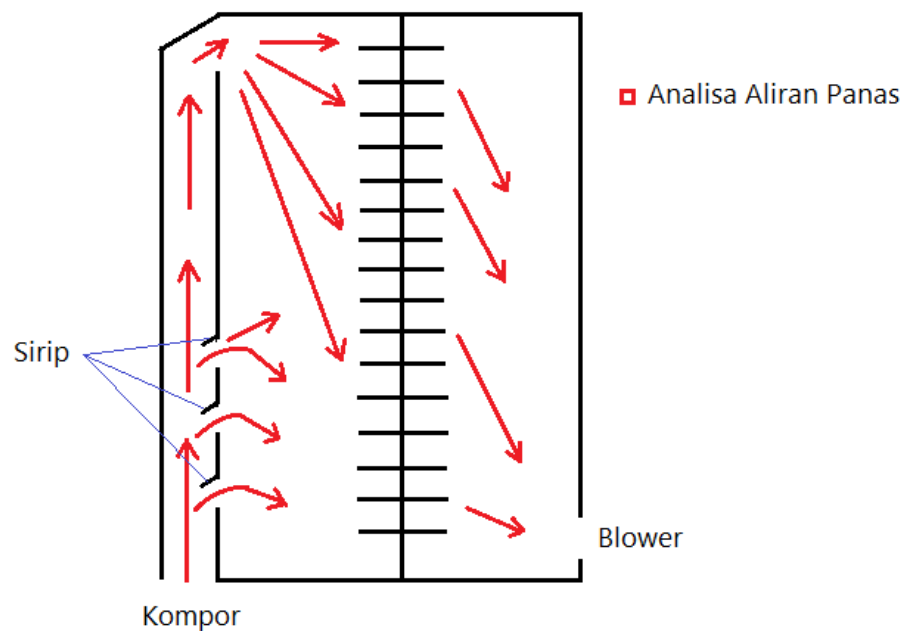
Gambar 6. Grafik persentase hasil uji coba dengan 4

Berdasarkan hasil pengujian, variasi penambahan lubang input menjadi 4 lubang belum terlalu mempengaruhi distribusi panas yang merata, karena perbandingan penguapan kadar air bahan yang tidak merata pada loyang 1-15. Persentase penguapan paling rendah terletak pada loyang 1 (loyang paling bawah) dan persentase penguapan kadar air bahan terletak pada loyang 15 (loyang paling atas). Selisih maksimum persentase penguapan kadar air pada tiap loyang adalah 62,85 %. Dari hasil eksperimen menggunakan 4 lubang input distribusi temperature belum optimal, karena tingkat kering bahan belum seragam [14].

3.3. Optimasi temperatur dengan menggunakan 4 lubang input dan penambahan sirip pada lubang input panas



Gambar 7. Penambahan sirip pada lubang input

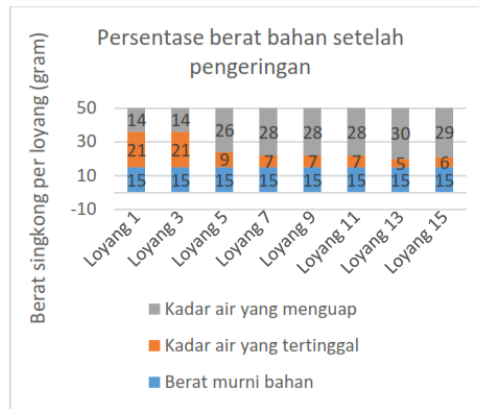


Gambar 8. Analisis distribusi temperatur dengan

Analisis dalam penggunaan sirip pada lubang input adalah untuk menangkap panas dan menambah kapasitas panas di bagian bawah dan bagian tengah dengan mengurangi kapasitas panas di bagian atas.

