

**PERTUMBUHAN JAMUR *Saccharomyces cerevisiae* PADA VARIASI
KONSENTRASI HIDROGEN PEROKSIDA DALAM SUBSTRAT HIDROLISAT
SERAT LIMBAH *Glacilaria* sp. MENGGUNAKAN METODE TURBIDIMETRI**

SKRIPSI

Oleh

IQLIMATUS SA'ADAH

22001061033



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

TAHUN 2024

**PERTUMBUHAN JAMUR *Saccharomyces cerevisiae* PADA VARIASI
KONSENTRASI HIDROGEN PEROKSIDA DALAM SUBSTRAT HIDROLISAT
SERAT LIMBAH *Glacilaria* sp. MENGGUNAKAN METODE TURBIDIMETRI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang**

Oleh

IQLIMATUS SA'ADAH

22001061033



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
TAHUN 2024**

ABSTRAK

Iqlimatus Sa'adah (NPM. 22001061033) Pertumbuhan Jamur *Saccharomyces Cerevisiae* pada Variasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida dalam Substrat Hidrolisat Serat Limbah *Glacilaria* sp. Menggunakan Metode Turbidimetri

Pembimbing (1) Ir. Ahmad Syauqi, S.Si., M.Si; (2) Majida Ramadhan., S.Si, M.Si

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme eukaroit, uniseluler dan tidak berklorofil dari anggota Kingdom Fungi. Polisakarida berupa selulosa dan pati berperan penting dalam metabolisme organisme hidup. Limbah alga merah *Glacilaria* sp. mengandung serat kasar berupa hidrolisat selulosa yang dapat digunakan sebagai media pertumbuhan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pertumbuhan dan jumlah sel *Saccharomyces cerevisiae* selama waktu tertentu dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. pada variasi konsentrasi hidrogen peroksida menggunakan metode turbidimetri. Metode penelitian ini adalah eksperimental menggunakan konsep Rancangan Acak Kelompok (RAK) sebanyak lima perlakuan dan tujuh ulangan dengan variasi konsentrasi 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm dalam waktu 7x24 jam. Analisis varian terhadap jumlah sel tidak berdistribusi normal menurut uji Kolmogorof-Smirnov, sehingga hasil deskripsi dilakukan berdasarkan waktu pertumbuhan. Konsentrasi hidrogen peroksida 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm menunjukkan pertumbuhan tertinggi berturut-turut sebanyak 18.880.307 (6x24 jam), 7.559.514 (2x24 jam), 5.970.734 (4x24 jam), 6.856.399 (6x24 jam) dan 5.377.264 (6x24 jam). Reaksi oksidatif hidrogen peroksida konsentrasi 25 dan 50 ppm pada strain ragi *Saccharomyces cerevisiae* dapat mempercepat laju pertumbuhan sel, namun tidak diikuti masa hidup yang lebih lama. Sedangkan konsentrasi 75 dan 100 ppm dapat menghambat pertumbuhan sel karena tingkat homeostatisnya tidak seimbang dengan banyaknya konsentrasi hidrogen peroksida. Substrat pertumbuhan, konsentrasi H₂O₂ dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae*.

Kata Kunci: *Saccharomyces cerevisiae*, *Glacilaria* sp., Hidrogen Peroksida, Turbidimetri



ABSTRACT

Iqlimatus Sa'adah (NPM. 22001061033) Growth of *Saccharomyces Cerevisiae* Fungus on Varying Hydrogen Peroxide Concentrations in *Glacilaria* sp. Waste Fiber Hydrolyzate Substrates Using the Turbidimetric Method

Supervisor (1) Ir. Ahmad Syauqi, S.Si., M.Si; (2) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si

Saccharomyces cerevisiae is a eukaryotic, unicellular and non-chlorophyll microorganism from members of the Kingdom Fungi. Polysaccharides in the form of cellulose and starch play an important role in the metabolism of living organisms. Red algae waste *Glacilaria* sp. contains crude fiber in the form of cellulose hydrolyzate which can be used as a growth medium. The aim of this research is to determine the growth and number of *Saccharomyces cerevisiae* cells over a certain time in the hydrolyzate substrate of *Glacilaria* sp. waste fiber. on variations in hydrogen peroxide concentration using the turbidimetric method. This research method was experimental using the concept of Randomized Block Design (RAK) with five treatments and seven replications with varying concentrations of 0, 25, 50, 75 and 100 ppm within 7x24 hours. Variance analysis of the number of cells was not normally distributed according to the Kolmogorof-Smirnov test, so the results were described based on growth time. Hydrogen peroxide concentrations of 0, 25, 50, 75 and 100 ppm showed the highest growth respectively of 18,880,307 (6x24 hours), 7,559,514 (2x24 hours), 5,970,734 (4x24 hours), 6,856,399 (6x24 hours) and 5,377,264 (6x24 hours). The oxidative reaction of hydrogen peroxide at concentrations of 25 and 50 ppm in the yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* can accelerate the rate of cell growth, but is not followed by a longer life span. Meanwhile, concentrations of 75 and 100 ppm can inhibit cell growth because the homeostatic level is not balanced with the large concentration of hydrogen peroxide. Growth substrate, H₂O₂ concentration and incubation time influence the growth of *Saccharomyces cerevisiae* cells.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, *Glacilaria* sp., Hydrogen Peroxide, Turbidimetry

