

## KARAKTERISTIK BIOREAKTOR DENGAN SISTEM KENDALI SUHU SEBAGAI INSTRUMEN FERMENTASI PEMBUATAN PRODUK MASIN BERBAHAN BAKU UDANG REBON (*Mysis relicta*)

Sopyan Ali Rohman<sup>1\*</sup>, Shafwan Amrullah<sup>2</sup>, Diana Rahayu Maulana<sup>1</sup>, Nurkholis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia, 84371

<sup>2</sup>Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia, 84371

### ABSTRAK

Masin merupakan salah satu makanan tradisional Sumbawa yang berbahan baku udang rebon. Salah satu cara meningkatkan produktifitas pembuatan masin adalah mengoptimalkan proses fermentasi dengan mempertahankan temperatur fermentasi selama proses produksi pada suhu optimal. Pada penelitian ini akan dilakukan karakterisasi bioreaktor masin dengan kontrol suhu otomatis. Bioreaktor dirancang berbentuk kubus dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm yang dilengkapi dengan pemanas dan pengontrol suhu menggunakan Arduino. Setelah itu, *setting point* bioreaktor diatur pada suhu 37°C. Proses selanjutnya adalah pengujian kadar air, kadar protein, kadar lemak dan jumlah mikroba dari sampel pada hari ketiga dan ketujuh fermentasi, kemudian dibandingkan antara produk masin menggunakan bioreaktor dengan masin yang diproduksi secara tradisional. Hasil penelitian ini memperlihatkan nilai rata-rata suhu reaktor pada hari ketiga adalah 37,27°C, sedangkan pada hari ketujuh suhu rata-rata bioreaktor sebesar 37,14°C. Kadar air dan kadar lemak tertinggi didapatkan pada sampel yang menggunakan bioreaktor pada hari ketujuh yaitu 62,36% dan 2,44%. Kadar protein tertinggi didapatkan pada sampel yang menggunakan bioreaktor pada hari ketiga yaitu 12,32%. Jumlah mikroba terendah diperoleh pada sampel yang menggunakan bioreaktor pada hari ketujuh yaitu  $13 \times 10^4$ . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biorektor masin yang dirancang dapat mempercepat proses pembuatan masin.

**Kata kunci :** bioreaktor; masin; setting point; suhu.

### ABSTRACT

*Masin is one of the traditional foods in Sumbawa which is made from rebon shrimp. One way to increase the productivity of masin is to optimize the fermentation process by maintaining the fermentation temperature during the production process at an optimal temperature. In this research, the characterization of a masin bioreactor with automatic temperature control will be carried out. The bioreactor is designed in the form of a cube with a size of 50 cm x 50 cm x 50 cm which is equipped with a heater and temperature controller using Arduino. Then, the setting point of the bioreactor was set at 37°C. The next process is testing the water content, protein content, fat content and the number of micro organisme from the samples on the third and seventh day of fermentation, then compared between masin products using a bioreactor and traditional masin. The results of this study showed that the average reactor temperature on the third day was 37.27°C, while on the seventh day the average temperature of the bioreactor was 37.14°C. The highest water content and fat content were obtained in samples using a bioreactor on the seventh day, namely 62.36% and 2.44%, respectively. The highest protein content was found in samples using a bioreactor on the third day was 12.32%. The lowest number of micro organisme was obtained in samples using a bioreactor on the seventh day was  $13 \times 10^4$ . The results of this study indicate that the designed masin bioreactor can speed up the process of making masin.*

**Keywords :** masin; bioreactor; setting point; temperature.

\* Sopyan Ali Rohman

Email: [sopyan.ali.rohman@uts.ac.id](mailto:sopyan.ali.rohman@uts.ac.id)

Diterima 27 Januari 2021; Penerimaan hasil revisi 02 Juli 2021; Disetujui 05 Agustus 2021

Tersedia online September 2021

AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin © 2021

## 1. PENDAHULUAN

Makanan fermentasi adalah salah satu cara pengolahan makanan dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk memodifikasi substrat menjadi produk yang dapat dimakan. Selama fermentasi, mikroorganisme mengubah komposisi kimia bahan baku, yang memperkaya nilai gizi yang memberikan manfaat kesehatan bagi konsumen (Tamang et al. 2016). Makanan fermentasi ini banyak ditemukan dikarenakan pembuatan yang relatif mudah dan murah (Moede et al. 2017). Dengan adanya metode fermentasi ini juga memberikan sumbangsih terhadap peningkatan taraf hidup para pelaku usaha di bidang perikanan dan kelautan (KKP, 2020).