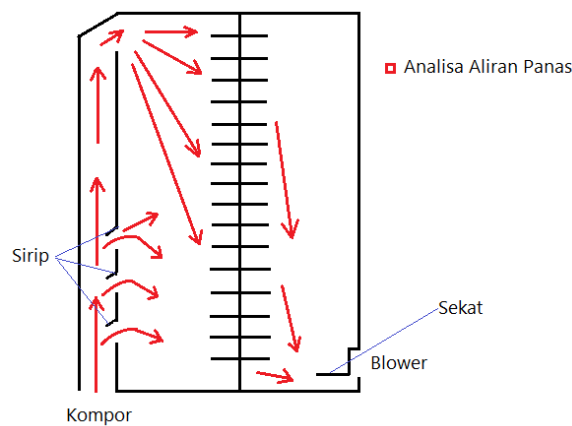
Tabel 2. Hasil uji coba dengan penambahan sirip

No	Posisi Loyang	Massa singkong sebelum pengeringan (gram)	Massa singkong sesudah pengeringan (gram)	Kadar air yang menguap (gram)	Presntase kadar air yang berkurang (%)
1	Loyang 15	50	21	29	82.85
2	Loyang 13	50	20	30	85.71
3	Loyang 11	50	22	28	80.00
4	Loyang 9	50	22	28	80.00
5	Loyang 7	50	22	28	80.00
6	Loyang 5	50	24	26	74.28
7	Loyang 3	50	36	14	40.00
8	Loyang 1	50	36	14	40.00



Gambar 9. Grafik persentase hasil pengujian

3.4. Optimasi temperatur dengan menggunakan penambahan sirip dan sekat pada output blower



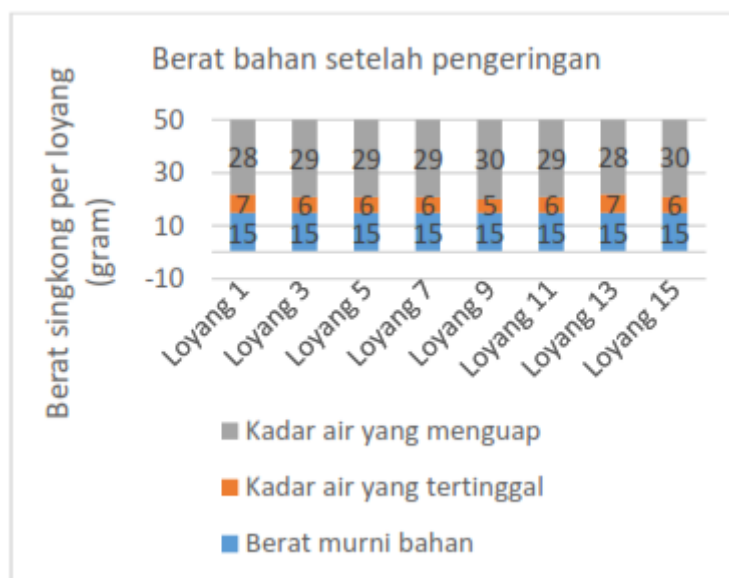
Gambar 10. Analisis distribusi temperatur dengan

Analisis penggunaan sekat adalah agar letak titik serap blower terletak di bagian paling bawah, sehingga loyang bagian paling bawah terdistribusi panas.

Tabel 3. Hasil pengujian dengan penambahan sirip lubang input dan sekat output blower

No	Posisi Loyang	Massa singkong sebelum pengeringan (gram)	Massa singkong sesudah pengeringan (gram)	Kadar air yang menguap (gram)	Persentase kadar air yang berkurang (%)
1	Loyang 15	50	20	30	85.71
2	Loyang 13	50	22	28	80.00
3	Loyang 11	50	21	29	82.85
4	Loyang 9	50	20	30	85.71
5	Loyang 7	50	21	29	82.85
6	Loyang 5	50	21	29	82.85
7	Loyang 3	50	21	29	82.85
8	Loyang 1	50	22	28	80.00

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan 4 lubang input dan penambahan sirip, distribusi panas pada ruangan sudah merata, akan tetapi loyang di bagian bawah belum optimal. Penguapan kadar air paling rendah terletak di loyang 1-3 yaitu sebesar 40%, sedangkan penguapan kadarair tertinggi terletak pada loyang 13 sebesar 85,71%. Selisih penguapan kadar air maksimum tiap loyang adalah 45,71%. Dari hasil eksperimen menggunakan 4 lubang input dan menggunakan sirip dapat disimpulkan belum optimal, karena terdapat 2 loyang paling bawah belum seragam dengan posisi loyang di bagian atas.



