

Perancangan Mesin Sangrai *Maggot BSF* Menggunakan *Infrared Gas Burner*

Design of BSF Maggot Roasting Machine Using an Infrared Gas Burner

SKRIPSI

Oleh:

Nama: Mochamad Rival Ari Pratama

NPM: 163030031



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Mochamad Rival Ari Pratama

Nomor Pokok Mahasiswa : 163030031

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi.
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/diatasi dalam naskah ini dan dan disebutkan dalam referensi.
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 09 Oktober 2023

Penulis,



Mochamad Rival Ari Pratama

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan saya:

Nama : Mochamad Rival Ari Pratama

NPM : 163030031

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Perancangan Mesin Sangrai *Maggot BSF* Menggunakan *Infrared Gas Burner*”

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 09 Oktober 2023

Yang Menyatakan,



Mochamad Rival Ari Pratama

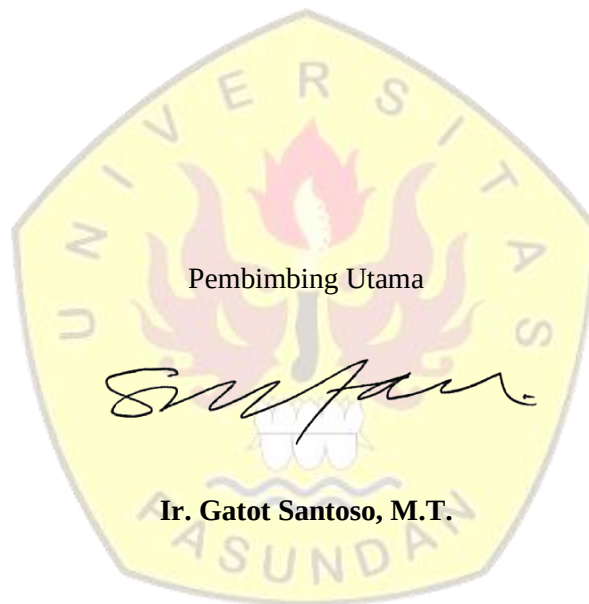
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Perancangan Mesin Sangrai *Maggot BSF* Menggunakan *Infrared Gas Burner*



Nama : Mochamad Rival Ari Pratama

NPM : 163030031



Pembimbing Utama

Ir. Gatot Santoso, M.T.

Pembimbing Pendamping

Ir. Farid Rizayana, M.T.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat, hidayah dan karunia-NYA kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Usulan Penelitian yang berjudul **Perancangan Mesin Sangrai Maggot BSF Menggunakan Infrared Gas Burner**. Laporan skripsi ini diselesaikan guna memenuhi salah satu syarat kelulusan pendidikan tingkat Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan. Dalam penulisan dan penyusunan laporan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan serta bantuan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kepada orang tua ayahanda Taufik Irianto dan ibunda Aristanti yang selalu memberikan dukungan.
2. Kepada Ir. Gatot Santoso, M.T. Selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan, kritik dan saran dalam menyelesaikan penelitian.
3. Kepada Ir. Farid Rizajana, M.T. Selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, kritik dan saran dalam menyelesaikan penelitian.
4. Kepada Dr. Ir. Sugiharto, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Seluruh rekan angkatan 2016 Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan yang selalu memberikan dukungan.

Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta pihak yang membutuhkan.

