



EFISIENSI TERMAL MESIN PENGERING *EGG TRAY* TIPE RAK

Retno Eka Pramitasari^{1a}, Basuki¹, Dian Anisa Rokhmah Wati¹
Mochamad Arif Irfa'i², Mohammad Munib Rosadi¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari
alamat email : retnopramitasari@unhasy.ac.id

ABSTRAK

Pengeringan merupakan salah satu proses yang bertujuan untuk mencegah terjadinya pembusukan. Namun proses pengeringan secara alami dapat memberikan hasil yang kurang optimal terutama ketika musim hujan. Ketidakpastian penggunaan energi surya memicu untuk melakukan penelitian ini. Di samping itu, waktu yang diperlukan lama dan memerlukan tempat yang luas saat proses pengeringan, maka dengan adanya penelitian ini bertujuan untuk memberikan nilai yang lebih optimal dari segi efisiensinya dengan menggunakan mesin pengering egg tray tipe rak. Dimensi lemari pengering egg tray tipe rak 500 x 500 x 900 mm dan box control. Elemen pemanas disusun secara paralel terdiri dari 3 buah elemen pemanas tubular 400 watt. Efisiensi termal yang dihasilkan pada mesin pengering egg tray tipe rak dengan nilai efisiensi termal rerata sebesar 32.18% dan nilai efisiensi termal tertinggi dihasilkan pada rak pertama mencapai 38.32%.

Kata kunci: mesin pengering, egg tray, efisiensi termal

ABSTRACT

Drying is a process that aims to prevent decay. However, the natural drying process can produce less than optimal results, especially during the rainy season. Uncertainty about the use of solar energy triggers to conduct this research. In addition, it takes a long time and requires a large area during the drying process, so this research aims to provide a more optimal value in terms of efficiency by using a rack-type egg tray drying machine. The dimensions of the shelf-type egg tray drying cabinet are 500 x 500 x 900 mm and a control box. The heating elements are arranged in parallel consisting of 3 tubular heating elements. The thermal efficiency generated in the rack type egg tray drying machine with an average thermal efficiency value of 32.18% and the highest thermal efficiency value produced on the first rack reached 38.32%

Keywords: drying machine, egg tray, thermal efficiency

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara agraris, yang mana memerlukan informasi mengenai iklim pada setiap wilayahnya [1]. Unsur iklim di antaranya berupa temperature udara, curah hujan dan kelembaban udara, terdapat dua perubahan iklim di Indonesia, yaitu musim hujan dan musim kemarau [2]. Perubahan musim memiliki pengaruh di berbagai sector, salah satunya adalah sector pertanian, yang mana musim hujan sangatlah penting *peranannya* pada saat proses tanam. Namun, terdapat sector lain yang merasa kurang diuntungkan dengan adanya musim penghujan tiba, yang mana membutuhkan sinar matahari dalam proses kegiatan produksinya. Salah satu proses yang dapat mendukung kegiatan produksi yaitu dengan proses pengeringan. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya proses penguapan air bahan ke udara[3], hal ini dikarenakan adanya perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Berdasarkan metode yang digunakan proses pengeringan dapat dilakukan secara alami maupun secara dengan proses pengeringan buatan [4]. Proses pengeringan alami biasanya dilakukan dengan cara penjemuran, yang mana hal ini bergantung pada cuaca dan pengontrolan yang sulit untuk dilakukan, serta waktu yang dibutuhkan untuk proses penjemuran terbilang cukup lama. Berbeda dengan proses pengeringan buatan, yang mana tidak bergantung pada cuaca dan mudah untuk dilakukan pengontrolan pada mesin. Proses Pengeringan egg tray di PT. Rukun Semangat Abadi menggunakan proses pengeringan alami, yakni dengan proses penjemuran dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi proses pengeringannya. Proses tersebut tentunya memerlukan waktu yang tidak sebentar untuk menghasilkan egg tray yang kering, proses penjemuran membutuhkan waktu selama 2 hari masing-masing dari pukul 8 sampai pukul 3 sore. Di samping waktu yang diperlukan waktu yang cukup lama, tempat yang digunakan untuk proses penjemuran juga harus cukup luas, yang mana dapat menampung semua produk yang dihasilkan.