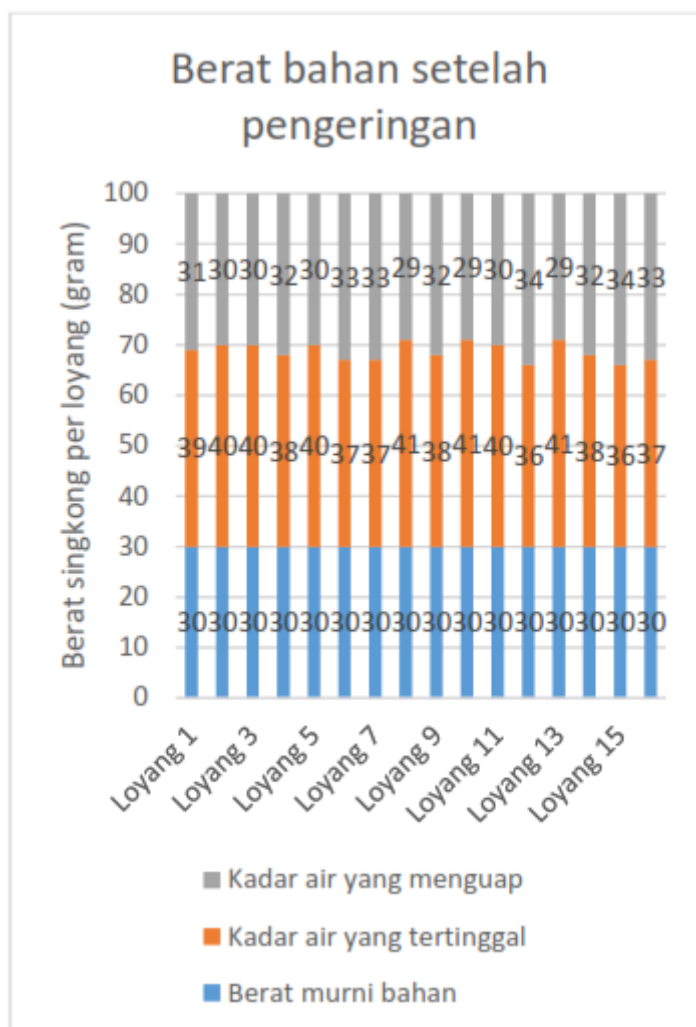
Gambar 11. Grafik persentase hasil pengujian dengan penambahan sirip lubang input dan sekat lubang output blower

Dari hasil pengujian dengan penambahan sekat lubang output pada blower menunjukkan bahwa distribusi panas di dalam ruang pengeringan sudah merata, kandungan air bahan tiap loyang berkurang kisaran 27-30 gram dalam 45 menit pengeringan dengan rata-rata 82,85% kadar air yang menguap. Selisih maksimum persentase pengeringan pada tiap loyang adalah 5,71 %. Dari hasil eksperimen mesin pengering menggunakan 4 lubang input, sirip pada lubang input, dan sekat pada output blower sudah optimal, karena pengeringan bahan makanan pada loyang bawah sampai loyang atas sudah kering seragam [15].

3.5. Pengujian dengan menggunakan 16 loyang (4 lubang input, dengan sirip, dan sekat pada blower)

Tabel 4. Pengujian dengan menggunakan 16 loyang (4 lubang input, dengan sirip, dan sekat pada blower)

No	Posisi Loyang	Massa singkong sebelum pengeringan (gram)	Massa singkong sesudah pengeringan (gram)	Kadar air yang menguap (gram)	Persentase kadar air yang berkurang (%)
1	Loyang 16	100	67	33	47.14
2	Loyang 15	100	66	34	48.57
3	Loyang 14	100	68	32	45.71
4	Loyang 13	100	71	29	41.42
5	Loyang 12	100	66	34	48.57
6	Loyang 11	100	70	30	42.85
7	Loyang 10	100	71	29	41.41
8	Loyang 9	100	68	32	45.71
9	Loyang 8	100	71	29	41.42
10	Loyang 7	100	67	23	47.14
11	Loyang 6	100	67	33	47.14
12	Loyang 5	100	70	30	42.82
13	Loyang 4	100	68	32	75.71
14	Loyang 3	100	70	30	42.85
15	Loyang 2	100	70	30	42.85
16	Loyang 1	100	69	31	11.25



Gambar 12. Grafik Persentase berat singkong setelah pengujian dengan 16 loyang

Berdasarkan eksperimen 16 loyang dengan berat masing-masing 100 gram, dalam waktu 45 menit rata-rata kadar air yang menguap adalah 44,72 %. Penguapan kadar air paling rendah terletak pada loyang 8, 10, dan 13 dengan persentase penguapan 41,42 %, sedangkan persentase penguapan kadar air tertinggi terletak pada loyang 12 dan 15 dengan persentase 48,57 %. Selisih maksimum persentase penguapan kadar air tiap loyang adalah 7,15 %.