Bandung, 09 Oktober 2023

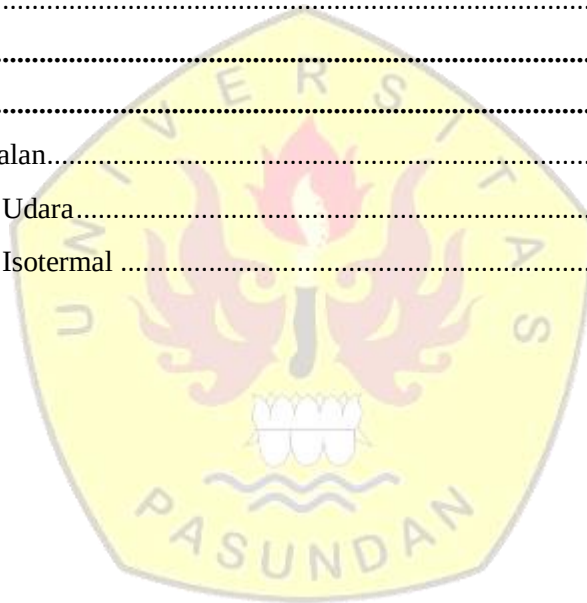


Mochamad Rival Ari Pratama

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	1
3. Tujuan Penelitian.....	1
4. Manfaat Penelitian.....	1
5. Batasan Masalah.....	2
6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
1. Pengertian Penyangraian	3
2. Prinsip Kerja Mesin Sangrai.....	3
3. <i>Burner</i>	4
4. <i>Gas Fuel Burner</i>	5
5. <i>Liquid Fuel Burner</i>	6
6. <i>Solid Fuel Burner</i>	7
7. <i>Infrared Gas Burner</i>	7
8. Motor Listrik	8
9. <i>Gearbox</i>	9
10. Perhitungan Kecepatan Putar dan Torsi Pada Motor Listrik.....	9
11. Kopling.....	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
1. Metode Penyangraian	12
2. Mekanisme Penyangraian.....	12
3. Kriteria Pemilihan <i>burner</i>	12
4. Rancangan Mesin Sangrai	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17

1. Detail Perancangan.....	17
2. Perhitungan Kapasitas <i>Rotating Drum</i>	23
3. Menghitung Berat <i>Rotating Drum</i>	24
4. Torsi <i>Rotating Drum</i>	26
5. Menghitung Daya Motor Listrik Yang Dibutuhkan	28
6. Perhitungan Reduksi Putaran Motor Listrik.....	28
7. Perhitungan Poros.....	29
8. Perhitungan Bantalan	35
9. Perhitungan Kalor.....	38
10. Anggaran Biaya.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
1. Kesimpulan.....	43
2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	49
1. Daftar Nilai Bantalan.....	49
2. Daftar Properties Udara.....	50
3. Daftar Konstanta Isotermal	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alat Sangrai Manual.....	3
Gambar 2. Alat Sangrai Bermesin.....	4
Gambar 3. Sangrai Tradisional.....	4
Gambar 4. Aerated Burner	5
Gambar 5. <i>Non Aerated Burner</i>	5
Gambar 6. <i>Atomizer Burner</i>	6
Gambar 7. Vaporizing Burner.....	6
Gambar 8. Infrared Burner	7
Gambar 9. Infrared Burner Part.....	7
Gambar 10. Motor DC [13].....	8
Gambar 11. Motor Induksi [14]	8
Gambar 12. Motor Sinkron [15].....	9
Gambar 13. Gearbox [16].....	9
Gambar 14. Flange Coupling [18].....	11
Gambar 15. Kopling Tidak Tetap [20].....	11
Gambar 16. Rotating Drum.....	12
Gambar 17. Infrared Gas Burner.....	13
Gambar 18. Komponen-komponen Mesin Sangrai 1.....	15
Gambar 19. Komponen Mesin Sangrai 2.	15
Gambar 20. Mesin sangrai maggot bsf menggunakan infrared gas burner.....	16
Gambar 21. Rangka Tetap.....	17
Gambar 22. Rotating drum.....	18
Gambar 23. Rangka Gerak.....	18
Gambar 24. Cover Rotating Drum	19
Gambar 25. Cover Bawah	19
Gambar 26. Sistem Pengunci	20
Gambar 27. Saringan.....	20
Gambar 28. Motor Listrik	21
Gambar 29. Poros Penggerak	21
Gambar 30. Speed Reducer.....	22
Gambar 31. Infrared Gas Burner.....	22
Gambar 32. Diagram Torsi.....	26
Gambar 33. Poros.....	29
Gambar 34 Diagram Benda Bebas Poros.....	30
Gambar 35. Potongan a-a	31