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saccharomyces cerevisiae atau khamir telah banyak berkontribusi dalam berbagai industri termasuk bioteknologi konvensional maupun bioteknologi modern rekayasa genetika. Hasil penelitian yang diperoleh dari studi khamir, dapat digunakan untuk menguji obat dan terapi baru serta dapat diaplikasikan untuk memahami penyakit pada manusia karena memiliki persamaan pada proses selulernya. Khamir merupakan mikroorganisme eukariot penghasil amilase yang cukup berpotensi selain bakteri dan kapang. *Saccharomyces cerevisiae* lazim digunakan untuk proses fermentasi makanan tradisional, pembuatan roti, bir dan pembuatan alkohol atau etanol (Khodijah & Abtokhi, 2015). Khamir berbeda dari kapang yang tumbuh dengan pembentukan filamen, sehingga prosesnya lebih lambat dibandingkan khamir. Khamir juga berbeda dari ganggang karena tidak dapat melakukan fotosintesis dan berbeda dengan protozoa karena memiliki dinding sel yang tegar. Khamir juga dapat dibedakan dari bakteri karena ukurannya yang lebih besar dan bentuknya berbeda. (Saraswati, 2019).

Saccharomyces cerevisiae banyak berkontribusi dalam penelitian bioteknologi karena kemampuan fermentasinya yang beragam, siklus hidupnya singkat dan reproduksi yang tinggi. Jamur ini tumbuh pada substrat yang mengandung gula seperti pada bunga, buah-buahan dan bagian gabus dari pohon (Sa'adah, 2018). Dalam proses pertumbuhan, khamir memerlukan substrat atau medium yang sesuai dengan kebutuhannya. Pertumbuhan sel mikroorganisme ini dalam berbagai substrat telah menjadi fokus penelitian intensif karena potensi aplikasinya dalam berbagai bidang antara lain memiliki daya konversi glukosa menjadi etanol yang tinggi. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim hidrolase dan enzim invertase. Enzim hidrolase berfungsi sebagai pemecah sukrosa (disakarida) menjadi glukosa (monosakarida) sedangkan enzim invertase berfungsi untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Khamir melakukan proses fermentasi anaerobik yang tidak memerlukan oksigen, mengubah senyawa organik gula menjadi energi, etanol dan karbon dioksida. Khamir juga tidak memerlukan sinar matahari dalam proses pertumbuhannya.

Saccharomyces cerevisiae memerlukan media dan lingkungan yang sesuai dengan kehidupannya. Jamur ini dapat tumbuh pada medium atau substrat yang mengandung glukosa dengan konsentrasi tinggi karena mampu memanfaatkan senyawa gula yang

dihasilkan oleh mikroorganisme selulotik untuk pertumbuhannya (Khazalina, 2020). Namun, kadar gula yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sel mencapai titik jenuhnya, sehingga dapat meningkatkan tekanan osmosis yang dapat merugikan pertumbuhan jamur jenis *Saccharomyces cerevisiae* (Douradinho *et al.*, 2023).

Saccharomyces cerevisiae sering kali digunakan sebagai model organisme untuk memahami biokimia dan genetika serta mengembangkan teknologi fermentasi yang lebih efektif. Mikroorganisme ini memiliki tingkat efektifitas yang tinggi dalam memanfaatkan karbohidrat untuk sumber energinya. Gula merupakan substrat utama yang digunakan khamir selama fermentasi. Beberapa contoh gula yang digunakan *Saccharomyces cerevisiae* adalah sukrosa, fruktosa dan glukosa. Dalam berbagai proses bioteknologi khususnya produksi bioenergi dan fermentasi, substrat yang sering kali digunakan adalah substrat gula serat (Ridhani & Aini, 2021). Substrat ini berasal dari bahan yang mengandung gula sebagai hidrolisat dan serat sebagai sumber nutrisi. Substrat gula serat dapat digunakan untuk mendukung pertumbuhan sel jamur *Saccharomyces cerevisiae*, terutama jika serat tersebut dapat diubah menjadi gula dan dicerna oleh khamir. Substrat gula serat ini dapat diperoleh dari bahan-bahan alami atau hasil limbah pertanian hingga limbah pabrik.

