

Pengaruh Variasi Rpm Kipas terhadap Laju Pengeringan pada Mesin Heat Vacuum Dryer Berkapasitas 50 Kg dengan Beban Buah Strawberry

Alvian Vebrianto¹, Sibut¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Heat Vacuum Dryer
Laju pengeringan
Variasi RPM kipas
Kadar air
Strawberry

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis, yang membuat cuaca tidak menentu. Kondisi cuaca yang tidak menentu terutama saat musim hujan akan mengakibatkan proses pengeringan alami berlangsung tidak optimal, menjadikan hasil pertanian rusak karena lembabnya udara. Penelitian ini mengkaji penggunaan mesin Heat Vacuum Dryer untuk mengeringkan buah strawberry, dengan fokus pada pengaruh variasi RPM kipas terhadap kadar air yang teruapkan dan laju pengeringan. Strawberry dipilih karena nilai ekonominya yang tinggi namun rentan terhadap kerusakan akibat kadar air tinggi (89,9%). Metode pengeringan mekanis diperlukan untuk mengatasi keterbatasan pengeringan alami yang bergantung pada cuaca. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan penggunaan kipas pada 2000 RPM dan 4000 RPM. Hasil menunjukkan bahwa RPM 2000 memberikan kinerja lebih baik, dengan rata-rata kadar air yang teruapkan 19,86% dan laju pengeringan 3,97%, dibandingkan RPM 4000 yang menghasilkan kadar air yang teruapkan 17,29% dan laju pengeringan 3,46%. Penelitian menyimpulkan bahwa RPM kipas perlu disesuaikan dengan kapasitas pemanas untuk mengoptimalkan suhu ruang pengering dan efektivitas proses. Peningkatan RPM meningkatkan volume dan distribusi udara panas, namun harus diimbangi dengan kapasitas pemanas yang memadai untuk hasil optimal.

* **Corresponding author:**
Alvian Vebrianto (email: alvianvebrianto123@gmail.com)

Diterima: 9 September 2024

Disetujui: 22 September 2024

Dipublikasikan: 31 Oktober 2024

1 Pendahuluan

Pada saat ini kebutuhan pangan merupakan kebutuhan pokok yang setiap tahunnya meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh kepadatan penduduk yang ada di Indonesia. Seiring berkembangnya teknologi masyarakat pun menjadi selektif terhadap apa yang akan dikonsumsi, tidak hanya mempertimbangkan rasanya yang lezat namun juga kandungan gizi serta berbagai unsur lain.

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis, yang membuat cuaca tidak menentu. Kondisi cuaca yang tidak menentu terutama saat musim hujan akan mengakibatkan proses pengeringan alami berlangsung tidak optimal, menjadikan hasil pertanian rusak karena lembabnya udara. Mencegah kerugian yang dialami para petani, maka pengeringan padi menjadi hal yang penting agar selanjutnya dapat diolah menjadi beras. Pengeringan dilakukan untuk mencegah perkecambahan biji, mempertahankan kualitas bijian, dan mencapai level kadar air dimana tidak memungkinkan bakteri dan jamur berkembang [1]. Bahan pangan juga dapat disimpan lebih tahan lama sehingga penjualan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasar [2].

Pengeringan cara alami sudah kurang praktis lagi bilamana bahan yang dikeringkan dalam jumlah banyak, dimana untuk mencapai kadar air yang diinginkan memerlukan waktu yang relatif lama, tenaga kerja yang banyak dan tempat luas, serta keadaan iklim yang tidak menentu dapat menimbulkan kesukaran- kesukaran dalam penjemuran. Sistem pengeringan buatan diperlukan sebagai alternatif untuk mengatasi hal tersebut [3].

spin dry pad adalah salah satunya, mesin putar pengering padi dengan memanfaatkan udara panas dari elemen pemanas listrik [4]. Namun, alat ini memiliki kekurangan pada sirkulasi udara panas dan uap air sehingga menghambat laju pengeringan.