Gambar 36. Diagram Benda Bebas Potongan a-a	31
Gambar 37. Diagram Benda bebas Potongan b-b	31
Gambar 38. Shear Force Diagram.....	32
Gambar 39. Bending Momen Diagram	33
Gambar 40. Stress Concentration Factor	33
Gambar 41. Kurva $S_u - S_n$	34
Gambar 42. Correction Factor.....	34
Gambar 43. Perancangan Mesin Sangrai Maggot BSF	44
Gambar 44. Nilai Beban Ekvivalen Bantalan	49
Gambar 45. Nilai Kapasitas Nominal Bantalan	49
Gambar 46. Daftar Properties Udara.....	50
Gambar 47. Daftar Konstanta Isotermal.....	51



DAFTAR TABEL

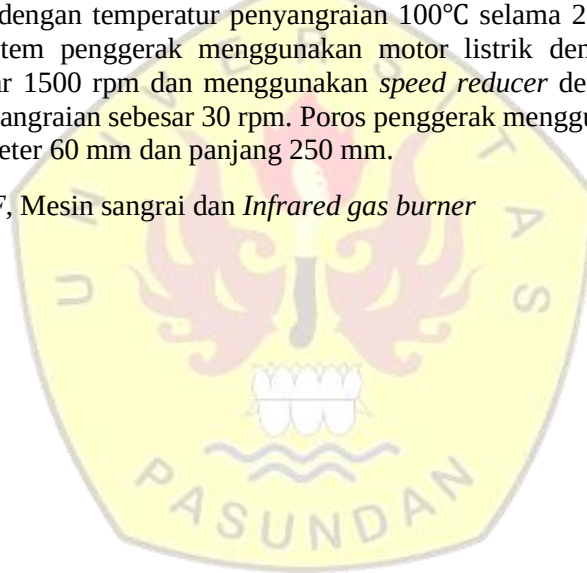
Tabel 1. Spesifikasi Serta Harga Komponen.....	42
Tabel 2. Spesifikasi Mesin Sangrai Maggot.....	43



ABSTRAK

Maggot BSF (Black Soldier Fly) merupakan larva yang dihasilkan dari perkembangbiakan dari serangga *Hermetia illucens*, larva tersebut mempunyai masa hidup yang singkat sebelum akhirnya menjadi serangga, ketika sudah menjadi serangga maka nilai jualnya sangat rendah. Serangga *BSF* mereproduksi larva dengan jumlah yang sangat melimpah, larva tersebut dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak dengan kondisi ketika masih hidup atau sudah diproses dikeringkan. Larva *BSF* juga merupakan solusi untuk mengurai sampah organik yang sangat efisien karena untuk 1 kg larva dapat mengurai sampah sekitar 3-6 kg sampah organik perharinya. Proses pengeringan larva bisa menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu disangrai. Penyangraian merupakan salah satu cara tradisional untuk mengolah makanan dengan menggunakan pasir sebagai media pengganti minyak, konsep penyangraian sendiri yaitu mengurangi kandungan kadar air yang terdapat pada bahan yang akan diproses. Mayoritas masyarakat Indonesia masih menggunakan metode penyangraian secara manual yang membutuhkan waktu proses penyangraian yang sangat lama karena masih menggunakan wajan serta diaduk secara manual, dan masih membutuhkan tenaga manusia untuk mengaduk ketika proses penyangraian sedang berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin sangrai *maggot BSF* menggunakan *infrared gas burner* sebagai pengganti kompor konvensional. Dari hasil perancangan didapatkan spesifikasi drum putar digunakan sebagai media penyangraian menggunakan material *stainless steel* dengan dimensi diameter 400 mm dan panjang 600 mm dan mampu memproses 10 kg *maggot* dan 10 kg pasir dengan temperatur penyangraian 100°C selama 26,76 menit dalam satu kali siklus penyangraian. Sistem penggerak menggunakan motor listrik dengan daya 372 W dengan kecepatan putaran sebesar 1500 rpm dan menggunakan *speed reducer* dengan rasio 1:50 agar dapat mencapai kecepatan penyangraian sebesar 30 rpm. Poros penggerak menggunakan material baja (JIS G 4051) S45C dengan diameter 60 mm dan panjang 250 mm.