Sumbawa memiliki makanan fermentasi tradisional yaitu masin. Masin merupakan salah satu makanan khas Sumbawa berupa sambal yang terbuat dari udang rebon sebagai bahan baku utama dengan campuran cabai yang telah dihaluskan, garam dan asam jawa kemudian di fermentasi. Pembuatan dengan metode fermentasi menyebabkan masin memiliki ciri khas sambal yang baik dan tahan lama, dimana merupakan efek dari adanya kandungan asam dari hasil fermentasi. Lama fermentasi produk masin adalah tujuh sampai dengan empat belas hari dalam keadaan anaerob (Amrullah et al. 2017; Rahayau dan Amrullah, 2019).

Produk masin yang baik diciri-cirikan dengan udang yang digunakan sebagai bahan baku telah hancur karena terurai oleh bakteri fermentasi. Selain itu, terlihat bahwa produk masin keruh dan kental dengan fisik seperti pasta atau saus. Sifat fisik yang dapat teramati ini bergantung pada kondisi operasi masin yang baik, yaitu pada suhu sekitar 37°C yang merupakan suhu optimum bakteri asam laktat khususnya *lactobacillus casei* (Ramzi, 2016). Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi para produsen masin agar suhu yang optimum tersebut dapat tercapai.

Menjaga suhu selama proses pembuatan makanan fermentasi pada suhu optimum bakteri berkembang dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri optimum sehingga proses fermentasi makanan tersebut lebih cepat dan menyebabkan hasil yang lebih baik. Oleh sebab itu, perlu adanya teknologi khusus yang dapat menjaga suhu proses tetap stabil, salah satunya adalah reaktor khusus yang dilengkapi dengan

instrument pengontrol suhu (Asmawati et al. 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bioreaktor masin dengan sistem kontrol suhu menggunakan metode *on-off* kemudian hasil produksi masin menggunakan bioreaktor tersebut dibandingkan dengan masin yang diproduksi secara tradisional. Bioreaktor yang dikembangkan dalam penelitian ini berskala sedang untuk mengembangkan teknologi bagi usaha masin di Desa Jotang, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Pembuatan Bioreaktor

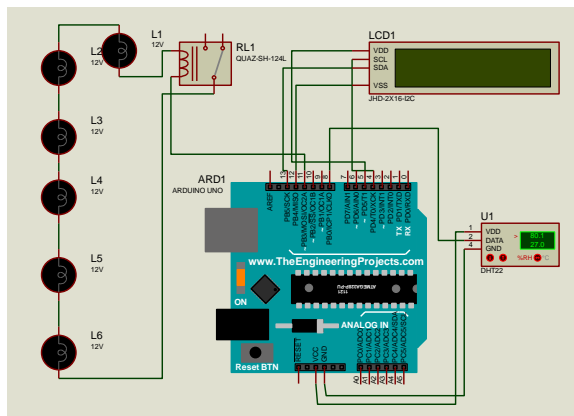
Bioreaktor dibuat dengan bahan kayu dengan ketebalan 3 cm berbentuk kubus dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Di dalam kubus kayu tersebut diletakkan wadah masin dengan kapasitas maksimal 18 liter yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Sensor suhu yang digunakan untuk sistem kendali adalah *grove infrared temperature* dan aktuator yang digunakan berupa heater yaitu 6 buah lampu pijar dengan daya masing-masing 10 W. Hasil dari rancangan yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kontruksi bioreaktor