Menurunkan kadar air hingga mencapai kadar air kesetimbangan, dapat mencegah terjadinya pertumbuhan mikroorganisma pembusuk merupakan salah satu tujuan dilakukannya proses pengeringan [5]. Pengeringan dapat dilakukan oleh berbagai macam jenis mesin pengering sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, terdapat beberapa mesin pengering di antaranya mesin pengering tipe rotary, yang mana mesin tersebut berputar untuk mengeringkan bahan uji. Pada penelitian [6], menghasilkan waktu yang diperlukan untuk mengeringkan biji coklat dengan menggunakan alat pengering dengan pemanas listrik sebesar 120 menit-160 menit dengan kadar air sekitar 23% dan dengan suhu pengeringan sekitar 60°C, dan jika dibandingkan dengan bantuan sinar matahari waktunya lebih lama sekitar 800-1100 menit. Hal serupa dilakukan dalam penelitian [7], yang mana penggunaan mesin pengering jenis rotary untuk mengeringkan cengkeh sebagai bahan uji dengan waktu yang ditentukan adalah 3 jam, menghasilkan kadar air terendah 6,3% dengan suhu pengeringan 75°C dan kadar air tertinggi 8,9% dengan suhu pengeringan 40°C, berdasarkan hasil tersebut diketahui kadar air yang dihasilkan cukup berbeda, hal ini dikarenakan suhu pengeringan yang berbeda semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pengeringan dapat memberikan hasil pengeringan yang maksimal. Mesin pengering jenis rotary tidak hanya dimanfaatkan sebagai pengering bagi usaha kecil menengah, tetapi juga digunakan pada perusahaan besar seperti halnya PT. Petrokimia pada penelitian [8], menyatakan hasil perhitungan efisiensi termal *rotary dryer* minimal 55% dapat dikategorikan baik, sehingga *rotary dryer* masih layak digunakan, seperti halnya nilai efisiensi termal *rotary dryer* pada pabrik NPK I dari data desain mengalami penurunan namun tidak secara signifikan, sehingga dapat dikatakan layak untuk beroperasi dan dengan disarankan untuk melakukan *preventive cleaning* secara rutin.

Jenis mesin pengering selain mesin berjenis *rotary* terdapat pula mesin pengering berjenis rak yang dimanfaatkan dalam proses pengeringan, pada penelitian [9] memodifikasi mesin pengering krupuk berdasarkan kecepatan kipas dan suhu dengan memperhitungkan waktu pengeringan, berat akhir dan factor konsumsi energy, dari hasil penelitiannya menyatakan

bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara suhu dan kecepatan kipas terhadap waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan, hal itu terlihat dari hasil penelitian bahwa suhu yang semakin rendah maka waktu yang diperlukan semakin lama, dan sebaliknya apabila suhu semakin tinggi waktu yang diperlukan lebih singkat. Hal ini serupa dengan penelitian [10] proses pengeringan dengan menggunakan mesin pengering hasilnya lebih maksimal dibandingkan dengan menggunakan pengeringan secara alami, terlihat dari hasil eksperimen yang dilakukan proses pengeringan krupuk dengan suhu 60-70°C waktu yang diperlukan sekitar 7-8jam sedangkan penggunaan suhu 55°C memerlukan waktu 15-20 jam. Mesin pengering tipe rak juga dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan daun tembakau seperti pada penelitian [11] pengeringan daun tembakau dilakukan dalam waktu 20 menit dengan suhu dalam ruang pengering 25-30°C dengan kadar air yang tereduksi sebesar 26-35%. Pemanfaatan mesin pengering tidak hanya pada biji-bijian ataupun dedaunan, namun terdapat pula pemanfaatannya untuk olahan ikan, seperti yang dilakukan pada penelitian [12]. Proses pengeringan atau pengasapan ikan lele yang bagus dengan waktu pengeringan sekitar 8 jam.