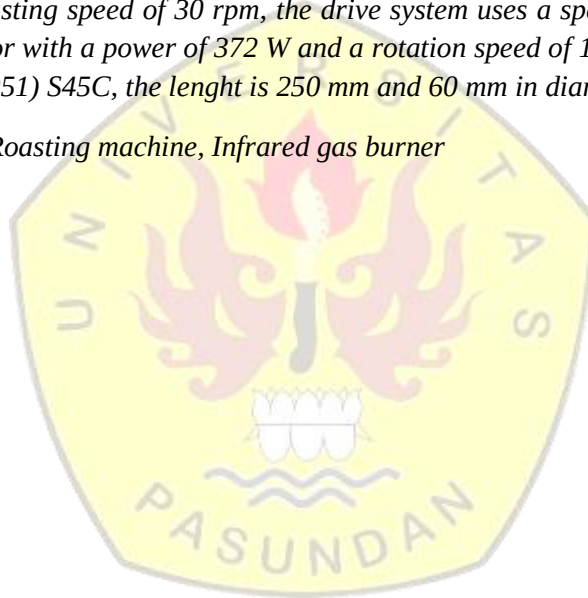
Kata Kunci : *Maggot BSF*, Mesin sangrai dan *Infrared gas burner*



ABSTRACT

Maggot BSF is a larva that grows from the breeding of an insect by the name of Black Soldier Fly, it has brief life span before becoming insects which sell for very low prices. The BSF insects produce larvae of very high numbers, when they are still alive or have been processed for drying can be used as animal feed. In addition, the BSF larvae also make a very effective solution to decomposing organic waste because 1 kg can break down between 3 and 6 kg of organic waste daily. Several methods, including roasting, may be used for the drying of BSF larvae. One of the traditional ways of processing food is to roast it using sand as a medium instead of oil, and the concept of roasting itself is to reduce the water content of the material to be processed. Most Indonesians still use the manual method of roasting, which requires a very long roasting process, because they still use a wok and stir it manually, and they still need human power to stir while the roasting process is in progress. The final project intends to develop a BSF maggot roasting machine, using infrared gas burners as an alternative to conventional stoves. From the design results, the specifications were obtained rotary drum is made of stainless steel material with a diameter of 400 mm and length of 600 mm, which allows it to process up to 10 kg of maggots and 10 kg of sand in one roasting cycle at a temperature of 100 °C for 15 minutes. In order to achieve a roasting speed of 30 rpm, the drive system uses a speed reducer with a ratio of 1:50 and an electric motor with a power of 372 W and a rotation speed of 1500 rpm. The driving shaft is made of steel (JIS G 4051) S45C, the length is 250 mm and 60 mm in diameter.

Keyword: BSF Maggot, Roasting machine, Infrared gas burner



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Proses penggorengan tanpa menggunakan minyak atau lebih dikenal dengan proses sangrai merupakan salah satu cara pengolahan dengan memakai suhu tinggi, sehingga dapat merubah tekstur fisik bahan yang akan diproses [1]. Penyangraian memakai pasir sebagai pengganti minyak yang berfungsi sebagai media untuk menghantarkan panas (*hot sand frying*).