Sistem pengendalian suhu yang dibuat menggunakan *microcontroler* Arduino Uno dengan input berupa sinyal dari sensor temperatur infra merah. Output pengendalian suhu dihubungkan ke relay untuk mengendalikan aktuator berupa *heater* yaitu lampu pijar. Pengendalian yang digunakan adalah metode *on-off*, aktuator (lampu pijar) akan mati ketika suhu reaktor mencapai *setting point* dan akan hidup apabila suhu reaktor dibawah *setting point* sehingga menghasilkan suhu bioreaktor yang

stabil dengan sekecil mungkin steady state error dan overshoot yang tidak melebihi suhu kritis bakteri *lactobacillus casei*. Rangkaian sistem kendali ditunjukkan pada Gambar 2.



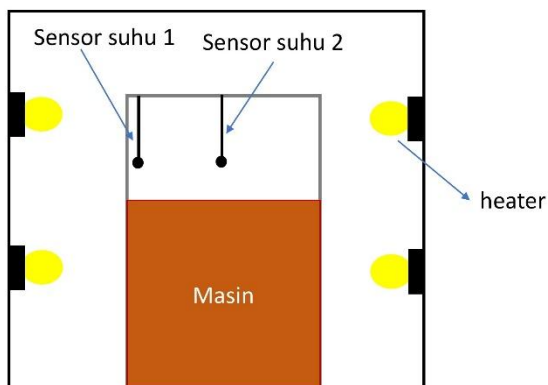
Gambar 2. Skema rangkaian elektronik Alat kontrol

### 2.2. Pembuatan Masin

Pembuatan masin dilakukan dengan mencampurkan 2 kg udang rebon, yang selanjutnya pencampuran bumbu yang terdiri dari garam sebanyak 100 g, cabai rawit yang telah dihaluskan sebanyak 1 kg, asam jawa sebanyak 30 g, gula pasir sebanyak 50 g serta bumbu penyedap sebanyak 5 g. Setelah itu diaduk menggunakan sendok stainless steel hingga rata. Selanjutnya adonan difermentasi dengan beaoreaktor dan dengan cara tradisional.

### 2.3. Karakterisasi Bioreaktor

Target sistem kontrol ini adalah untuk mempertahankan temperatur fermentor pada suhu optimum bakteri *lactobacillus casei*. Selain itu, dilakukan pengukuran sebaran panas bioreaktor dengan memasan dua buah sensor suhu untuk mengukur bagian pinggir dan tengah wadah masin. Gambar 3 menunjukkan pemasangan sensor suhu.



Gambar 3. Pemasangan sensor suhu bioreaktor

Fermentasi masin dengan bioreaktor dan cara tradisional dilakukan selama tujuh. Pengukuran suhu dan stabilitas suhu dilakukan pada hari ketiga dan ketujuh. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis menggunakan perhitungan *error* dan nilai rata-rata yang digunakan untuk menyimpulkan hasil dari percobaan pengukuran suhu yang akan dilakukan.

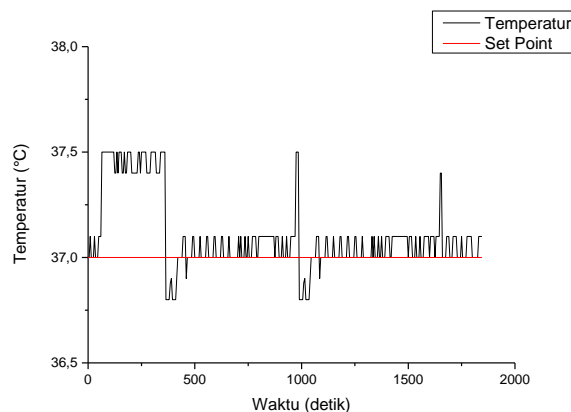
### 2.4. Pengujian Produk Masin

Pada tahap ini dilakukan pengujian produk masin yaitu uji kadar air, uji kadar protein dan uji kadar lemak serta uji mikroba untuk mengetahui mengetahui performa bioreaktor. Sampel diperoleh dari hasil fermentasi hari ketiga dan hari ketujuh. Hasil pengujian produk masin dengan bioreaktor dibandingkan dengan produk masin dari fermentasi secara tradisional.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Uji Kestabilan Suhu Bioaktor

Grafik pengukuran suhu fermentor untuk hari ketiga fermentasi menggunakan *serial plotter* Arduino disajikan pada gambar 4.