Strawberry adalah buah yang mengandung banyak zat gizi dan senyawa bioaktif, diantaranya senyawa fenolik, vitamin C, flavonoid, dan ellagic acid [5]. Strawberry salah satu komoditas buah - buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan pangsa pasar yang baik, karena strawberry dapat dikonsumsi dalam bentuk buah segar ataupun yang diolah dalam bentuk sirup, jam, stup dan produk pengembangan lainnya. Strawberry akan dikembangkan menjadi produk pangan terbaru untuk meningkatkan masa simpan produk dengan mempertahankan nilai gizi yang ada didalam buah strawberry . Strawberry salah satu komoditas buah - buahan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memiliki pasar yang baik, karena strawberry dapat dikonsumsi dalam bentuk buah segar ataupun yang diolah dalam bentuk sirup, jam, stup dan produk pengembangan lainnya. Strawberry akan dikembangkan menjadi produk pangan terbaru untuk meningkatkan masa simpan produk dengan mempertahankan nilai gizi yang ada didalam buah strawberry [6].

Suhu kritis stroberi pada suhu 36 – 38°C [7]. Kerusakan buah stroberi pada suhu kritis ini berupa pelunakan, benyek dan busuk. Dari pengamatan suhu 10 °C dan 30 °C masuk ke dalam kategori aman untuk stroberi sedangkan untuk suhu 45 °C sudah melewati suhu kritis stroberi. Persyaratan atau standar kadar air buah kering sangat beragam. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3710-1995) mempersyaratkan kadar air buah kering secara umum maksimum 31% b/b [8].

Strawberry merupakan buah yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, namun juga mudah mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan oleh tekstur buah yang lembut dan tidak memiliki serat sehingga sangat sensitif terhadap gesekan fisik, suhu, dan sinar. Selain itu, strawberry memiliki kadar air tinggi (89, 9 %) sehingga mikroorganisme akan tumbuh dengan cepat. Laju respirasi stroberi sangat tinggi yaitu 20 - 40 mg CO₂/kg/jam proporsional dengan laju kerusakan buah [9].

Pengeringan yang baik adalah pengeringan yang bisa memberikan efek yang minimal terhadap perubahan fisik seperti pengerutan (shrinkage), pengembangan (puffing), kristalisasi, bentuk transisi glass (glass transition) [10].

Berdasarkan permasalahan yang dijabarkan diatas, memberikan pemikiran untuk merancang mesin pengering yang menggunakan elemen pemanas dan dibantu dengan kipas untuk mendistribusikan udara panas dari elemen pemanas tersebut ke chamber – chamber atau rak yang diisi oleh berbagai bahan makanan yang akan dikeringkan. Guna agar membantu untuk kebutuhan para petani serta nelayan untuk mengurangi gagal produksi dari hasil panennya yang disebabkan oleh cuaca yang tidak menentu.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, karena menggunakan model analisis statistik untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan. Dengan demikian, pada kesimpulan akhir dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh jumlah RPM pada kipas terhadap laju pengeringan. Hasil penelitian ini nantinya dapat dijadikan dasar untuk memberikan saran atau rekomendasi. Metode yang digunakan adalah kuantitatif komparatif. Penelitian ini menerapkan pendekatan komparatif untuk membandingkan laju pengeringan pada mesin Heat Vacuum Dryer dengan variasi RPM pada kipasnya.

Kelompok	Objek	Perlakuan	Hasil
Eksperimen 1	A	X1	Y1
Eksperimen 2	A	X2	Y2

Keterangan tabel desain penelitian sebagai berikut :

A : Buah Strawberry

X1,X2 : Rpm yang digunakan kipas

Y1,Y2 : Hasil pengukuran laju pengeringan

Kecepatan pengeringan suatu bahan diukur dengan banyaknya air yang dapat dipindahkan atau diuapkan dalam setiap satuan waktu pengeringan [11]. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode pengeringan oven dengan menggunakan rumus sebagai berikut [12] :

$$X = \frac{(b.cawan + b.sampel) - (b.cawan + b.sampel \text{ setelah dikeringkan})}{berat \text{ bersih}} \times 100\%$$

Perubahan jumlah kandungan udara yang terkandung dalam bahan yang akan digunakan dalam setiap satuan berat dan waktu disebut sebagai laju pengeringan. Semakin rendah kadar air suatu bahan pangan maka semakin lambat laju penurunan kadar airnya [13]. Laju ada data analisis laju pengeringan didapat rumus sebagai berikut [14]:

$$L = \frac{M_1 - M_2}{t}$$

Keterangan :

- L = Laju pengeringan per jam (%/jam)
 M1 = Kadar air rata – rata strawberry sebelum dikeringkan (%)
 M2 = Kadar air rata – rata strawberry sesudah dikeringkan (%)
 T = Waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar air (jam)

Teknik Pengumpulan Data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data hasil pengujian RPM kipas terhadap laju pengeringan pada mesin pemanas.