Salah satu contoh industri yang menggunakan metode penyangraian ini adalah industri pakan ternak. Produk yang dihasilkan berupa pelet, ulat kering dan *maggot BSF* (*Black Soldier Fly*) kering. *Maggot BSF* adalah organisme yang dihasilkan dari telur *Black Soldier Fly* (*BSF*), pada fase kedua metamorfosis setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang kemudian akan menjadi serangga. *Maggot* dapat di panen pada usia 10-24 hari [2].

Siklus hidup *maggot BSF* yang sangat singkat sebelum menjadi serangga serta mampu dihasilkan dalam waktu singkat dan dalam jumlah yang sangat melimpah menjadi masalah bagi pembudidaya *maggot*. Ketika *maggot* sudah menjadi serangga harga jual dan minat beli menurun, solusi yang digunakan oleh para pembudidaya *maggot BSF* adalah dengan melakukan pengolahan menggunakan metode penyangraian yang sebagian besar masih menggunakan proses penyangraian secara tradisional yang masih mengandalkan tenaga manusia. Untuk mengurangi tenaga manusia yang terlibat dan meningkatkan produksi pada proses penyangraian maka dibutuhkan mesin sangrai.

Peran *burner* sangat penting dalam proses penyangraian sehingga pemilihan *burner* harus tepat. Dibutuhkan *burner* yang mampu menghantarkan panas secara stabil agar dapat mempersingkat waktu produksi. Dari kebutuhan tersebut maka digunakan *burner* bertipe *Infrared* karena *burner* ini menggunakan radiasi untuk mekanisme pembakarannya sehingga pembakaran lebih stabil karena tidak mengeluarkan nyala api.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan studi kasus yang telah diidentifikasi sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana merancang dan menentukan spesifikasi mesin sangrai *maggot BSF* serta pengaruh penggunaan *infrared gas burner* terhadap proses penyangraian.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin tercapai dari penelitian ini yaitu merancang mesin sangrai *maggot BSF* menggunakan *infrared gas burner* sehingga akan didapat spesifikasi teknis yang memenuhi kriteria.

4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat pelaku industri perternakan maupun industri lainnya. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang berharga dan dapat meningkatkan

kualitas dan kontinuitas produksi untuk keperluan industri. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penelitian kedepannya.

5. Batasan Masalah

Pada penelitian yang penulis lakukan dengan topik “Perancangan Mesin Sangrai *Maggot BSF* Menggunakan *Infrared Gas Burner*” penulis membatasi masalah sebagai berikut:

- Menggunakan tipe *infrared gas burner*.
- Menggunakan mekanisme *rotating drum* dengan perbandingan kapasitas penyangraian 1:1 sebesar 10 kg *maggot* dan 10 kg pasir.
- Penelitian ini hanya sampai perancangan.

6. Sistematika Penulisan

Penyusunan penulisan skripsi diuraikan berdasarkan beberapa bab, dan disajikan dalam bentuk susunan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II: STUDI LITERATUR

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai referensi mengenai perancangan mesin sangrai *maggot BSF* menggunakan *infrared gas burner*.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode dan mekanisme penelitian yang dilakukan oleh penulis agar tersistematis.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil dan pembahasan masalah sampai pada anggaran biaya yang diperkirakan digunakan dalam perancangan mesin sangrai *maggot BSF* menggunakan *infrared gas burner*.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran apabila penelitian ini dilanjutkan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