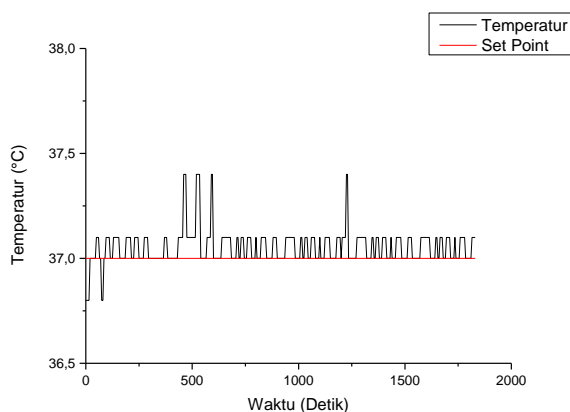


Gambar 4. Hubungan antara waktu dan perolehan suhu pada hari ketiga

Gambar 4 menunjukkan bahwa setelah mencapai *setting point* diperoleh maksimum *positive error* sebesar 0,2°C dan maksimum *negative error* yang diperoleh adalah -0,5°C. Sehingga dari data tersebut temperatur optimum fermentasi dapat diperoleh *overshoot* tidak melewati ambang batas temperatur optimum untuk bakteri asam laktat khususnya *lactobasilus Sp* dan *streptocous Sp* yaitu 40°C seperti yang dilakukan oleh (Wang et al. 2005).

Untuk hasil pengujian perolehan suhu dengan waktu fermentasi tujuh hari dapat dilihat

pada Gambar 5. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa sistem pengendali suhu tidak berbeda jauh dengan temperatu pada hari ketiga analisis error dengan sampling time 5 detik selama 10 menit, setelah mencapai setting point diperoleh bahwa *positive error* 0,2 °C . Maksimum *negative error* yang diperoleh adalah -0,5 °C. Hal ini sejalan dengan apa yang diungkapkan oleh Wang et al (2005).



Gambar 5. Hubungan antara waktu dan perolehan suhu pada hari ketujuh

Tabel 1 menunjukkan bahwa suhu rata-rata bioreaktor pada hari ketiga adalah 37,27 °C dan pada hari ketujuh 37,14. Suhu bioreaktor pada wadah masin merata berdasarkan hasil pengukuran sensor 1(T<sub>1</sub>) dan sensor 2 (T<sub>2</sub>). Hal ini disebabkan karena energi dari *heater* dapat meningkatkan suhu seluruh masin secara merata sampai dengan suhu optimum. Berdasarkan hasil pengukuran suhu terdapat *error* yang masih dapat diterima karena tidak melebihi temperatur kritis fermentasi bakteri asam laktat.

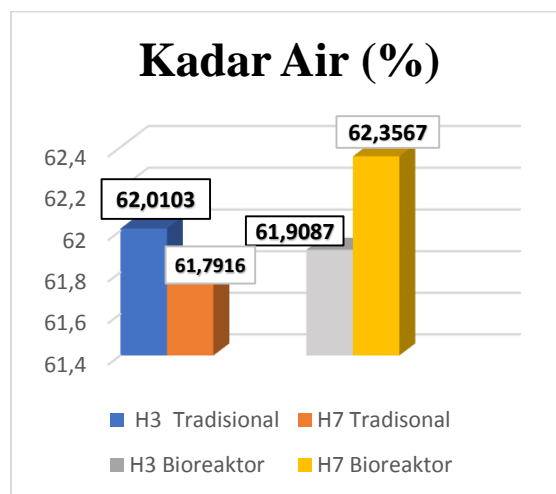
Tabel 1. Suhu rata-rata bagian pinggir dan bagian bagian tengah bioreaktor masin pada hari ke tiga dan hari ke tujuh.