Tabel 1 Kadar Air

Rak	0 menit/gr	60 menit/gr	120 menit/gr	180 menit/gr	240 menit/gr	300 menit/gr	Kadar Air Strawberry yang Teruapkan
1							
2							
3							
4							
5							
Rata – rata							

Tabel 2 Laju Pengeringan

Rak	Waktu (jam)	Kadar Air Awal (%)	Kadar Air Akhir (%)	Laju Pengeringan (%/jam)
1				
2				
3				
4				
5				
Rata – rata				

Tahap selanjutnya adalah tahap analisis data, yang merupakan proses sistematis untuk mengeksplorasi, menghitung, atau memproses seluruh data yang diperoleh dari penelitian. Analisis ini dilakukan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, dengan tujuan untuk mendapatkan pemahaman tentang pengaruh perbedaan jumlah RPM pada kipas terhadap laju pengeringan.

Berdasarkan permasalahan yang diformulasikan dalam hipotesis penelitian, teknik analisis data yang digunakan adalah metode statistik menggunakan Uji T. Uji T dipilih karena memungkinkan perbandingan antara dua variabel bebas. Tujuan dari pengujian hipotesis ini adalah untuk menilai pengaruh perbedaan jumlah RPM kipas terhadap laju pengeringan pada mesin pemanas.

Bahwa analisis data melibatkan penerapan teknik statistik dan rumus untuk mengolah hasil penelitian secara sistematis sesuai dengan prosedur yang dipilih oleh peneliti [15]. Dalam penelitian ini, analisis data menggunakan teknik statistik uji T dengan tipe paired samples t-test, yang melibatkan pengujian perbedaan antara dua sampel yang berpasangan. Uji ini memerlukan uji prasyarat normalitas. Subyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah kipas mobil Kijang, yang merupakan subjek yang sama tetapi mengalami perlakuan yang berbeda.

Tahap Pengujian Sesudah melakukan persiapan, maka selanjutnya melakukan pengujian dan pengambilan data dengan langkah berikut :

- Menyiapkan mesin Heat Vacuum Dryer dan objek yang akan dikeringkan.
- Timbang berat awal objek dengan alat ukur timbangan digital.
- Menghidupkan mesin Heat Vacuum Dryer sampai mencapai suhu yang diinginkan (pre-heat).
- Kondisikan kipas pada rpm yang sudah ditentukan dengan suhu pada ruangan pengering 30°C. Lalu ambil data dengan waktu 5 jam.
- Catat hasil pengukuran yang terdapat di tachometer dan timbangan digital kedalam lembar observasi. f. Matikan mesin, lalu mulai kembali pengujian sebanyak 2 kali dengan variasi putaran mesin ± 2000 dan ± 4000 rpm

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Kadar Air

Bagian ini menyajikan hasil penelitian pengeringan dengan mesin *heat vacuum dryer* dengan beban buah *strawberry*. Hasil penelitian kadar air didapat dengan hasil :

Tabel 3 Pengujian beban dengan menggunakan 2000 rpm

Rak	0 menit/gr	60 menit/gr	120 menit/gr	180 menit/gr	240 menit/gr	300 menit/gr	Kadar Air Strawberry yang Teruapkan
1	100	96,1	92,2	88,1	84	79,8	20,2
2	100	96,14	92,3	88,41	84,3	79,9	20
3	100	96,2	92,3	88,3	84,4	80,3	19,7
4	100	96,24	92,33	88,37	84,41	80,32	19,68
5	100	96,32	92,42	88,5	84,4	80,4	19,6
Rata – rata							19,86

Tabel 4 Kadar air setiap jam yang teruap dengan menggunakan 2000 rpm

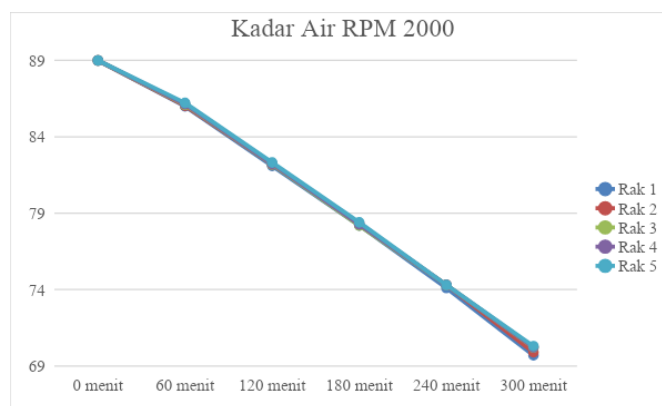
Rak	0 menit	60 menit	120 menit	180 menit	240 menit	300 menit
1	89,9	86	82,1	78,2	74,1	69,7
2	89,9	86,04	82,2	78,31	74,3	69,9
3	89,9	86,1	82,2	78,2	74,3	70,2
4	89,9	86,14	82,23	78,27	74,31	70,22
5	89,9	86,22	82,32	78,4	74,3	70,3