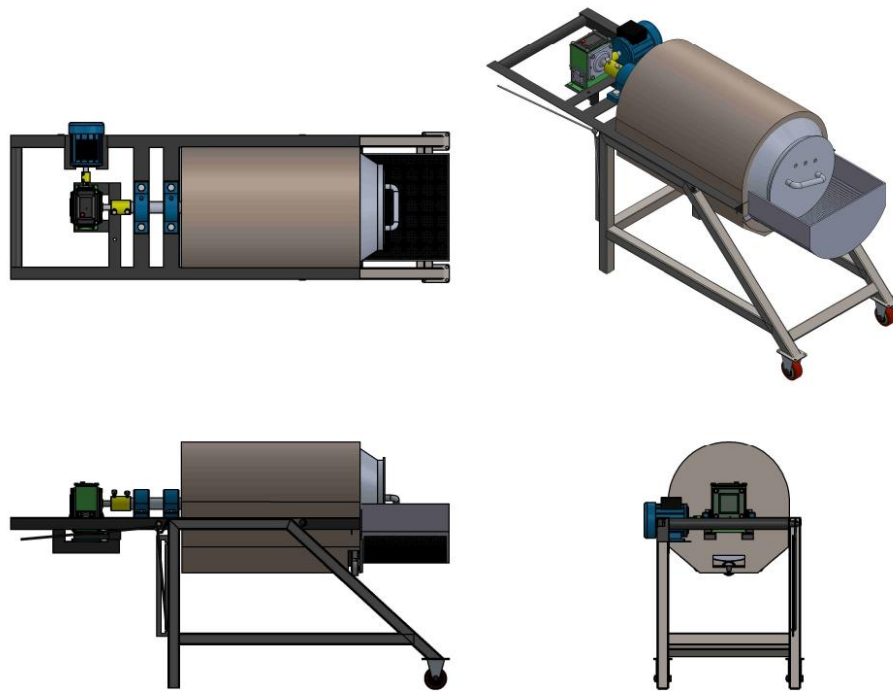
1. Kesimpulan

Perancangan telah sesuai dengan metode yang telah ditetapkan dimulai dari identifikasi masalah, desain alternatif, perhitungan pada desain, dan analisis perancangan pada mesin sangrai *maggot* menggunakan *infrared gas burner*. Hasil pada perancangan yang dihasilkan sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Mesin Sangrai Maggot

Spesifikasi Mesin Sangrai Maggot Menggunakan <i>Infrared Gas Burner</i>	
Dimensi Mesin	Panjang = 1220 mm
	Lebar = 492 mm
	Tinggi = 660 mm
Mesin Penggerak	Daya = 372 W
	Putaran Mesin = 1500 rpm
	Motor Listrik 1 <i>Phase</i>
<i>Reducer / Gearbox</i>	WPA
	Rasio 1:50
Kapasitas Penyangraian	Kapasitas Aktual 20 kg, 1:1 Pasir dan <i>Maggot</i>
Mekanisme Penyangraian	<i>Rotating Drum</i>
Dimensi <i>Rotating Drum</i>	Panjang = 600 mm
	Diameter = 400 mm
Bantalan	Tipe = SY 60 TF
	Jenis = <i>Pillow Block Bearing Ball</i>
Pemanas	Jenis = <i>Infrared Gas Burner</i>
	<i>Heat output</i> = 5600 kcal/hr
	<i>Heat intensity</i> = 135 kW/m ²
	Dimensi <i>burner</i> = 554 mm x 135 mm x 185 mm

Poros Penggerak	Material = (JIS G 4051) S45C
	Panjang = 250 mm
	Diameter = 60 mm



Gambar 43. Perancangan Mesin Sangrai Maggot BSF

Berdasarkan hasil dari perancangan mesin sangrai *maggot* BSF menggunakan *infrared gas burner* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perhitungan pada poros penggerak diasumsikan dengan kapasitas penyangraian setengah dari kapasitas maksimal sementara kapasitas penyangraian aktualnya adalah 20 kg dengan perbandingan 1:1 antara pasir dan *maggot*, sehingga dari hasil perhitungan tersebut mesin sangrai ini mampu dengan aman beroperasi pada kapasitas penyangraian 20 kg.
- Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan pasir hingga mencapai temperatur penyangraian 100°C adalah 26,76 menit.

2. Saran

Berdasarkan hasil dari perancangan ini penulis akan memberikan saran yang mungkin akan berguna bagi penelitian selanjutnya.