Pada penelitian Ilfathoniyah (2023), dikatakan bahwa kandungan serat pada limbah rumput laut *Glacilaria* sp. lebih tinggi dari pada rumput laut spesies yang lain. Selain kandungan serat, limbah ini juga memiliki kandungan karbohidrat yang berperan penting dalam pembentukan gel karagenan karena merupakan sumber energi bagi jamur yang terlibat dalam proses fermentasi. Kandungan karbohidrat dalam bentuk polisakarida ini dapat dihidrolisis menjadi glukosa dan dapat digunakan sebagai sumber energi oleh mikroba. Menurut Sandi *et al.*, (2018), karbohidrat pada rumput laut dapat berfungsi sebagai penentu kadar suatu gula reduksi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis. Semakin banyak karbohidrat maka semakin banyak gula reduksi yang dihasilkan.

Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan senyawa kimia yang tergolong agen pengoksidasi kuat (Fuadi & Sulistya, 2008). Senyawa ini diproses dalam organel yang dikelilingi membran tunggal pada sel eukariot bernama peroksisom. Organel ini berperan dalam pembentukan dan degradasi hidrogen peroksida. Dalam konteks biologis, oksidasi sering dikaitkan dengan proses metabolisme, di mana nutrisi dioksidasi untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk fungsi seluler. Hidrogen peroksida dapat digunakan sebagai agen pengoksidasi untuk menghidrolisis karbohidrat seperti dekstrin pati jagung menjadi glukosa yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk

pertumbuhan mikroba. Karbohidrat dan hidrogen peroksida memiliki hubungan yang kompleks dalam beberapa aspek biokimia dan aplikasi industri. Karbohidrat dapat dihidrolisis menjadi glukosa dan dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba, sedangkan hidrogen peroksida dapat digunakan sebagai agen pengoksidasi untuk menghidrolisis karbohidrat dan sebagai katalis dalam beberapa reaksi kimia. Katalis ini berperan penting dalam sintesis protein, karbohidrat, lemak dan proses respirasi mikroba. Katalis secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba dengan menghambat atau mempercepat reaksi kimia dalam tubuh mikroba. Ragi merupakan sistem yang ideal untuk mempelajari pembentukan peroksisom, karena organel ini memiliki peran dalam kehidupan sel ragi, meskipun hanya dalam kondisi nutrisi tertentu (Klei & Veenhuis, 2006).

Khopsoh *et al.* (2022), mengatakan bahwa hidrogen peroksida merupakan zat kimia ramah lingkungan dan tidak berpengaruh pada kesehatan manusia. Menurut Merino *et al.* (2019), senyawa kimia hidrogen peroksida dapat melepaskan mikroorganisme *Salmonella* sp. Penelitian Andriyanto *et al.* (2018), membuktikan bahwa hidrogen peroksida dengan konsentrasi tertentu juga efektif menekan tingkat investasi dan prevalensi parasit *Dactylogyrus* sp., *Grodactylus* sp. dan *Trichodina* sp. Pernyataan ini menguatkan bahwa hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel dan dapat bertindak sebagai antibakteri dan antijamur dalam kadar konsentrasi tertentu.

Paparan hidrogen peroksida sebanyak 7 ppm telah dilaporkan menyebabkan iritasi paru-paru pada manusia (Abdollahi & Hosseini, 2014). Pada buku *Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals* Volume 8 yang diterbitkan pada tahun 2010, disebutkan bahwa konsentrasi hidrogen peroksida 0,5 hingga 0,6 ppm dianggap tidak menyebabkan iritasi namun dianggap tidak menyenangkan dalam jangka waktu yang lama. Penelitian ini juga mengatakan bahwa pada konsentrasi hidrogen peroksida 0,13 hingga 0,17 ppm dianggap intoleran terhadap mikroorganisme namun toleran terhadap manusia. Buku ini merekomendasikan 0,15 ppm sebagai batas paparan hidrogen peroksida selama 8 jam di tempat kerja yang dapat diterima. Hal ini perlu diperhatikan kembali karena menelan hidrogen peroksida dalam jumlah besar pada manusia menyebabkan sakit perut dan dada, gangguan motorik, kehilangan kesadaran dan dapat menghasilkan gelembung oksigen (emboli) dalam darah yang mengakibatkan syok. Hidrogen peroksida dengan konsentrasi minimal 3% memiliki efek antimikroba lemah karena efektivitasnya dalam mengurangi pertumbuhan jamur, bakteri dan virus. Pada buku terbitan Abdollahi & Hosseini (2014), juga mengatakan bahwa tikus yang