	Suhu (°C)			
	Hari ke 3		Hari ke 7	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Pengukuran I	37,56	37,20	37,14	37,02
Pengukuran II	37,11	37,20	37,16	37,10
Pengukuean III	37,14	37,20	37,14	37,10
Rata-rata	37,27	37,20	37,14	37,07

### 3.2. Hasil pengujian Produk Fermentasi

Gambar 6 menunjukkan bahwa rata-rata hasil pengujian kadar air masin dengan cara tradisional pada hari ketiga adalah 62,01% dan

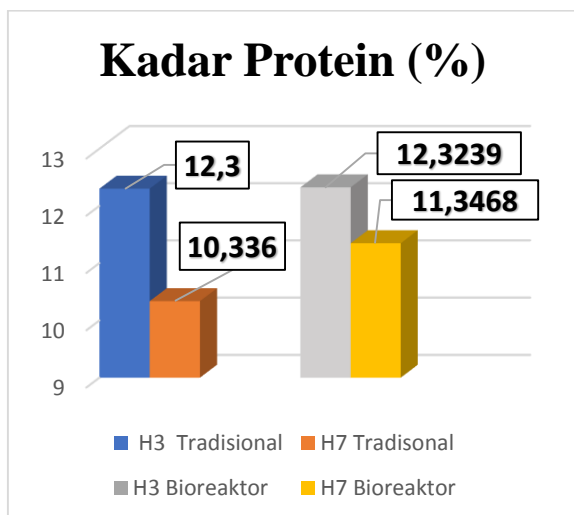
hari ketujuh adalah 61,79% sedangkan menggunakan bioreaktor pada hari ketiga 61,91% dan hari ketujuh sebesar 62,36%. Dari data tersebut terlihat bahwa masin menggunakan bioreaktor dengan sistem kontrol suhu memiliki kadar air tertinggi pada hari ketujuh Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi suhu didalam bioreaktor optimum sehingga pertumbuhan bakteri asam laktat optimum dan air merupakan salah satu produk fermentasi. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Manguntungi et al. (2020) yaitu semakin tinggi kinerja proses fermentasi, menyebabkan semakin tinggi kadar air yang dihasilkan.



Gambar 6. Grafik kadar air pada produk masin pada hari ketiga dan ketujuh dengan bioreaktor dan fermentasi secara tradisional

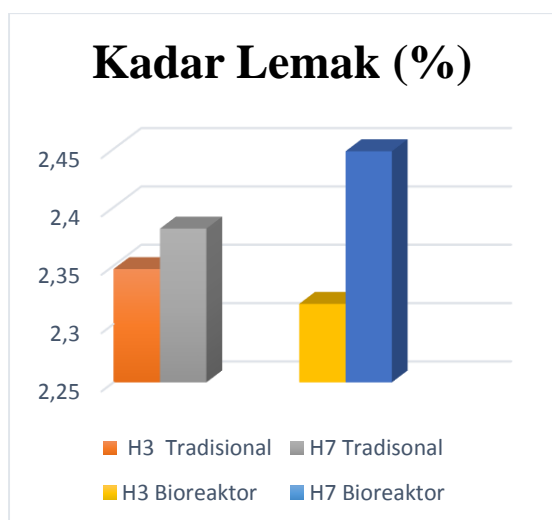
Selain kadar air, kadar protein merupakan salah satu indikator yang harus dilihat pada saat pengujian produk bioreaktor masin. Gambar 7 menunjukkan bahwa rata-rata hasil pengujian kadar protein pada masin yang diproduksi dengan cara tradisional pada hari ketiga adalah 12,3% dan hari ketujuh sebesar 10,34% sedangkan hasil pengujian dengan bioreaktor menggunakan sistem kontrol temperatur pada hari ketiga adalah 12,32% dan pada hari ketujuh sebesar 11,35%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa masin dengan kadar protein tertinggi terdapat pada hari ketiga. Hal ini kemungkinan disebabkan karena proses fermentasi lebih terkendali, yaitu dengan menjaga suhu optimal reaktor bekerja. Hal ini sejalan dengan Yuwono dan Soehartanto (2013). Akan tetapi terjadi penurunan kadar protein pada produk dengan semakin lama waktu fermentasi berlangsung, hal ini kemungkinan dikarenakan selama berlangsung proses fermentasi terjadi