- a. Pengembangan lebih lanjut dengan menerapkan sistem pengontrolan suhu dan sistem pengoperasian secara otomatis pada mesin sangrai ini agar dapat melakukan proses penyangraian secara otomatis.
- b. Material *rotating drum* dapat diganti dengan bahan yang lebih murah dari *stainless steel* apabila digunakan untuk keperluan komersil sehingga biaya pembuatan dapat ditekan karena pada saat penyangraian dilakukan, *maggot* mengeluarkan minyak sehingga material bagian dalam *rotating drum* tidak mudah terjadi korosi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jamaluddin, “Rekayasa Penyangraian, Perpindahan Panas dan Penguapan Air secara Simultan, serta Perubahan Tekstur, Volume dan Warna pada Makanan Berpati,” 2018. [Daring]. Tersedia pada: https://eprints.unm.ac.id/17660/1/13_Rekayasa%20Penyangraian%20Tahun%20Ke%203.pdf
- [2] Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, “KKP Bangun Tujuh Industri Pakan Percontohan Berbasis Magot,” 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://kkp.go.id/artikel/17646-1/kkp-bangun-tujuh-industri-pakan-percontohan-berbasis-magot>
- [3] P. Jamaluddin, *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://eprints.unm.ac.id/17662>
- [4] S. Rachim dan Kadirman, “Perubahan Terstur Kerupuk Udang Menggunakan Pasir Kali dan Pasir Gunung Sebagai Media Panas Pada Proses Penyangraian,” vol. 5, pp. 56–62, 2019. [Daring]. Tersedia pada: <https://eprints.unm.ac.id/17634>
- [5] Siswanto dkk, “Rancang Bangun Alat Penggorengan Tanpa Minyak Untuk Menunjang Agroindustri” vol. 18, no. 2, 2014. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.jurnalagrin.net/index.php/agrin/article/view/222>
- [6] J. Larouche, “Processing Methods For The Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae : From Feed Withdrawal Periods to Killing Methods” *Master thesis*, Februari, p. 86, 2019. [Daring]. Tersedia pada: <https://library-archives.canada.ca/eng/services/services-libraries/theses/Pages/item.aspx?idNumber=1153640740>
- [7] Rianita, “Penerapan Alat Burner Berbahan Bakar Oli Bekas dan Mesin Briket Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Usaha Arang Batok Kelapa Melalui Edukasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja,” *J. Masy. Mandiri*, vol. 5, no. 6, 2021, doi: 10.31764/jmm.v5i6.4928.
- [8] S. Kumar, P. J. Paul, dan H. S. Mukunda, “Studies on a New High-Intensity Low-Emission Burner,” *Proc. Combust. Inst.*, vol. 29, no. 1, pp. 1131–1137, 2002, doi: 10.1016/S1540-7489(02)80143-2.
- [9] P. Aroonjarattham, “The Parametric Studied of High Pressure Gas Burner Affect Thermal Efficiency,” *Eng. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 33–48, 2016, doi: 10.4186/ej.2016.20.3.33.
- [10] S. C. Shark, C. R. Zaseck, T. L. Pourpoint, dan S. F. Son, “Solid Fuel Regression Rates and Flame Characteristics in an Opposed Flow Burner,” *J. Propuls. Power*, vol. 30, no. 6, pp. 1675–1682, 2014, doi: 10.2514/1.B35249.
- [11] N. Bedard, “Laboratory Testing of Radiant Gas Burners and Electric Infrared Emitters,” 1998, doi: 10.1080/08916159808946565.