dipaparkan hidrogen peroksida 0,15% dapat mengakibatkan degenerasi jaringan epitel tubulus hati dan ginjal, peradangan, nekrosis, hipertrofi dinding usus kecil.

Penelitian di atas bertolak belakang dengan penelitian Semchyshyn & Valishkevych (2016), yang mengatakan bahwa konsentrasi hidrogen peroksida dan etanol hormetik yang rendah dapat merangsang pertumbuhan koloni jamur *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir yang tumbuh di fruktosa dan glukosa dengan paparan hidrogen peroksida rendah dapat berada pada fase eksponensial model jangka pendek dan menunjukkan kelangsungan hidup yang tinggi. Pengaruhnya tergantung pada jenis karbohidrat dan jenis media pertumbuhannya. Namun, pada penelitiannya tidak disebutkan jumlah konsentrasi hidrogen peroksida dan durasi paparan yang toleran dan intoleran terhadap pertumbuhan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* itu sendiri.

Perhitungan pertumbuhan sel jamur dilakukan untuk mengetahui berapa banyak koloni yang terdapat pada suatu media, baik itu koloni sel yang hidup maupun koloni sel yang mati. Penelitian Syauqi *et al.* (2021), menyatakan bahwa sel hidup sebagai partikel homogen dapat menyebabkan kekeruhan pada media cair dan mempunyai hubungan linier yang dapat dimanfaatkan dalam perhitungan sel. Metode istilah bentuk cairan keruh adalah pengukuran berdasarkan pantulan dan hamburan cahaya, yaitu turbidimetri. Kekeruhan ini disebabkan oleh perbedaan sel, volume medium dan waktu bertambahnya jumlah sel. Jumlah sel akan turut meningkat dan menurun pada periode tertentu. Menurut Syauqi *et al.* (2021), sel jamur yang hidup dan mati memiliki ukuran yang berbeda, terutama dalam mikrometer. Ukuran sel ini menjadi penting karena sudut pantulan cahaya terkecil memiliki hubungan dengan panjang gelombang dalam nano dan mikrometer. Instrumen yang digunakan adalah turbidimeter, di mana tergolong perhitungan jumlah sel jamur secara tidak langsung. Turbidimeter memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat dilakukan secara sederhana, cepat, mudah, akurat dan presisi, dapat diotomatisasi untuk menghitung sel jamur dalam jumlah yang besar, serta efektif digunakan untuk perhitungan jumlah sel dengan sampel yang banyak.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. selama waktu tertentu menggunakan metode turbidimetri dan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi hidrogen peroksida (H_2O_2) sebanyak 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm. Sehingga judul skripsi penulis adalah **“Pertumbuhan Jamur *Saccharomyces cerevisiae* pada Variasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida dalam Substrat Hidrolisat Serat Limbah *Glacilaria* sp. Menggunakan Metode Turbidimetri”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. selama waktu tertentu menggunakan metode turbidimetri?
2. Bagaimana jumlah sel saat pertumbuhan menggunakan substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. pada periode waktu tertentu dengan variasi konsentrasi hidrogen peroksida 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, dengan demikian dapat dirumuskan suatu tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. selama waktu tertentu menggunakan metode turbidimetri.
2. Mengetahui jumlah sel saat pertumbuhan menggunakan substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. pada periode waktu tertentu dengan variasi konsentrasi hidrogen peroksida 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dikemukakan, dengan demikian dapat dirumuskan suatu manfaat penelitian sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, keterampilan dan pengalaman serta digunakan sebagai implementasi mata kuliah Mikrobiologi melalui penelitian pertumbuhan jamur *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. menggunakan metode turbidimetri.

2. Bagi Program Studi Biologi dan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan dan rujukan bagi mahasiswa Biologi atau yang selaras dengannya serta memberikan informasi kepada Program Studi Biologi FMIPA UNISMA sebagai bagian dari proses perencanaan dan pengembangan kualitas Program Studi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam pengembangan penelitian ilmu sejenisnya. Peneliti juga mengharapkan adanya manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya dan ilmu biologi pada khususnya.

