

Terbit *online* pada laman web jurnal : <http://metal.ft.unand.ac.id>

METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal

| ISSN (Print) 2598-1137 | ISSN (Online) 2597-4483 |



Artikel Penelitian

Analisis Efisiensi Box Fermentasi Oncom Tahu dengan Sistem Arduino

Meri Rahmi^{a*}, Agus Sifa^a, Rachmatullah^a^aTeknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu 45252, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 01 Februari 2022

Revisi Akhir: 27 Maret 22

Diterbitkan *Online*: 30 April 2022

KATA KUNCI

Otomatisasi

Arduino

Box Fermentasi

Oncom Tahu

Produktivitas

KORESPONDENSI

E-mail: meri@polindra.ac.id

A B S T R A C T

Tofu dregs are a by-product in the process of making tofu in solid form and are obtained from squeezed soybean pulp. Tofu pulp still has a relatively high protein content because in the process of making tofu not all protein content is extracted, especially when using a simple and traditional milling process. One of the products from tofu dregs is tofu oncom. Oncom is a fermented food product typical of West Java. Oncom is a processed food derived from soybeans, its nutritional value is almost the same as tofu and tempe. It contains protein and fat that are good for the body. The process of making tofu oncom is almost the same as making tempe oncom, However, its utilization is still small in the industry compared to its abundant production. So, a lot of it is still wasted. In addition, the process of making tofu oncom is still very simple and uses traditional methods by relying on natural conditions and this takes longer. For this reason, with better methods and technology, a fermentation box is made for the manufacture of tofu oncom. The method used is a heater and temperature and humidity sensors to speed up the fermentation process. In addition, the use of aluminum material, in order to ensure that oncom tofu is more hygienic so that it can become one of the traditional products that can compete in a better market. The results of this fermentation box indicate that the processing time for making tofu oncom is faster from 2 days (\pm 24 hours) to 1 day (\pm 14 hours). Reduction of processing time by about 58% so that productivity also increases to above 50% with a box capacity of up to 50 kg of tofu dregs.

1. PENDAHULUAN

Tahu merupakan bahan makanan dengan bahan dasar kacang kedelai ndus maupun impor yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tahu mengandung energi sebesar 68 kilokalori, protein 7,8 gram, karbohidrat 1,6 gram, lemak 4,6 gram, kalsium 124 miligram, fosfor 63 miligram, dan zat besi 1 miligram. Selain itu di dalam tahu juga terkandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B1 0,06 miligram dan vitamin C 0 miligram. Hasil tersebut didapat dari melakukan penelitian terhadap 100 gram tahu, dengan jumlah yang dapat dimakan sebanyak 100 % [1]. Ampas tahu merupakan hasil

samping dalam proses pembuatan tahu berbentuk padat dan didapatkan dari bubur kedelai yang diperas. Ampas tahu masih mempunyai kandungan protein yang relatif tinggi karena pada proses pembuatan tahu tidak semua kandungan protein terekstrak, lebih-lebih bila memakai proses penggilingan sederhana dan tradisional. Meskipun demikian, ampas tahu belum banyak dimanfaatkan secara optimal, bahkan masih ada pengrajin tahu yang membuang limbah atau ampas tahu begitu saja sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan di sekitarnya. Hasil lain dari proses pembuatan tahu selain ampas tahu (limbah padat) adalah sari tahu (limbah cair). Bahan dasar pembuatan tahu adalah kedelai. Kedelai tersebut digiling menggunakan alat

penggilingan dan dicampurkan dengan air panas. Penggilingan dengan air panas akan menghasilkan bubur kedelai. Bubur kedelai kemudian dipanaskan hingga muncul gelembung-gelembung kecil lalu diangkat dan dibiarkan agak dingin. Setelah itu bubur kedelai disaring sehingga diperoleh sari kedelai dan ampas kedelai atau lebih dikenal dengan sebutan Ampas Tahu [2]. Ampas tahu memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, yaitu sebesar 26,6 gram dari 100 gram bahan atau sekitar 23,55%. [3].