Tabel 5 Pengujian beban dengan menggunakan 4000 rpm

Rak	0 menit/gr	60 menit/gr	120 menit/gr	180 menit/gr	240 menit/gr	300 menit/gr	Kadar Air Strawberry yang Teruapkan
1	100	96,4	93	89,4	85,8	82,24	17,76
2	100	96,48	92,96	89,44	85,93	82,43	17,57
3	100	96,53	93,06	89,6	86,16	82,71	17,29
4	100	96,59	93,17	89,77	86,36	82,93	17,07
5	100	96,64	93,28	89,94	86,61	83,25	16,75

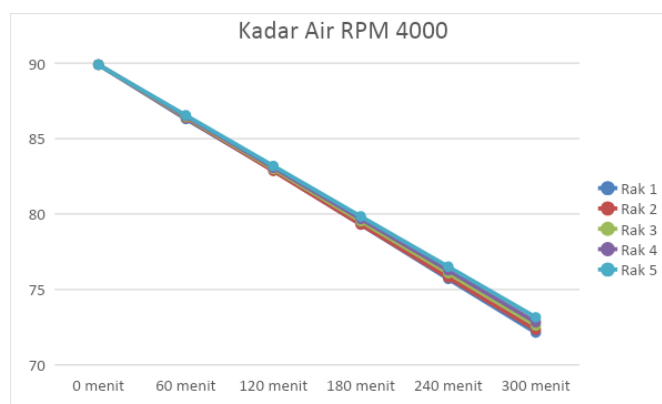
Tabel 6 Kadar air setiap jam yang teruap dengan menggunakan 4000 rpm

Rak	0 menit	60 menit	120 menit	180 menit	240 menit	300 menit
1	89,9	86,3	82,9	79,3	75,7	72,14
2	89,9	86,38	82,86	79,3	75,79	72,33
3	89,9	86,43	82,98	79,52	76,08	72,61
4	89,9	86,49	83,07	79,67	76,27	72,83
5	89,9	86,53	83,18	79,84	76,51	73,15



Gambar 1 grafik kadar air dengan 2000 rpm

Pada gambar 1 menunjukkan hasil kadar air *strawberry* yang teruapkan menggunakan kipas pada 2000 rpm, suhu 30° dan dilakukan selama 5 jam mengalami penurunan yang cukup signifikan. Akan tetapi hasil pada setiap rak berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh letak pemanas yang berada di bawah, yang mengakibatkan loyang yang berada di bawah sendiri akan lebih cepat panas dari pada loyang yang berada di atas. Namun perbedaannya tidak jauh, hanya berkisar 0,4 gram. Pada rak pertama, kadar air awal *strawberry* 89,9%. Berkurang sebesar 20,2% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 79,8 gram. Kemudian pada rak kedua kadar air *strawberry* berkurang sebesar 20% dengan berat *strawberry* yang awalnya 100 gram menjadi 79,9 gram. Lalu pada rak ketiga kadar air *strawberry* yang teruapkan sebesar 19,7% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 80,3 gram. Pada rak keempat kadar air *strawberry* berkurang sebesar 19,68% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 80,32 gram. Untuk rak kelima kadar air *strawberry* berkurang sebesar 19,6% dengan berat awal 100 gram menjadi 80,4 gram. Pada pengujian mesin *Heat Vacuum Dryer* menggunakan RPM 2000 dengan produk yang dikeringkan berupa *strawberry* didapatkan hasil paling maksimal pada rak 1.