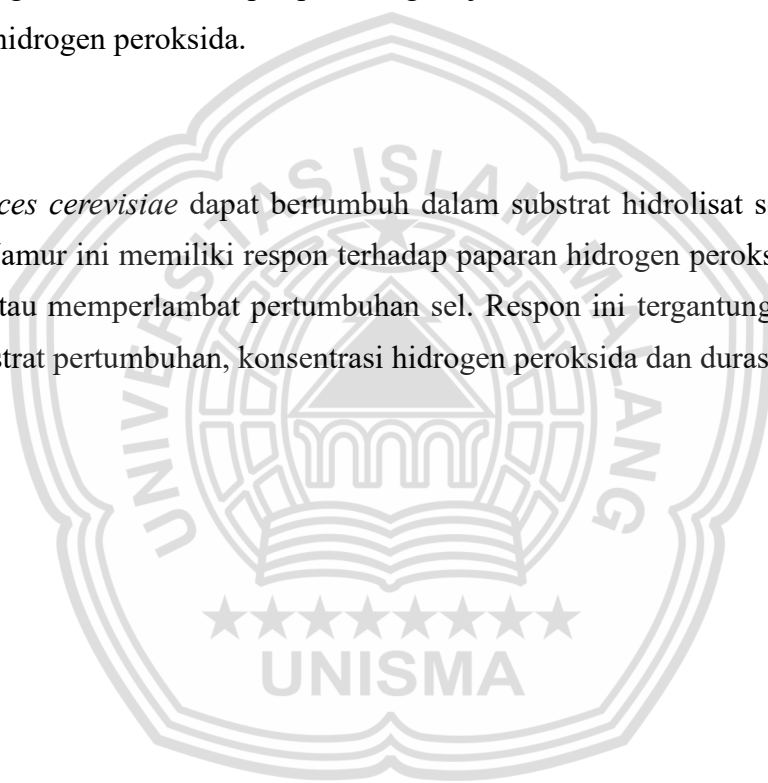
1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dikemukakan, dengan demikian dapat ditentukan batasan masalah sebagai berikut.

1. Jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah ragi atau khamir dari spesies *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Hidrolisat serat limbah yang digunakan berasal dari makroalga merah atau rumput laut dengan genus *Glacilaria* sp.
3. Variasi konsentrasi hidrogen peroksida adalah 0, 25, 50, 75 dan 100 ppm.
4. Waktu inkubasi sel jamur *Saccharomyces cerevisiae* adalah 7x24 jam.
5. Analisis yang dilakukan berupa perhitungan jumlah sel, waktu inkubasi dan konsentrasi hidrogen peroksida.

1.6 Hipotesis

Saccharomyces cerevisiae dapat bertumbuh dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. Jamur ini memiliki respon terhadap paparan hidrogen peroksida dengan mempercepat atau memperlambat pertumbuhan sel. Respon ini tergantung pada jenis strain ragi, substrat pertumbuhan, konsentrasi hidrogen peroksida dan durasi paparan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. tanpa konsentrasi hidrogen peroksida yang diukur menggunakan metode turbidimetri diketahui meningkat sebanyak 18.880.307 sel selama 6x24 jam.
2. Konsentrasi hidrogen peroksida 25, 50, 75 dan 100 ppm menunjukkan pertumbuhan tertinggi berturut-turut sebanyak 7.559.514 (2x24 jam), 5.970.734 (4x24 jam), 6.856.399 (6x24 jam) dan 5.377.264 (6x24 jam). Reaksi oksidatif hidrogen peroksida konsentrasi 25 dan 50 ppm pada strain ragi *Saccharomyces cerevisiae* dapat mempercepat laju pertumbuhan, sedangkan reaksi oksidatif konsentrasi 75 dan 100 ppm dapat menghambat pertumbuhan sel. Namun, konsentrasi hidrogen peroksida tinggi tidak diikuti masa hidup yang lebih lama.