Salah satu olahan dari ampas tahu yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan yaitu oncom tahu. Sama halnya dengan yang diolah dari tempe yang sering kita kenal sebagai oncom tempe atau tempe oncom. Oncom merupakan salah satu produk fermentasi makanan khas Jawa Barat yang menggunakan substrat bungkil kacang tanah atau ampas tahu yang diinokulasi dengan spora kapang oncom merah, yaitu spesies kapang yang berkembang biak [4]. Oncom merah pada umumnya dibuat dari bungkil tahu yang berasal dari kedelai yang telah diambil proteinnya dalam pembuatan tahu yang didegradasi oleh kapang *Neurospora Sitophila*. Sedangkan oncom hitam merupakan oncom yang berbahan baku dari kacang tanah yang didegradasi oleh *Rhizopus Oligosporus* [5].

Produksi ampas tahu ini banyak dihasilkan oleh pengusaha tahu rumahan atau dengan kata lain dalam skala *home industry*. Produksi ampas tahu sangat menjanjikan jika diolah dengan baik dengan menggunakan metode dan sistem yang didukung dengan teknologi yang tepat guna. Berdasarkan data *survey*, beberapa tempat produksi tahu di Kabupaten Indramayu sekaligus memproduksi oncom tahu, yang menggunakan kurang lebih 50 kg kedelai setiap hari. Pengusaha tahu sekaligus mengolah ampas tahu sebagai oncom tahu yang biasa disebut oleh masyarakat Kabupaten Indramayu dengan sebutan kampil. Akan tetapi proses yang digunakan masih secara tradisional, sehingga kualitas yang dihasilkan masih kurang. Akibatnya produktivitas belum optimal. Kampil ini banyak diminati, karena selain harganya yang terjangkau bagi lapisan masyarakat bawah juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti gorengan dan lain sebagainya. Jika hasil dan kualitas baik maka oncom tahu

ini menjadi bahan pangan yang akan dilirik dan dapat dijadikan olahan makanan yang lebih baik serta bernilai jual tinggi.

Berdasarkan paparan dan tuntutan di atas, maka dirancang dan dibuatlah *box* fermentasi kampil (oncom tahu). Alat ini menggunakan teknologi *Arduino* yang berfungsi sebagai sistem dan pengontrol secara otomatis. Alat ini mampu menampung kurang lebih 70 kg ampas tahu yang ditempatkan dalam loyang dari material aluminium. Loyang aluminium yang berisi ampas tahu ditempatkan dalam *box* yang berbentuk seperti *oven* dengan sistem pengaturan kelembaban dan kontrol waktu secara otomatis. Bagian penting alat ini adalah bagaimana cara mengontrol suhu yang tepat sehingga fermentasi oncom tahu dapat berhasil dan dalam waktu yang lebih cepat dari proses tradisional. Suhu adalah salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi dan menentukan macam mikroorganisme yang dominan selama fermentasi. Setiap mikroorganisme mempunyai batasan suhu minimum, optimum dan maksimum. Kapang pada umumnya dapat tumbuh pada suhu optimum 25°-30° C atau pada suhu kamar. Akan tetapi beberapa kapang dapat tumbuh baik pada suhu 30° -37° C, seperti misalnya *Aspergillus sp* [6]. Alat ini menjamin kualitas dari ampas tahu dari kotoran dan debu selama proses fermentasi untuk menjadi oncom. Selain dari itu target dalam produktivitas akan meningkat dengan adanya efisiensi waktu dan kapasitas.

2. METODOLOGI

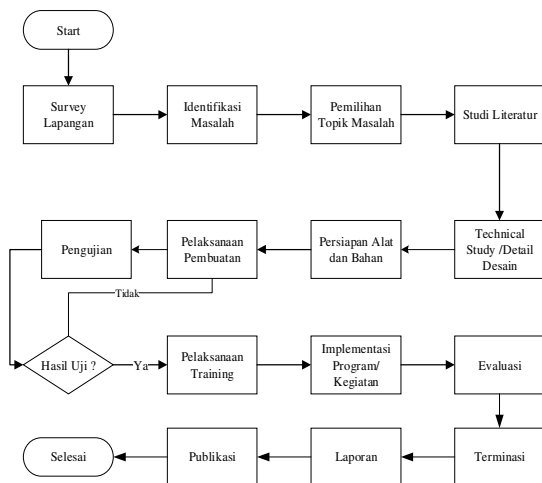
Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir sebagai pedoman ataupun tahapan dalam kegiatan ini. Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara garis besar, metode pelaksanaan yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan higienitas produk serta efisiensi produk adalah sebagai berikut.