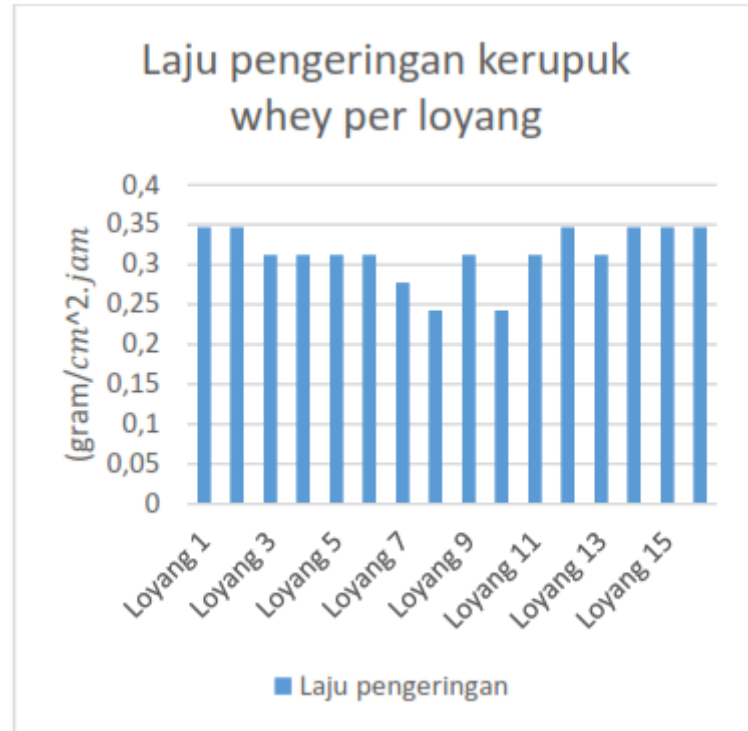
3.6. Pengujian dengan menggunakan 16 loyang (4 lubang input, dengan sirip, dan sekat pada blower)

Diameter kerupuk : 7 cm
 Kadar air : 50 %
 Luas permukaan kerupuk : 76,93
 Waktu pengujian : 45 menit
 Katup kompor : 40°
 Jumlah kerupuk per Loyang : 4 pcs

Tabel 5. Hasil pengujian pengeringan kerupuk whey

No	Posisi Loyang	Massa singkong sebelum pengeringan (gram)	Massa singkong sesudah pengeringan (gram)	Kadar air yang menguap (gram)	Persentase kadar air yang berkurang (%)	Laju pengeringan (gr/cm ² .jam)
1	Loyang 16	24	14	10	83.33	0.3446
2	Loyang 15	25	15	10	80.00	0.3446
3	Loyang 14	25	15	10	80.00	0.3446
4	Loyang 13	23	14	9	78.26	0.3119
5	Loyang 12	25	15	10	80.00	0.3466
6	Loyang 11	26	17	9	69.23	0.3119
7	Loyang 10	23	16	7	60.86	0.2426
8	Loyang 9	26	17	9	69.23	0.3119
9	Loyang 8	23	16	7	60.68	0.2426
10	Loyang 7	24	16	8	66.66	0.2772
11	Loyang 6	24	15	9	75.00	0.3119

12	Loyang 5	23	14	9	78.26	0.3119
13	Loyang 4	24	15	9	75.00	0.3119
14	Loyang 3	26	17	9	69.23	0.3119
15	Loyang 2	29	19	10	68.96	0.3466
16	Loyang 1	27	17	10	74.07	0.3466



Gambar 14. Grafik laju pengeringan kerupuk whey

Berdasarkan pengujian bahan makanan kerupuk whey, mesin pengering cukup efektif dengan 16 loyang dan penguapan kadar air berkurang sekitar 60-83 % dalam waktu 45 menit. Laju pengeringan paling minimum terdapat pada loyang 8 dan loyang 10 dengan laju pengeringan 0,2426 gram/ . Sedangkan laju pengeringan maksimum terdapat pada loyang 1, 2, 12, 14, 15, dan 16 dengan laju pengeringan sebesar 0,3466 gram/ . Selisih maksimum laju pengeringan tiap loyang adalah 0,104 gram/cm².jam.