5.2 Saran

1. Metode turbidimetri dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengukuran jumlah mikroorganisme berdasarkan kekeruhan suspensi. Metode ini dianggap efektif dan efisien serta hasil yang didapatkan akurat.
2. Pertumbuhan sel dalam substrat hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. diharapkan murni dari proses hidrolisis enzim tanpa adanya hidrogen peroksida supaya hasil proses fermentasi tidak menghasilkan produk sampingan yang berbahaya bagi kehidupan mikroorganisme.
3. Perlu penelitian lanjutan dalam memanfaatkan hidrolisat serat limbah *Glacilaria* sp. untuk menumbuhkan mikroorganisme yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M., & A. Hosseini. 2014. Hydrogen Peroxide. *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition, September*, 967–970. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00736-3>
- Adini, S., E. Kusdiyantini, & A. Budiharjo. 2015. Produksi Bioetanol dari Rumpun Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi yang Berbeda. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, Volume 16, Nomor 2, Halaman 65-75. <https://doi.org/10.14710/bioma.16.2.65-75>
- Ridhani, A. M., & N. Aini. 2021. Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Fisikokimia Roti Manis: Review. *Pasundan Food Technology Journal*, Volume 8, Nomor 3, Halaman 61–68. <https://doi.org/10.23969/pftj.v8i3.4106>
- Agatha, A., & Partoyo. 2020. Pemanfaatan Ragi Alami pada Pembuatan Kue Serabi. *Jurnal Culinaria*, Volume 2, Nomor 2, Halaman 1–57.
- Amalia, D., N. N. Rahmi, N. Hidayati, R. Oktaviani, Z. F. Aurora, B. Supriatno & S. Anggraeni. 2022. Pengaruh Volume Substrat Terhadap Kerja Enzim Katalase Menggunakan Respirometer Ganong Sebagai Rekonstruksi Desain Kegiatan Praktikum Siswa. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, Volume 5, Nomor 2, Halaman 07–12. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/5361>
- Andriyanto, S., U. Purwaningsih, S. Sinansari & Y. R. Widyastuti. 2018. Efektivitas Hidrogen Peroksida Dalam Pengendalian Infeksi Ektoparasit pada Ikan Lele *Clarias gariepinus*. *Media Akuakultur*, Volume 13, Nomor 1, Halaman 49-57. <https://doi.org/10.15578/ma.13.1.2018.49-57>
- Asni, N., E. D. Saleh, D. T. Arifin, Y. Lusini, & D. A. Setiawan. 2022. Verifikasi Metode Penetapan Kadar Sulfat (So²) Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, Volume 7, Nomor 12.
- Ilfathoniyah, A., 2023. Waktu Fermentasi Asam Asetat Oleh Isolat *Acetobacter Aceti* Pada Substrat Produk Residu Tumbuhan *Gracilaria* sp. *Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang.
- Biller, J. D., & L. S. Takahashi. 2018. Oxidative Stress And Fish Immune System: Phagocytosis And Leukocyte Respiratory Burst Activity. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, Volume 90, Nomor 4, Halaman 3403–3414. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170730>.
- Chang, J. K. W., X. Duret, V. Berberi, H. Zahedi-Niaki, & J. M. Lavoie. 2018. Two-step thermochemical cellulose hydrolysis with partial neutralization for glucose production. *Frontiers in Chemistry*, Halaman 1–11. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00117>.
- Choiroh, D., A. Syauqi, R. D. Lisminingsih. 2022. Penambahan Kultur Mikroba Jamur Mikroskopis pada Produk Delignifikasi Material Organik. *Jurnal Ilmiah Sains Alami*, Volume 1, Nomor 1, Halaman 8–14.
- Deo, S. S., A. R. Bhagat, & R. N. Shah. 2013. Study of oxidative stress in peripheral blood of Indian vitiligo patients. *Indian Dermatology Online Journal*, Volume 4, Nomor 4, Halaman 279-282. <https://doi.org/10.4103/2229-5178.120637>.
- Douradinho, R., P. Sica, F. Tonoli, E. Mattos, M. Oliveira, A. Pinto, L. Mota, T. Faria, V. F. Costa, G. Leite, V. Arthur, S. Coelho, & A. Baptista. 2023. Osmotic Stress Alleviation in *Saccharomyces cerevisiae* for High Ethanol Fermentations with Different Wort Substrates. *Jurnal Stresses*, Volume 3, Nomor 4, Halaman 813–826. <https://doi.org/10.3390/stresses3040055>.
- Fatimah, S., A. Syauqi, & R. D. Lisminingsih, R. D. 2022. Populasi Sel Jamur Dalam Media Dextrose Kentang dengan Penambahan Sumber Energi Sel. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, Volume 7, Nomor 2, Hal 27–33. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i2.414>.