pemecahan senyawa-senyawa protein yang kompleks menjadi peptida-peptida yang lebih sederhana sehingga akan mempengaruhi jumlah total nitrogen dalam hal ini adalah kadar protein menjadi berkurang. Pemecahan senyawa protein kompleks ini akan diikuti oleh pelepasan senyawa-senyawa lain (Susilowati, 2010).



Gambar 7. Grafik kadar protein

Kadar lemak dari produk fermentasi masin merupakan acuan penilaian kualitas dari produk masin yang dihasilkan. Kadar lemak dari produk dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik kadar lemak produk masin

Gambar 8 menunjukkan bahwa rata-rata hasil dari pengujian kadar lemak pada masin dengan cara tradisional yaitu pada hari ketiga adalah 2,35% dan hari ketujuh sebesar 2,38%). Sedangkan hasil pengujian dengan bioreaktor pada hari ketiga yaitu 2,32% dan hari ketujuh

sebesar 2,44%. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa masin dengan kadar lemak kasar tertinggi yaitu pada bioreaktor hari ketujuh dan kadar lemak kasar terendah yaitu pada bioreaktor di hari ketiga. Peningkatan kadar lemak dapat terjadi karena mikroorganisme memproduksi minyak mikroba selama proses fermentasi, dimana mikroorganisme adalah sel hidup lainnya yang mampu menghasilkan lipid atau lemak (Kusmarwati et al. 2011).

Kadar bakteri yang terkandung dalam produk masin dapat dilihat pada Tabel 2. Proses fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Bakteri asam laktat sangat berperan penting dalam proses fermentasi.

Tabel 1. Hasil perhitungan jumlah bakteri

Metode <i>Total Plate Count</i> (TPC)	
Waktu	Hasil
H3 Biasa	18x10 <sup>4</sup>
H7 Biasa	16x10 <sup>4</sup>
H3 Bioreaktor	11x10 <sup>4</sup>
H7 Bioreaktor	3x10 <sup>4</sup>

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah bakteri asam laktat pada masin yang difermentasikan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan proses fermentasi yang digunakan menggunakan fermentasi tipe *batch process*. Rusman dan Iman (2008) menyebutkan bahwa fermentasi tipe *batch process* merupakan fermentasi dengan cara memasukkan media dan inokulum secara bersamaan kedalam bioreaktor dan pengambilan produk dilakukan pada akhir fermentasi. Pada sistem batch, bahan media dan inokulum dalam waktu yang hampir bersamaan dimasukkan kedalam bioreaktor, dan pada saat proses berlangsung akan terjadi perubahan kondisi didalam bioreaktor seperti nutrisi akan berkurang, produk serta limbah.

#### 4. KESIMPULAN

Pada Penelitian ini, rancangan sistem kontrol temperatur ini mampu mempertahankan suhu reaktor pada kondisi optimal fermentasi masin, yaitu 37,2°C dan distribusi panas pada wadah masin merata diseluruh masin dibuktikan dengan hasil pengukuran suhu pada pinggir wadah dan bagian tengah wadah memiliki *error* 0,18%.

Selain itu, hasil pengujian kadar air, kadar protein, kadar lemak dan jumlah bakteri produk masin yang menggunakan bioreaktor lebih baik

dan menunjukkan proses fermentasi yang optimal dari pada hasil produksi dengan cara tradisional . kadar air masin tertinggi diperoleh pada hari ketujuh fermentasi menggunakan bioreaktor yaitu sebesar 62,36%. Kadar protein tertinggi terdapat pada hari ketiga fermentasi menggunakan bioreaktor yaitu sebesar 12,32%. Kadar lemak kasar tertinggi diperoleh dengan bioreaktor pada hari ketujuh fermentasi sebesar 2,44%.