Pembuatan mesin pengering perlu juga diperhatikan dalam kinerja yang dihasilkan, salah satu penelitian [13] menyatakan hasil efisiensi pengeringan dari hasil pengeringan gabah dengan tipe *flat bed dryer* sebesar 22,03%. Di samping itu terdapat pula penelitian yang menggunakan pengering cengkeh dengan lima tingkat tray memperoleh efisiensi termal sebesar 11,57% dengan suhu ruang pengering berkisar 40-60°C selama 4 jam 20 menit [14]. Semakin lama proses pengeringan yang ditentukan, dapat menghasilkan nilai efisiensi yang tidak begitu besar, terlihat pada hasil penelitian [15] dengan waktu pengeringan silica gel selama 360 menit, menghasilkan efisiensi termal sebesar 61,9886%, jika dibandingkan pada waktu pengeringan selama 60 menit menghasilkan efisiensi termal sebesar 86,44%, hal ini dikarenakan udara panas yang besar berasal dari konveksi listrik terhadap udara yang dipanaskan oleh heater. Oleh karena itu dari beberapa penelitian di atas, maka peneliti menggunakan mesin pengering untuk mengeringkan *egg tray* dengan menggunakan elemen pemanas dengan mengkaji efisiensi termal yang dihasilkan. Penggunaan elemen pemanas ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan pada saat proses penjemuran dengan memanfaatkan energi surya secara langsung, terutama kondisi mendung ataupun hujan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Mesin pengering tipe rak merupakan salah satu mesin pengering yang dikembangkan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Hasyim Asy'ari yang terdiri dari 4 rak pengering sebagai tempat *egg tray* yang dikeringkan. *Egg tray* yang masih basah diperoleh dari PT. Rukun Semangat Abadi ditimbang untuk memperoleh nilai massa awal dan diukur suhunya dengan menggunakan termogun guna untuk mengetahui suhu awal *egg tray*nya selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan meletakkan *egg tray* ke dalam mesin pengering, yang mana sebelumnya dilakukan penyalaan terlebih dahulu selama 30 menit untuk mendapatkan suhu mesin yang stabil dengan range suhu yang terukur 65 – 77°C. Setelah *tray* terpasang di setiap masing-masing rak, Proses pengering dilakukan selama 3 jam atau selama 180 menit dengan masing-masing awal *egg tray* yaitu 0,385 kg dengan berat kadar air sebesar 68%.

2.1 Bahan Penelitian

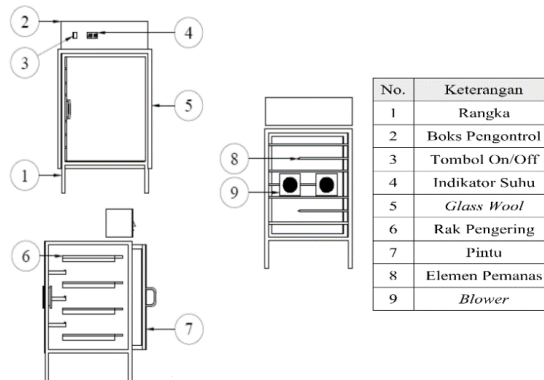
Penelitian ini menggunakan *egg tray* berbahan dasar kertas karton yang diproduksi oleh PT. Rukun Semangat Abadi. *Egg tray* merupakan salah satu alat yang digunakan sebagai penampungan telur saat akan didistribusikan. *Egg tray* ini memiliki nilai ekonomis yang terjangkau dari harga jualnya. Namun memiliki kekurangan ditinjau dari ketahanan dari *egg tray*, apabila *egg tray* terkena air maka *egg tray* akan mudah sobek bahkan hancur. Spesifikasi *egg tray* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *egg tray*

NO	Indikator	Keterangan
1	Bahan	Karton
2	Panjang	31 cm
3	Lebar	31 cm
4	Tinggi	5 cm
5	Kapasitas	30 butir telur

2.2 Instrumen Penelitian

Berikut adalah skema instalasi mesin pengering yang dirancang, seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Skema Mesin Pengering

Berdasarkan gambar 1. Skema mesin pengering di atas maka dapat dibuat mesin seperti pada Gambar 2 di bawah ini.