Gambar 2 grafik kadar air dengan 4000 rpm

Pada gambar 2 menunjukkan hasil kadar air ikan yang teruapkan menggunakan kipas pada 4000 rpm, suhu 30° dan dilakukan selama 5 jam mengalami penurunan yang kurang signifikan. Hal ini disebabkan oleh putaran RPM pada kipas yang terlalu tinggi dan mengakibatkan penurunan suhu pada pemanas dengan cepat. Hasil pada

setiap rak pun juga berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh letak pemanas yang berada di bawah, yang mengakibatkan loyang yang berada di bawah sendiri akan lebih cepat panas dari pada loyang yang berada di atas. Pada rak pertama, kadar air awal *strawberry* 89,9%. Berkurang sebesar 17,76% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 82,24 gram. Kemudian pada rak kedua kadar air *strawberry* berkurang sebesar 17,57% dengan berat *strawberry* yang awalnya 100 gram menjadi 82,43 gram. Lalu pada rak ketiga kadar air *strawberry* yang teruapkan sebesar 17,29% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 82,71 gram. Pada rak keempat kadar air *strawberry* berkurang sebesar 17,07% dengan berat awal *strawberry* 100 gram menjadi 82,93 gram. Untuk rak kelima kadar air *strawberry* berkurang sebesar 16,75% dengan berat awal 100 gram menjadi 83,25 gram. Pada pengujian mesin *Heat Vacuum Dryer* menggunakan RPM 4000 dengan produk yang dikeringkan berupa *strawberry* didapatkan hasil paling maksimal pada rak 1.

3.2 Laju Pengeringan

Bagian ini menyajikan hasil penelitian pengeringan dengan mesin *heat vacuum dryer* dengan beban buah *strawberry*. Hasil penelitian laju pengeringan didapat dengan hasil :

Tabel 7 Laju pengeringan menggunakan 2000 rpm

Rak	Waktu (jam)	Kadar Air Awal (%)	Kadar Air Akhir (%)	Laju Pengeringan (%/jam)
1	5	89,9	69,7	4,04
2	5	89,9	69,9	4
3	5	89,9	70,2	3,94
4	5	89,9	70,22	3,94
5	5	89,9	70,3	3,92
Rata – rata				3,97

Tabel 8 Laju pengeringan menggunakan 4000 rpm

Rak	Waktu (jam)	Kadar Air Awal (%)	Kadar Air Akhir (%)	Laju Pengeringan (%/jam)
1	5	89,9	72,14	3,55
2	5	89,9	72,33	3,51
3	5	89,9	72,61	3,46
4	5	89,9	72,83	3,41
5	5	89,9	73,15	3,35
Rata – rata				3,46



Gambar 3 grafik laju pengeringan dengan 2000 rpm

Pada gambar 3 menunjukkan hasil laju pengeringan *strawberry* yang menggunakan rpm kipas 2.000 dengan suhu 30°C. Diperoleh hasil yang tidak signifikan. Pada rak pertama laju pengeringan yang didapat sebesar 4,04%, kemudian pada rak kedua laju pengeringan yang didapat sebesar 4%, Lalu pada rak ketiga memperoleh 3,94%. Pada rak keempat memperoleh hasil laju pengeringan sebesar 3,94% dan untuk rak kelima diperoleh laju

pengeringan sebesar 3,92%. Pada pengujian laju pengeringan dengan menggunakan mesin Heat Vacuum Dryer menggunakan putaran kipas dengan RPM 2000 mendapatkan hasil yang paling signifikan pada rak pertama.



Gambar 4 grafik laju pengeringan 4000 rpm

Pada gambar 4 menunjukkan hasil laju pengeringan *strawberry* yang menggunakan rpm kipas 4.000 dengan suhu 30°C. Diperoleh hasil yang tidak signifikan. Pada rak pertama laju pengeringan yang didapat sebesar 3,55%, kemudian pada rak kedua laju pengeringan yang didapat sebesar 3,51%, Lalu pada rak ketiga memperoleh 3,46%. Pada rak keempat memperoleh hasil laju pengeringan sebesar 3,41% dan untuk rak kelima diperoleh laju pengeringan sebesar 3,35%. Pada pengujian laju pengeringan dengan menggunakan mesin Heat Vacuum Dryer menggunakan putaran kipas dengan RPM 4000 mendapatkan hasil yang paling signifikan pada rak pertama.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh, setelah dilakukan perbandingan antara beberapa variasi rpm pada kipas di mesin Heat Vacuum Dryer terjadi penurunan pada kadar air dan laju pengeringan yang signifikan pada RPM 2000. Pada RPM 2000 terjadi penurunan kadar air menggunakan waktu pengujian selama 5 jam dengan rata rata per jamnya 19,86% dan memiliki laju pengeringan paling signifikan pada rak pertama sebesar 4,04%.