Jumlah bakteri pada produk masin dengan bioreaktor pada hari ketujuh adalah terendah menunjukkan bahwa proses fermentasi selesai dan siap dikemas, sehingga dengan demikian pembuatan masin dengan bioreaktor yang dilengkapi dengan pengontrol suhu dapat mempercepat pembuatan masin sampai dengan tujuh hari.

## REFERENSI

- Amrullah, S., Perdan, I., & Budiman, A. (2017). Study on Performance and Environmental Impact of Sugarcane-Bagasse Gasification. *In Joint International Conference on Science and Technology in The Topic* (pp. 121-127). Mataram, Indonesia: University of Mataram, University of Malaya, Indonesia.
- Asmawati, Jumisayati, & Saputrayadi, A. (2020). Analisis Mutu Sambal Masin (Khas Sumbawa) pada Berbagai Konsentrasi Garam dan Asam. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)*, 13 (2), 403-411.
- Kementerian kelautan dan Perikanan RI (2020). Informasi Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan (PPDPI) Periode Tanggal 16 - 17 November 2020.
- Kusmarwati, Arifah., Heruwati, E.S., Utami, T., & Rahayu. E.S. (2011). Pengaruh Penambahan *Pediococcus Acidilactici* F-11 Sebagai Kultur Starter Terhadap Kualitas Rusip Teri (*Stolephorus Sp.*), *Jurnal Pascapanendan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 6(1).
- Manguntungi, B., Saputri, D.S., Mustopa, A.Z., Ekawati, N., Nurfatwa, M., Prastyowati, Irawan, S., Vanggy, L.R., & Fidien, K.A. (2020). Antidiabetic, antioxidants and antibacterial activities of lactic acid bacteria (lab) from masin (fermented sauce from sumbawa, west nusa tenggara, indonesia). *Annales Bogorienses*, 24(1), 27-34.
- Moede, F.H., Gonggo, S.T., & Ratman (2017). The Influence of A Long Time Fermentation Against bioethanol levels of Starch Sweet Potato is Yellow (*Ipomea batatas L.*). *J. Akad. Kim.* 6(2), 86-91.
- Rahayu, T.E.P.S., Amrullah, S. (2029). Kinetika Desorpsi Urea Dari Karbon Berpori Teroksidasi Asam Sulfat Sebagai Slow Release Fertilizer. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. 1 (1).
- Ramzi, Y.I. (2016). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Masin Udang Rebon (*Mysis Relicta*). Skripsi. Universitas Mataram: Mataram.
- Rusmana, Iman. (2008). Sistem Opeasi Fermentasi. Departemen Biologi FMIPA IPB : Bogor
- Susilowati A. 2010. Pengaruh Aktivitas Proteolitik *Aspergillus sp.* Dalam Perolehan Asam-asam Amino sebagai Fraksi Gurih Melalui Fermentasi Garam pada Kacang Hijau (*Phaseolus Radiates L.*). *Rubrik Tenologi Pangan* 19(1), 13-17.
- Tamang JP, Watanabe K, Holzapfel WH. 2016. Review: Diversity of microorganisms in gLoLAB fermented foods and beverages. *Front Microbiol* 7: 1-28.
- Wang, Y., Corrieu, G., & Béal, C. (2005). Fermentation pH and temperature influence the cryotolerance of *Lactobacillus acidophilus* RD758. *Journal of Dairy Science*, 88(1), 21–29. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72658-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72658-8).
- Yuwono, C.W. & Soehartanto, T. (2013). Perancangan sistem pengaduk pada bioreaktor batch untuk meningkatkan produksi biogas. *Jurnal teknik pomits*, 2(1), F-141-F-416.