3.7. Pengecekan temperatur pada tiap titik ruangan pengeringan



Gambar 15. Titik pengecekan temperatur saat mesin pengering bekerja

No	Titik pengecekan temperature	Hasil Pengecekan Temperatur (°C)
1	Titik 1	74 – 78
2	Titik 2	74 – 78
3	Titik 3	70 – 76
4	Titik 4	70 – 75

5	Titik 5	70 – 75
6	Titik 6	70 – 78
7	Titik 7	70 – 78
8	Titik 8	70 – 76
9	Titik 9	68 – 76

Uji coba produksi menggunakan mesin pengering makanan sebagai alat pengering kerupuk whey di salah satu UMKM Yogyakarta yaitu di “Rumah Keju Jogja”. Uji coba produksi menggunakan 1 kg kerupuk whey yang dibagi rata ke 16 loyang pada mesin pengering. Uji coba dilakukan selama 40 menit nyala kompor, kemudian 5 menit sejak kompor dimatikan sampai suhu pada ruangan menurun. Dari pengujian tersebut kerupuk sudah kering sekitar 85% dan harus didiamkan selama sekitar 30 menit sampai kering sempurna. Pengeringan 1 kg kerupuk basah didapatkan 0,5 kg kerupuk kering.

Dari hasil uji coba ini tidak ada kerusakan pada produk kerupuk whey tersebut, hanya terjadi sedikit perbedaan pada tekstur kerupuk jika dibandingkan dengan kerupuk hasil pengeringan dengan terik matahari. Setelah melalui proses goreng tekstur kerupuk dengan menggunakan mesin pengering cenderung lebih rapat dibandingkan kerupuk dengan pengeringan matahari. Akan tetapi hal tersebut tidak mengurangi kualitas produk [16 – 17].

Metode pengeringan yang dilakukan oleh Rumah Keju Jogja adalah dengan menggunakan terik matahari dengan lahan penjemuran maksimum adalah 0,5 kg kerupuk. Penjemuran dilakukan selama satu hari jika cuaca panas. Mesin pengering ini dapat menghasilkan kerupuk whey kering sekitar 1 kg dalam waktu kurang lebih 2 jam. Jika dihitung satu hari adalah 6 jam kerja, maka mesin pengering dapat mengeringkan 3 kg kerupuk whey per hari. Dari kasus tersebut, maka mesin pengering dapat meningkatkan produktifitas produksi sampai 6 kali lipat per hari. Konsumsi bahan bakar adalah 185 gram gas elpiji per 40 menit produksi, dari data tersebut jika menggunakan gas elpiji 3 kg dapat digunakan 16 kali produksi. Harga gas elpiji 3 kg saat ini (30 Desember 2021) adalah Rp22.000, maka pada setiap produksi membutuhkan penambahan cost sekitar Rp1.400 untuk menghasilkan 0,5 kg produk kerupuk kering.

4. Kesimpulan

Dari pembahasan mengenai optimasi distribusi temperatur pada mesin pengering makanan dalam penelitian ini, maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