- Fatimura, M. 2015. Pengurangan Turbiditas pada Pengolahan Air Baku PDAM Tirta Musi Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Brigham Young University*, Volume 2, Nomor 1, Halaman 5–24.
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata, & I. W. G. S. Yoga. 2015. Studi Konsentrasi Amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Produksi Bioetanol dari Ubijalar Melalui Sakarifikasi Fermentasi Simultan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Volume 6, Nomor 1, Halaman 51-66.
- Horn, S. J., G. Vaaje-Kolstad, B. Westereng, & V. G. Eijsink. 2012. Novel enzymes for the degradation of cellulose. *Biotechnol Biofuels. Jurnal Biotechnology for Biofuels*, Volume 5, Nomor 45, Halaman 1-12.
- Istini. 2020. Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu. *Indonesian Journal of Laboratory*, Volume 2, Nomor 3, Halaman 41–46.
- Kamila, A. C. (2018). *Peranan Saccharomyces cerevisiae Sebagai Antagonis Terhadap Fusarium Sp. Pada Cabai*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/13673>.
- Kawaroe, M., U. Hasanudin, & Krisye. 2016. Pencernaan Anaerobik Makroalga *Gracilaria* Sp. Pada Sistem Batch untuk Memproduksi Bio-Metana. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Volume 8, Nomor 2, Halaman 595–604.
- Khazalina, T. 2020. *Saccharomyces cerevisiae* In Making Halal Products Based On Conventional Biotechnology And Genetic Engineering. *Journal of Halal Product and Research*, Volume 3, Nomor 2, Halaman 88-94. <https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.3-issue.2.88-94>.
- Khodijah, S., & A. Abtokhi. 2015. Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) Dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lemna Minor*) Sebagai Bioetanol. *Jurnal Neutrino*, Volume 7, Nomor 2, Halaman 71–76. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2989>.
- Khopsoh, B., M. Vebrianti, A. Lidiyawati & N. Haryuni. 2022. Penggunaan H₂O₂ (Hidrogen Peroksida) untuk Mengurangi Kadar Coliform Air Pada Peternakan Ayam Petelur di Kabupaten Blitar. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, Volume 7, Nomor 1, Halaman 187-195. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i1.802>.
- Klei, I. J. V. D., & M. Veenhuis. 2006. Yeast and filamentous fungi as model organisms in microbody research. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*, 1763(12), Halaman 1364–1373. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2006.09.014>
- Kurniawidjaja, L. M., F. Lestari, M. Tejamaya, & D. H. Ramdhan. 2021. *Konsep Dasar Toksikologi Industri*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Kusmiati, A. Thontowi, & S. Nuswantara. 2012. Efek Sumber Karbon Berbeda terhadap Produksi α-Glukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentor Air Lift. *Jurnal Natur Indonesia*, Volume 13, Nomor 2, Halaman 138-145. <https://doi.org/10.31258/jnat.13.2.138-145>.
- Fuadi, A. M., & H. Sulistya. 2008. Pemutihan Pulp dengan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Reaktor*, Volume 12, Nomor 2, Halaman 123-128. <https://doi.org/10.14710/reaktor.12.2.123-128>.
- Mahaseth, T., & A. Kuzminov. 2016. Potentiation of Hydrogen Peroxide Toxicity. *Physiology & Behavior*, Volume 176, Nomor 3, Halaman 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2016.08.006.potentiation>.
- Ma'ruf, W. F., R. Ibrahim, E. N. Dewi, E. Susanto, E., & U. Amalia. 2013. Profil Rumput Laut *Caulerpa Racemosa* Dan *Gracilaria Verrucosa* Sebagai Edible Food (*Caulerpa Racemosa* And *Gracilaria Verrucosa* Profile As Edible Foods). *Jurnal Saintek Perikanan*. Volume 9, Nomor 1, Halaman 68. <https://doi.org/10.14710/ijfst.9.1.68-74>.
- Merino, L., F. Procura, F. M. Trejo, D. J. Bueno, & M. A. Golowczyc. 2019. Biofilm