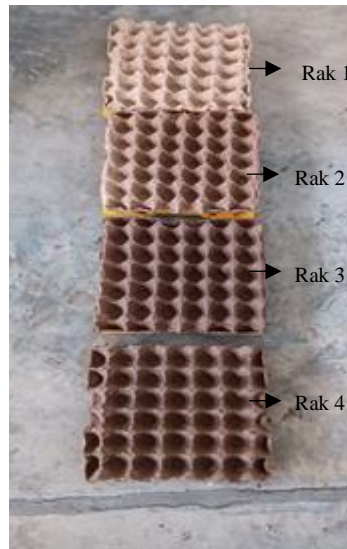
Gambar 2. Mesin Pengering

Sebelum mesin pengering tersebut digunakan untuk mengeringkan *egg tray*, terlebih dahulu dipastikan suhu di dalam ruangan mesin pengering stabil dengan melihat indikator pada *box control*. Di samping itu, peneliti dapat mempersiapkan bahan uji berupa *egg tray*, yang mana dalam kondisi basah dan selanjutnya dilakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan digital, hal ini dilakukan untuk mengetahui massa awal *egg tray*. Selanjutnya melakukan pengukuran suhu *egg tray* dengan menggunakan termogun, hal ini dilakukan untuk mengetahui suhu awal pada *egg tray*. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan penyetelan

waktu pada alarm mesin, setelah semua *egg tray* ditempatkan pada masing-masing rak dan proses pengeringan dapat dilakukan sampai dengan waktu yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan penimbangan untuk mengetahui massa akhir dan pengukuran suhu pada *egg tray* untuk mengetahui suhu akhir, setelah memperoleh data keseluruhan, maka dapat dilakukan perhitungan efisiensi termal mesin pengering *egg tray* tipe rak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengeringan *egg tray* dengan menggunakan mesin pengering tipe rak dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 tersebut menunjukkan hasil pengeringan yang berbeda dari masing-masing rak.



Gambar 3. Hasil *egg tray* yang dikeringkan

Berdasarkan hasil dari proses pengeringan diperoleh data yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil proses pengeringan

Rak	Massa Awal (kg)	Suhu Awal (K)	Massa Akhir (Kg)	Suhu Akhir (K)
1	0.385	293	0.14	317
2	0.385	293	0.234	314
3	0.385	293	0.295	313
4	0.385	293	0.335	309

Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan efisiensi termal pada mesin. Berikut beberapa langkah perhitungan efisiensi termal mesin pengering *egg tray* tipe rak [14].

$$\eta = \frac{Q_D}{Q_B} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

η : Efisiensi termal (%)

Q_B : Kalor pembakaran

Q_D : Kalor pemanasan tray basah

Kalor pemanasan tray basah (Q_D), terdiri dari beberapa komponen energi dan dinyatakan melalui rumus sebagai berikut.

$$Q_D = Q_C + Q_W + Q_{EW} \quad (2)$$

Keterangan:

Q_D : Kalor pemanasan tray basah (*k Joule*)

Q_C : Kalor pemanasan tray (*k Joule*)

Q_W : Kalor pemanasan air yang terkandung pada tray (*k Joule*)

Q_{EW} : Kalor penguapan air pada tray (*k Joule*)

Kalor pemanasan tray (Q_C), dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$Q_C = W_{cf} C_{p_t} (T_d - T_f) \quad (3)$$

Keterangan:

Q_C : Kalor pemanasan tray (*k Joule*)

W_{cf} : Berat tray basah setelah produksi (*kg*)

C_{p_t} : Panas jenis tray (*2000 kJ/kg^oK*)

T_d : Temperatur tray kering (*oK*)

T_f : Temperatur tray awal (*oK*)