1. *Survey* lapangan

Untuk mencari pengusaha tahu skala rumah-an dan skala UMKM yang telah berhasil membuat inovasi oncom tahu hasil dari ampas tahu sehingga bisa dilakukan pengujian *box* fermentasi oncom tahu.

2. Pengumpulan data dan studi literatur
Mengumpulkan referensi pengumpulan data dari lapangan serta teknologi yang akan digunakan untuk membuat *box* tersebut.
3. Pembuatan desain, perhitungan desain dan simulasi desain
Pembuatan desain dan simulasi yang dimaksud untuk melakukan perancangan produk *box* fermentasi oncom tahu dengan simulasi untuk mengetahui fenomena kekuatan dan performa yang baik.
4. Pembuatan produk
Proses pembuatan *box* fermentasi oncom tahu dilakukan setelah proses perancangan sudah dihitung, dianalisis dan disetujui oleh pihak terkait. Pembuatan produk pertama merupakan produk prototipe sebagai produk promosi yang nantinya akan menjadi acuan untuk produksi massal.
5. Sosialisasi Produk
Sosialisasi dilakukan agar mitra menguasai alat mulai dari cara penggunaan dan proses perawatan (*maintenance*), sehingga produk dapat tahan lama. Produktivitas akan semakin meningkat jika proses penggunaan dan perawatan alat tepat.



Gambar 1. Digram Alir Penelitian

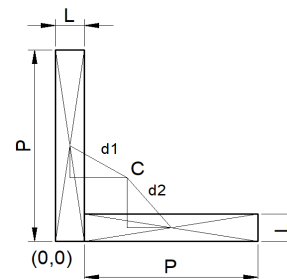
2.1. Perhitungan Konstruksi Rangka

2.1.1. Tegangan

Tegangan adalah perbandingan antara gaya dengan luas penampang bahan [7] seperti yang dinyatakan dalam Pers. 1.

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{1}$$

2.1.2. Momen Inersia Siku



Gambar 2. Penampang Besi Siku

Maka momen inersia pada besi siku dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.

$$I = \left(\frac{b_1 h^3}{12} \cdot A_1 d_1^2\right) + \left(\frac{b_1 h^3}{12} \cdot A_2 d_2^2\right) \tag{2}$$

2.1.3. Momen Inersia Hollow

Dengan adanya dimensi dari penampang rangka utama maka dapat dicari momen inersia luas penampang rangka utama. Untuk luas penampang persegi panjang rumus inersia luas penampangnya ditentukan melalui Pers. 3.

$$I = \frac{1}{12} x (bh^3 - b'h'^3) \tag{3}$$

2.1.4. Safety Factor

Definisi *safety factor* menurut [8] adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan suatu mesin. Sedangkan menurut [9] faktor keamanan adalah perbandingan tegangan rusak terhadap tegangan izin. Sedangkan tegangan izin merupakan bagian kekuatan batas yang biasa aman digunakan dalam perancangan. Oleh karena itu *Safety Factor* dapat ditulis seperti pada Pers. 4.

$$\text{Safety Factor (SF)} = \frac{\sigma_{\text{yield bahan}}}{\sigma_{\text{yield rangka}}} \quad (4)$$