Gambar 5 suhu elemen pemanas 2000 rpm



Gambar 6 suhu elemen pemanas 4000 rpm

Penambahan variasi rpm berdampak dengan udara panas yang dapat disirkulasikan ke rak-rak yang berada didalam ruangan pengering dengan baik. Akan tetapi, dari hasil data diatas terlalu besar RPM juga berdampak buruk pada sistem pemanas, hal ini dapat berpengaruh pada suhu pemanas yang tidak dapat mencapai suhu yang diinginkan. Karena pemanas tersebut terlalu cepat didinginkan oleh kipas dengan RPM yang terlalu besar. Maka dari itu RPM pada kipas yang digunakan harus menyesuaikan dengan kapasitas ruangan pengering dan juga sistem pemanas tersebut.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi RPM kipas terhadap kadar air yang teruapkan serta laju pengeringan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dapat disimpulkan bahwa pada RPM 2000 kadar air yang teruapkan lebih signifikan dibandingkan menggunakan RPM 4000. Tentunya hal itu dapat mempengaruhi kadar air strawberry yang teruapkan dan laju pengeringan. Dapat dilihat pada RPM 2000 dijelaskan bahwa kadar air yang teruapkan memiliki rata-rata 19,86% dan laju pengeringan sebesar 3,97% .Kemudian pada RPM 4000 kadar air yang teruapkan memiliki rata-rata 17,29% dan laju pengeringan 3,46%.
2. Area permukaan pada rak - rak pengering yang dialiri udara panas lebih luas dan merata. Karena bertambahnya volume udara panas yang masuk pada ruangan pengering dan bertambahnya area permukaan rak pengering yang dialiri udara panas, memberi dampak pada kinerja mesin Heat Vacuum Dryer menjadi lebih optimal.

5 Referensi

- [1] Hall CW. 1970. Drying and Storage of Agricultural Crops. Westpost Connecticut (US): Avi Publishing Company Inc.
- [2] Dendang, N., Lahming., dan M,Rais. 2016. Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Bubuk Cabai Merah (*Capsium annuum* L.) dengan Menggunakan Cabinet Dryer. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, Vol. 2 No. 2 : S30-S39. UNM. Makassar.
- [3] Pratomo, M. "Teknologi Hasil Pertanian." (1970).
- [4] Adhim, M. M., Wahyudi, M., Yunansha, D., Maulida, N., & Ayu, N. I. P. (2013, December). Spin Dry-pad: Mesin Putar Pengering Padi Berbasis Sistem Otomasi Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Produktivitas Padi Ud Sumber Rejeki. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2013*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.
- [5] Inggrid, M., & Santoso, H. (2015). Aktivitas antioksidan dan senyawa bioaktif dalam buah stroberi. *Research Report-Engineering Science*, 2
- [6] Sukasih, E., & Setyadjit, S. (2019). Teknologi Penanganan Buah Segar Stroberi Untuk Mempertahankan Mutu/Fresh Handling Techniques for Strawberry to Maintain its Quality. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 38(1), 47.

- [7] Ebook Pangan (2006) suhu kritis stroberi pada suhu 36 – 38°C.
- [8] [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia: Buah Kering SNI 01-3710-1995. Jakarta
- [9] Santoso, B.B. dan B.S. Purwoko. (1986). Fisiologi dan teknologi pasca panen tanaman hortikultura. Indonesia Australia Eastern Universities Project, Bogor. 187 hlm.
- [10] Mujumdar, A. S., & Beke, J. (2003). Grain drying: basic principles. Handbook of postharvest technology: Cereals, fruits, vegetables, tea, and spices, 119-139.
- [11] Richey, C. B., Jacobson, P., & Hall, C. W. (1961). Agricultural engineers' handbook. Soil Science, 92(5), 351
- [12] Sudarmadji S, Bambang H, Suhardi. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty Yogyakarta. Yogyakarta
- [13] Dessy, M. P. T. (2016). Pengaruh Ketebalan Terhadap Kinetika Pengeringan Ubi Kayu (*Manihot Utilisima*) Menggunakan Pengering Surya Secara Tidak Langsung (Indirect Solar Dryer) dan Penjemuran Langsung (Open Sun Drying) (Doctoral dissertation).
- [14] Muh. Arhamsyah, dkk. 2018. Modifikasi Mesin Pengering dengan Memanfaatkan Udara panas dari Elemen Pemanas Listrik, Vol 4. E-ISSN : 2614-7858.
- [15] Priyatno, D. (2017). Panduan praktis olah data menggunakan SPSS. *Yogyakarta: Andi*.