- Mesin pengering menggunakan jenis perpindahan panas konveksi paksa (forced convection) karena pergerakan panas dihisap oleh blower untuk menguapkan kadar air pada bahan makanan.
- Mesin pengering makanan dengan jenis vertikal dapat bekerja dengan baik, temperatur pada ruangan pengeringan dapat terdistribusi secara merata.
- Distribusi temperatur didapatkan secara optimal adalah dengan menggunakan 4 lubang input panas, menggunakan sirip pada lubang input panas, dan sekat pada lubang output pada blower, hasil yang didapatkan adalah 80-85% kadar air (pengujian 8 loyang) dan 41-48% kadar air (pengujian 16 loyang) pada singkong yang menguap dalam waktu 45 menit.
- Pada pengujian pengeringan dengan bahan singkong selisih maksimum persentase pengeringan pada tiap loyang adalah 5,71% (pengujian 8 loyang) dan 7,15% (pengujian 16 loyang), sedangkan pada pengujian pengeringan kerupuk whey selisih maksimum laju pengeringan tiap loyang adalah 0,104 gram/ .
- Pembuatan mesin pengering makanan mampu meningkatkan produktifitas produk kerupuk whey di UMKM Rumah keju jogja sampai 6 kali lipat dari produksi sebelumnya yang mengandalkan terik matahari, yaitu dari ¼ kg - ½ kg per hari menjadi 3 kg perhari.

Daftar Pustaka

- Niode, I. Y. (2009). Profil, Masalah, dan Pemberdayaan sektor UMKM di Indonesia. *Jurnal Kajian ekonomi dan Bisnis* . 15
- Angga Riansyah, Agus Supriadi, Rodiana Nopianti. (2013). Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster Pectoralis*) Dengan Menggunakan Oven. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Indaralaya Ogan Ilir*, 55.
- Bambang Setyoko, Ireng Sigit Atmanto. (2013). Modifikasi Mesin Pengering Ikan Dengan Menggunakan Sistem Rotary. *Jurnal Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 56-59. .
- Beni. (2021, Agustus 21). Pengertian Kadar Air. Retrieved from Mallarsgroups Pertanian: mallardsgroups.com/kadar-air/
- Boediyanto, Sugiyanto, Eko Edy Susanto. (2017). Pengeringan Bahan Makanan dengan Peralatan Pengering Berbahan Bakar Gas Elpiji. *Jurnal FlyWheel Volume 8 Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang*, 42.
- Erni Junita Sinaga, Anis Artiyani, Erni Yulianti, Harimbi Setyawati. (2020). Penerapan Alat Pengering Rengginang Di Desa Tirtomarto Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang*, 34-35.
- Fatonah. (2000). Studi Pemanfaatan Efek Rumah Kaca Dalam Pengeringan Benih Kacang Panjang (*Vigna Unguiculata*). Skripsi. Jurusan BudidayaPertanian. IPB Bogor.
- Feriyanto. (2014, Agustus 1). Macam-Macam Alat pengering (Dryer). Retrieved from Sains, Teknologi dan Ekonomi Bisnis: <https://www.caesarvery.com/2014/08/macam-macam-alat-pengering-dryer.html?m=1>
- Joko Nugroho W.K, Primawati Y.F, Nursigit Bintoro. (2012). PROSES PENGERINGAN SINGKONG (*Manihot esculenta crantz*) PARUT DENGAN MENGGUNAKAN PNEUMATIK DRYER. *Prosiding Semonar Nasional Perteta (Jurnal Teknik Pertanian FTP UGM)*, 1.

- [10] Dagri, L. O. (2018). Perancangan Mesin Pengering Sagu Rotary Dryer Dengan Metode Quality Function Deployment (Sebagai Bagian Dari Rekayasa Proses Bisnis). Karya Ilmiah Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- [11] Kencanawati. (2017). Proses Permesinan. Modul Buku Ajar Teknik Permesinan.
- [12] Buchori, L. (2004). Perpindahan Panas. Buku Ajar Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 2.
- [13] Frank Kreith, A. P. (1994). Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas. Jakarta: Erlangga.
- [14] Muh. Arhamsyah, Husain Syam, Jamaludin. (2018). Modifikasi Mesin Pengering Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari Elemen Pemanas Listrik. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian Universitas Negeri Makassar, 196-207.
- [15] Muh Amin, Muhammad Sabri. (2017). Penggunaan Alat Pengering Untuk Mensuplay Bahan Baku Produksi Kripik Jagung di Grobogan. Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [16] Hariyadi, T. (2018). Pengaruh Suhu Operasi Terhadap Penentuan Karakteristik Pengeringan Busa Sari Buah Tomat Menggunakan Tray Dryer. Jurnal Rekayasa Proses Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung, 104-113.
- [17] Ilyas Rochani, W. (2019). Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi. Jurnal Teknik Energi Vol.15 No.2.