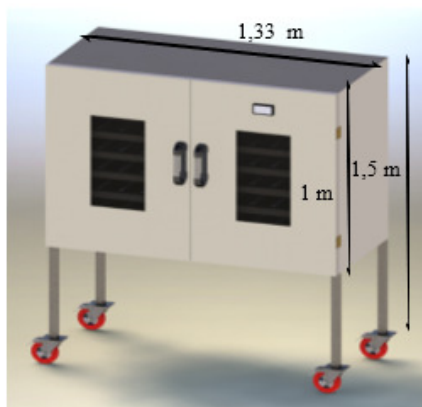
2.2. Perpindahan Kalor

Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda (zat) bergantung pada 3 faktor yaitu: massa zat, jenis zat (kalor jenis), dan perubahan suhu. Persamaan tentang kalor dapat ditulis seperti pada Pers. 5.

$$\Delta Q = m.c.\Delta T \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

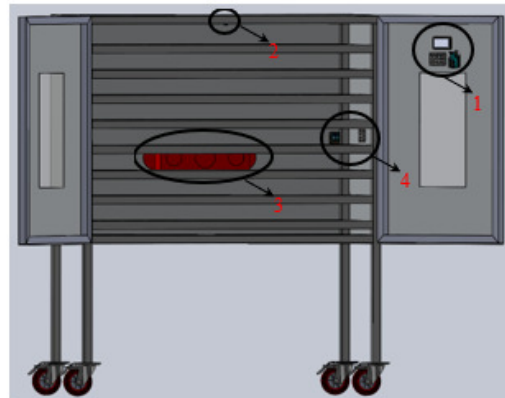
Proses perancangan didasari dengan tuntutan kebutuhan untuk membuat ampas tahu guna memanfaatkan limbah hasil produksi pembuatan tahu. Suhu dalam *box* adalah sekitar 27-37°C. Dimensi *box* fermentasi yang bisa menampung kapasitas ±50 kg dengan panjang 1,33 m, lebar 0,6 m, dan tinggi 1,5 m. *Box* ini menggunakan sistem pengaturan suhu secara otomatis dengan *Arduino Uno* dengan *range* suhu antara 27°C - 37°C. Ketika suhu mencapai batas maka *heater* akan mati secara otomatis dan hidup lagi ketika suhu di bawah 35°C. Bentuk *box* fermentasi yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Desain *Box* Fermentasi

Berdasarkan Gambar 4. keterangan dan posisi komponen yang digunakan sebagai pemanas *box* otomatis, yaitu:

1. *Ardino Uno*, *breadboard*, *LCD 16x2*
2. *Temperature* dan *humidity sensor DHT22*
3. *Heater*
4. *2-channel relay 5V*, *YwRobot power supply*



Gambar 4. Sistem *Box* Fermentasi

Hasil perhitungan konstruksi rangka dan perpindahan kalor dapat dilihat pada Tabel 1. Tegangan yang didapatkan untuk hasil rancangan untuk *box* fermentasi ampas tahu tidak melebihi dari batas kemampuan *box*. Hasil ini didukung dengan nilai *safety factor* yang termasuk dalam kategori aman yaitu 2,64. Hasil perhitungan manual disimulasikan dengan menggunakan *software Solidworks* yang mendukung hasil dari perhitungan secara manual. Hasil *perhitungan simulasi* dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan secara visual hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 5 sampai Gambar 7.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Konstruksi Rangka

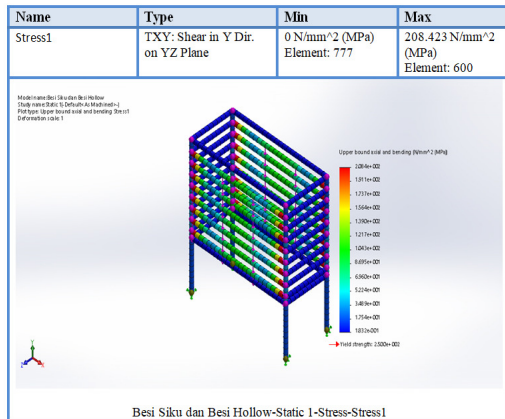
Perhitungan	Hasil	Satuan
Tegangan	94,42	Mpa
<i>Safety Factor</i>	2,64	
Kalor Aluminium	13,20x10 ⁴	Joule
Kalor udara	9,50x10 ³	Joule