Kalor pemanasan air yang terkandung pada tray (Q_W), dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$Q_W = W_{wf} C_{P_w} (T_d - T_f) \quad (4)$$

Keterangan:

W_{wf} : Berat tray basah setelah produksi (*kg*)

C_{P_w} : Panas jenis air (*4184 kJ/kg^oK*)

Kalor penguapan air pada tray (Q_{EW}), dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$Q_{EW} = \Delta W_w h_{fg} \quad (5)$$

Keterangan :

ΔW_w : Berat air yang terbuang selama pengeringan (*kg*)

h_{fg} : Kalor laten penguapan (*2404.32 kJ/kg*)

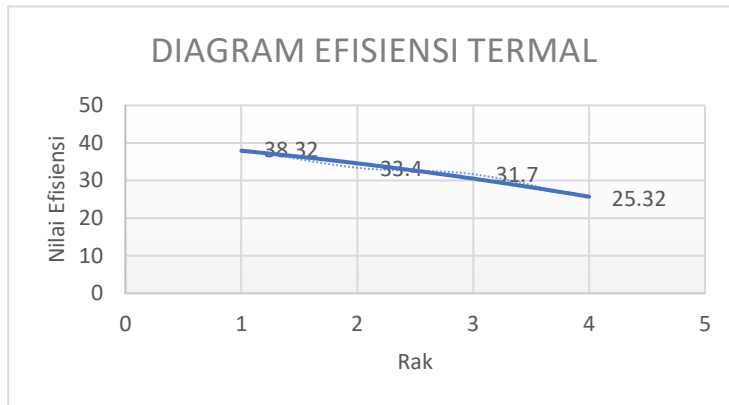
Berdasarkan persamaan-persamaan di atas maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil perhitungan efisiensi termal

Rak	Q_c (k Joule)	Q_w (k Joule)	Q_{EW} (k Joule)	Q_D (k Joule)	Q_B (k Joule)	Efisiensi (%)
1	18.48	26.61	0.589	45.679	119.2022	38.32

2	16.17	23.28	0.363	39.817	119.2022	33.4
3	15.4	22.175	0.2163	37.791	119.2022	31.7
4	12.32	17.74	0.1202	30.18	119.2022	25.31
Efisiensi rata-rata						32.18

Berdasarkan data pada Tabel 3 kalor laten yang diketahui dari rata-rata suhu yang diperoleh 41°C adalah 2.404,32 kJ/kg, sehingga diperoleh efisiensi di masing-masing rak di antaranya, rak 1 efisiensinya sebesar 38.32%, rak 2 efisiensinya 33.4% rak 3 efisiensinya 31.7% dan rak 4 efisiensinya sebesar 25.31%. sehingga diperoleh nilai efisiensi rata-rata sebesar 32.18%.