- [12] S. Hemhirun dan P. Bunyawanchakul, "Cross-flow Paddy Dryer Application Using Infrared Gas Burner," *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 6, pp. 204–214, 2020, doi:10.34218/IJARET.11.6.2020.019.
- [13] T. Editor, "Construction of 3-Phase Induction Motor," 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.polytechnichub.com/construction-3-phase-induction-motor/>
- [14] Yelly, "Industrial Electric AC Induction Motor and How Do They Work?," 2010. [Daring]. Tersedia pada: <https://industrial-automation-systems.blogspot.com/2010/08/industrial-electric-ac-induction-motor.html>
- [15] Amrens "Construction of Induction Motors," 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://amrenss.blogspot.com/2020/01/construction-of-induction-motors.html>
- [16] Devo Gear Drive, "Structur Drawing of WP Series Worm Gearbox. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.devogearbox.com/single-stage-wpa-series-worm-gearbox-wpa-100.html>
- [17] Indonesia Marine Equipment, "Perbedaan Kopling Tetap dan Kopling Tidak Tetap di Marine". [Daring]. Tersedia pada: <https://inameq.com/hull-and-outfitting/house-and-coupling/jenis-jenis-kopling/>
- [18] S. Singh dan B. Bhushan, "Finite Element Analysis and Wight Reduction of Flange Coupling," 2017. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.semanticscholar.org/paper/FINITE-ELEMENT-ANALYSIS-AND-WEIGHT-REDUCTION-OF-CAE-Singh-Bhushan/50f4460e14c4a5c52f98bf46262ea03aed259fa6>
- [19] A. Pambubudi Dkk, "Analisa dan Perhitungan Baut dan Mur Pada Sambungan Kopling Flens," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, 2022, doi: 10.5281/zenodo.5892468.
- [20] Taufiqullah, "Kopling Tak Tetap," 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.tneutron.net/industri/kopling-mesin-tidak-tetap/>
- [21] P. Bahadi dan Riyanta, "Pengaruh Penggunaan Media Sangrai Pasir Hitam dan Pasir Putih Terhadap Rendemen dan Bilangan Asam Minyak Kemiri Dari Daerah NTT," *J. Ilm. MANUNTUNG*, 7(1), 6-11, 20, vol. 7, no. 1, pp. 6–11, 2021, doi: 10.51352/jim.v7i1.401.
- [22] R. Sutiofani, A. Riyanta, dan Purgiyanti, "Pengaruh Rasio Biji Kemiri dan Pasir Hitam Sebagai Media Sangrai Terhadap Karakteristik Fisik Minyak Kemiri Daerah Kalimantan," *Pharm. J. Indones.*, vol. 13, 2021, doi: 10.30595/pharmacy.v18i2.8960.
- [23] K. Syska dan Ropiudin, "Perpindahan Panas ada Pengering Tipe Drum Berputar pada Kondisi Tanpa Beban," vol. 3, no. 1, pp. 1–15, 2020, doi: 10.32530/agroteknika.v3i1.68.
- [24] F. Mananoma, A. Sutrisno, dan S. Tangkuman, "Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 HP," *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/13793>

- [25] H. Sonawan, *Perancangan Elemen Mesin*, Revisi. Bandung: ALFABETA, 2014.
- [26] F. Lubis, R. Pane, S. Lubis, M. A. Siregar, dan B. S. Kusuma, “Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor,” vol. 2, no. 2, pp. 51–57, 2021, doi: 10.53695/jm.v2i2.584.
- [27] Sularso dan K. Suga, *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 1997.
- [28] L. Ningsih, “The Chemical Quality of Maggot Flour Uses Sangrai Method Processing,” *J. Dev. Res.*, pp. 56–60, 2021, doi: 10.28926/jdr.v5i1.140.
- [29] J.P. Holman, *Heat Transfer, Tenth*. McGraw-Hill, 2009. [Daring]. Tersedia pada: https://ia902207.us.archive.org/34/items/JackP.HolmanHeatTransferTenthEdition/%5BJack_P._Holman%5D_Heat_Transfer%2C_Tenth_Edition.pdf
- [30] F. Nopriandy and L. D. Anjiu, “Kajian Eksperimental Mesin Sangrai Kopi Semi Otomatis Tipe Drum Rotari,” vol. 12, no. 02, pp. 161–168, 2023, doi: 10.24127/trb.v12i2.2313.