Tabel 2. Hasil Simulasi Konstruksi Rangka

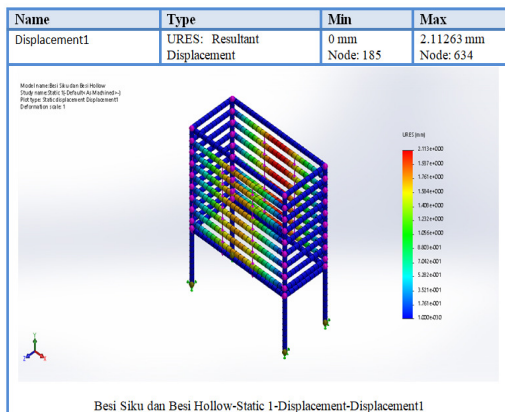
Perhitungan	Hasil	Satuan
Tegangan	208.42	Mpa
<i>Displacement</i>	2,11	mm
<i>Safety Factor</i>	1,49	

Sistem kontrol dan otomatisasi menggunakan *Arduino*. Sistem berjalan dengan baik dengan suhu berada dalam *range* antara 33-37°C. Suhu ini mampu menghasilkan oncom tahu yang difermentasi dengan penambahan ragi oncom selama ± 18 jam. Kelembaban atau *humidity* yang dibutuhkan bisa dikontrol dengan baik untuk membantu proses

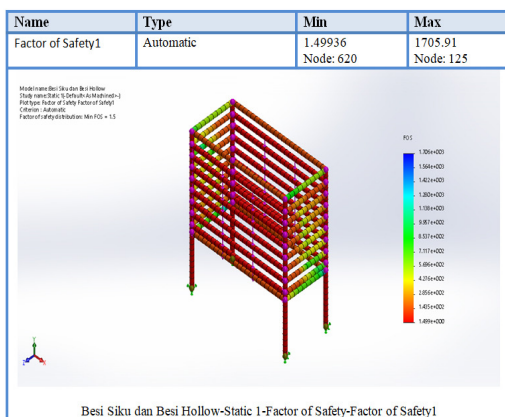
fermentasi dengan adanya *display* yang disusun dengan sistem *Arduino*.



Gambar 5. Simulasi *Stress* Rangka



Gambar 6. Simulasi *Displacement* Rangka



Gambar 7. Simulasi *Safety Factor* Rangka

Produk *box* fermentasi ampas tahu dibuat sesuai dengan desain dengan dasar perhitungan rangka dan perpindahan panas serta rangkaian sistem *Arduino* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Produksi *Box* Fermentasi Oncom Tahu

Pengujian yang dilakukan untuk menguji efisiensi waktu fermentasi oncom sesuai dengan skenario pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Skenario Pengujian *Box* Fermentasi

Skenario	Keterangan
Tradisional	Menguji fermentasi oncom tahu tidak menggunakan <i>box</i> fermentasi dengan udara terbuka
Manual	Menguji fermentasi oncom tahu menggunakan <i>box</i> fermentasi yang tertutup tanpa sistem
Sistem	Menguji fermentasi oncom tahu menggunakan <i>box</i> fermentasi yang tertutup dengan sistem otomatis
Sistem dengan awalan 37°C	Menguji fermentasi oncom tahu menggunakan <i>box</i> fermentasi yang tertutup dengan sistem otomatis dan suhu awal 37°C

Tabel 4. Skenario Pengujian *Box* Fermentasi

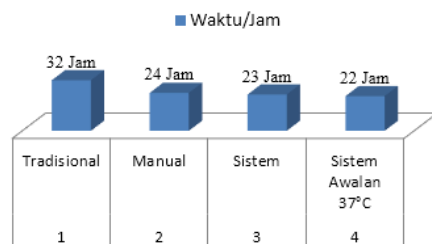
Skenario	Suhu Awal (Pagi)	Suhu Tengah (Siang)	Suhu Akhir
Tradisional	34 °C	35 °C	34 °C
Manual	31 °C	32 °C	34 °C
Sistem	31 °C	36 °C	36 °C
Sistem dengan awalan 37 °C	37 °C	36 °C	37 °C
		Rata-rata	33,9 °C

Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pengujian untuk setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Waktu Fermentasi Oncom Tahu

Skenario	Waktu (Jam)
Tradisional	32
Manual	24
Sistem	23
Sistem dengan awalan 37 °C	22
Rata-rata	25,25

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa suhu ruang dalam *box* fermentasi bisa mencapai suhu optimal untuk proses fermentasi dengan suhu rata-rata 33,9 °C. Waktu proses fermentasi lebih cepat dibandingkan dengan proses tradisional yang bisa dilihat pada Tabel 5 dengan waktu tercepat pada skenario dengan sistem awalan suhu 37 °C. Grafik waktu dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Waktu Fermentasi Oncom Tahu

Parameter hasil produk kemplu menggunakan *box* fermentasi yaitu dengan membandingkan langsung dengan produk dengan sistem tradisional dan pengusaha tahu. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kualitas oncom tahu hampir sama bahkan lebih baik. Selain itu faktor higienitas, termasuk

tujuan utama perancangan dan pembuatan *box* fermentasi oncom tahu (kemplu).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Box fermentasi oncom tahu menggunakan sistem otomatis berbasis Arduino, dengan rentang suhu yaitu antara 27 °C - 37 °C. Sistem otomatis akan berfungsi ketika suhu di atas 37 °C dan *heater* akan mati secara sendirinya dan ketika suhu berada di bawah 35 °C *heater* akan hidup Kembali. *Box* fermentasi ini dirancang dengan kapasitas 50 kg.

Box fermentasi oncom tahu dengan sistem otomatis dapat membantu mempercepat fermentasi dibandingkan tradisional yang bisa memerlukan waktu selama 32 jam bahkan 2 sampai 3 hari. Dari hasil pengujian efisiensi yang didapat yaitu sebesar 31 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada institusi Politeknik Negeri Indramayu melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Astawan, "Sehat dengan hidangan kacang & biji-bijian," Jakarta: Penebar Swadaya, 2009.
- [2] F. Winarno, "Kimia pangan dan gizi," Edisi Terbaru, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2008.
- [3] E. Y. Lestari, M. M. Diningrum dan L. I. Haqiqi, "Pengembangan nilai tambah ampas tahu bernilai ekonomi melalui pemberdayaan masyarakat Desa Dadirejo Pati," *Jurnal Pengabdian Abdimas*, vol. 23, no. 2, pp. 175-181, 2019.
- [4] F. Mahyudi dan Husinsyah, "Kontribusi produk sekunder ampas tahu pada usaha industri rumah tangga Ud. Dua Putri di Desa Gunung Antasari Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan

- Selatan," *Ziraa'ah*, vol. 45, no. 2, pp. 127-134, 2020.
- [5] Mawardi, T. M. Sarjani dan Fadilah, "Pelatihan pemanfaatan limbah ampas tahu sebagai produk pangan layak konsumsi di Desa Meurandeh Dayah," *Global Science Society: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 40-44, 2019.
- [6] Wirawan, G. Suliana dan T. Iskandar, "Pemanfaatan ampas tahu untuk olahan pangan dari limbah pengolahan industri tahu di Kelurahan Tunggul Wulung Kota Malang," *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 64-70, 2017.
- [7] H. Wibowo dan E. Purnomo, "Pembuatan alat pengering kerupuk untuk industri kecil pedesaan," *Inotek*, vol. 8, no. 2, 2004.
- [8] Suprpto, E. Daryanto and C. Situmeang, "Aplikasi Teknologi Pengering Tenaga Matahari Dan Biomassa Pada Produksi Ikan Asin Dan Ikan Asap Di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 23, no. No 1, pp. 1-7, 2016.
- [9] C. Anam, K. Muzaka and D. R. Pamuji, "Experimental Study On The Effect Of Cross Feed Of Surface Grinding On The Vibration And The Surface Roughness Of Hardened Tool Steel Ocr12vm," *Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 313-322, 2020.