Gambar 4. Diagram efisiensi termal

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat diperoleh nilai deviasinya sebesar 5.37, rak pertama mampu memperoleh nilai efisiensi yang cukup tinggi yaitu 38.32% dibandingkan dengan rak lainnya, hal ini dikarenakan letak dari tray itu cukup mendukung, yang mana posisinya berdekatan dengan blower dan elemen pemanas. Berbeda dengan rak-rak yang lainnya posisi rak sedikit memiliki jarak dengan blower sehingga dapat dimungkinkan aliran udara kurang maksimal seperti halnya rak di nomor 25.32%, yang mana nilai efisiensinya terendah dibandingkan dengan rak-rak di atasnya. Apabila direrata nilai efisiensi mesin pengering *egg tray* tipe rak mencapai sebesar 32.18%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan dari uji coba dan perhitungan efisiensi termal yang telah dilakukan, dapat disimpulkan mesin pengering *egg tray* tipe rak telah menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 38.32% pada rak pertama, hal ini dikarenakan posisi dari rak di samping berdekatan dengan elemen pemanas didukung dengan aliran udara dari blower yang dapat mempercepat proses pengeringan. Apabila direrata nilai efisiensi mesin pengering *egg tray* tipe rak mencapai sebesar 32.18%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui pernyataan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada LPPM dan Universitas Hasyim Asy'ari yang telah mendanai penelitian ini, serta semua rekan – rekan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas dukungannya selama ini dalam proses menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Mesin yang telah memberikan fasilitas pada saat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anam A.R. (2022). “Analisis Pemetaan Agroklimat dengan Menggunakan Metode Klasifikasi Iklim Oldeman di Daerah Kabupaten Tegal.” *Jurnal Edudikara: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, Vol. 7 No. 3 September, pp 154-165.
- [2] Sukarman, Mulyani, A. dan Purwanto, S. (2018). “Modifikasi Metode Evaluasi Kesesuaian Lahan Berorientasi Perubahan Iklim.” *Jurnal Sumberdaya Lahan*, Vol.12, No.1, Juli, pp 1-11.
- [3] Wijianti, E.S., Setiawan, Y., dan Mulyana A. (2017). “Karakteristik Pengering Lada Menggunakan Mesin Pengering.” Pangkalpinang: SNPPM.
- [4] Sukmawaty, dkk. (2019). “Introduksi Alat Pengering Tipe Rak Berputar Sebagai Upaya Mempercepat Proses Pengeringan Hasil Petanian.” *Jurnal Masyarakat Mandiri*, Vol.3 No.1, 41-47.
- [5] Alit, I.B. dan Susana, I.G.B. (2020). “Pengaruh Kecepatan Udara Pada Alat Pengering Jagung dengan Mekanisme Penukar Kalor.” *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.11, No.1, pp. 77-84.
- [6] Meriadi, dkk. (2018). “Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengering Biji Coklat Dengan Wadah Putar Menggunakan Pemanas Listrik.” *Jurnal Energi Elektrik*, v.7 n 2, pp 47-53.
- [7] Setiawan. B, dkk. (2021). “Analisis Temperatur Terhadap Hasil Pengeringan pada Mesin Pengering Cengkeh”, *Kediri: Seminar Nasional Inovasi Teknologi*.
- [8] Marintika, G.F, Cundari, L. dan Kurniawan, F.H. (2023) “Proses Pengeringan NPK Berdasarkan Evaluasi Rotary Dryer dan Kadar Air NPK di PT. Petrokimia Gresik.” *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.14 No.1, pp. 273-289.
- [9] Rifai, E. et al. (2021). “Reengineering Cracker-Dryer Machine Based on Fan Speed and Temperature Considering Drying Time, Final Weight and Energy Consumption Factor.” *International Journal of Science, engineering, and information technology*, Vol.6, issue 1, December, pp. 270-273.
- [10] Octavia, A. dkk. (2019). “Pendampingan Manajemen Usaha dan Penggunaan Mesin Pengering Kerupuk di UKM Pelayanan Kota Jambi.” *Jurnal Inovasi, Teknologi, dan Dharma Bagi Masyarakat*, Vol.1 No.1, September, pp. 1-8.
- [11] Wardana H.K. and Endarko. (2015). “Design of Temperature Measurement System on The Drying Process of Madura Tobacco Leaves”, *Surabaya: International Seminar on Science and Technology*.
- [12] Darianto, dkk. (2019). “Analisa Pengaruh Waktu dan Turbulensi Asap Pada Mesin Pengering Ikan Lele.” *JMEMME*, Vol.3 no. 2, Des, pp. 130-142.
- [13] Suhelmi, M.F, Anjani, R.D. dan Fauji, N. (2022). “Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat Bed Dryer di CV. XYZ.” *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.17 No.1, April, pp. 15-20.
- [14] Johanes, S. dan Winarto, F.E.W. (2016). “Studi Efisiensi Termal Proses Pengering Cengkeh Pada Alat Pengering Yang Memiliki Lima Tingkat Tray.” *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan*. pp. 954-958.
- [15] Yuliasdini, N.A, dkk. (2020). “Efisiensi Termal Alat Pengering Tipe Tray Dryer Untuk Pengeringan Silika Gel Berbasis Ampas Tebu.” *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*, Vol.1 No.1, Oktober, pp. 29-33.