- formation by *Salmonella* sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies. *Food Research International*, Volume 119, Halaman 530–540. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.024>.
- Meyrinta, K. A., R.D. Putri, R. Fatoni. 2018. Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Integrasi Proses*, Volume 7, Nomor 1, Halaman 32–38. <https://doi.org/10.36055/jip.v7i1.2893>.
- Morano, K. A., C. M. Grant, & W. S. Moye-Rowley. 2012. The Response To Heat Shock And Oxidative Stress In *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Genetics*, Volume, 190, Nomor 4, Halaman 1157–1195. <https://doi.org/10.1534/genetics.111.128033>.
- Mustaqim, A. Farid, & Nurjanah. 2014. Pengolahan Limbah Rumput Laut Sebagai Alternatif Pakan Ternak dan Ikan. *Engineering*, Volume 15, Nomor 11, Halaman 1–7.
- Ridarsyah, L. M. N., D. Priyanto, & G. Aditya. 2015. Efektifitas Hidrogen Peroksida Dalam Membunuh Bakteri Air Ultra Scaler Pada Dental Unit Di Rsgm Sultan Agung Semarang. *ODONTO: Dental Journal*, Volume 2, Nomor 1, Halaman 29–33. <https://doi.org/10.30659/odj.2.1.29-33>.
- Nurjanah, Komari, E. Susanto. 2006. Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dalam Mempertahankan Waktu Hidup Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephelus suillus*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, Volume 9, Nomor 2, Halaman 13–21.
- Puspita, D., E. Nadia, E. Immanuela, & M. Titania. 2020. Isolasi, Identifikasi dan Uji Produksi Yeast yang Diisolasi Dari Nira Kelapa. *Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, Vol. 5(1), 1–5. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/2395>.
- Rachmawati, R. S., A. Syauqi, & H. Santoso. 2018. Perbandingan Kuantitas Glukosa pada Media Fermentasi Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) dan Limbah Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Sains Alami (Known Nature)*, Volume 1, Nomor 1, Halaman 7–12. <https://doi.org/10.33474/j.sa.v1i1.1377>.
- Rahmawati, Hasnah, R. Waode & S. A. Hamran. 2023. Identifikasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Pada Bihun yang Diperjualbelikan Di Kota Makassar. *Lontara Journal of Health Science and Technology*. Volume 4, Nomor 1, Halaman 39–46.
- Rauf, H. 2019. Pengaruh Tingkat Cahaya Terhadap Proses Pelepasan Spora Rumput Laut *Gracilaria* sp. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Rifdah, U. Kalsum, & I. S. Anugrah. 2022. Pengaruh *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap Kadar Etanol dari Kulit Nanas Secara Fermentasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, Volume 13, Nomor 2, Halaman 115–126. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i02.176>
- Sa'adah, N. 2018. Pembiakan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* Dan Uji Antagonis Terhadap *Gloeosporium* sp. Penyebab Penyakit Busuk Buah pada Apel. *Analytical Biochemistry*, Volume 11, Nomor 1, Halaman 1–5.
- Safitri, A. I. 2022. Isolasi dan Karakterisasi Khamir Potensial Penghasil Fitase dari Biji Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Salsabila, A. L., & I. Fahrurroji. 2021. Hidrolisis pada Sintesis Gula Berbasis Pati Jagung. *Edufortech*, Volume 6, Nomor 1. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v6i1.33289>.
- Sandi, Y. A., W. S. Rita, & Y. Ciawi. 2018. Hidrolisis Rumput Laut (*Glacilaria* sp.) Menggunakan Katalis Enzim dan Asam untuk Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Kimia*, Volume 10, Nomor 1, Halaman 53–54.
- Saraswati, D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Muda Terhadap Pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae*. *Skripsi Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan Universitas Negeri Gorontalo*.
- Semchyshyn, H. M., & B. V. Valishkevych. 2016. Hormetic effect of H₂O₂ in *Saccharomyces cerevisiae*: Involvement of TOR and glutathione reductase. *Dose-*

- Response: An International Journal*, Volume 14, Nomor 2, Halaman 1–12. <https://doi.org/10.1177/1559325816636130>.
- Syauqi, A. 2018. Penentuan Kuantitas Sel *Saccharomyces*. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, Volume 2, Nomor 2, Halaman 1–9.
- Syauqi, A., H. Santoso, & S. N. Hasana. 2018. Dispersi Agregat Sel *Saccharomyces cerevisiae* tersuspensi dalam Air dengan Pengaruh Kimia-Fisik. *Seminar Nasional Biologi 3, August*, 1–11.
- Syauqi, A., Santoso, H., & S. N. Hasana. 2021. The Linear Model of *Saccharomyces cerevisiae* Turbidity in Liquid Media. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Volume 11, Nomor 1, Halaman 312–319. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.1.10872>.
- Takeyama, M. M., M. C. D. Carvalho, H. S. Carvalho, C. R. Silva, A. P. T. Uetanabaro, A. M. D. Costa, J. A. M., Evaristo, F. C. S. N. Nogueira, A. E. C. Fai, & M. G. B. Koblitz. 2022. Pectinases Secretion by *Saccharomyces cerevisiae*: Optimization in Solid-State Fermentation and Identification by a Shotgun Proteomics Approach. *Molecules*, Volume 27, Nomor 15. <https://doi.org/10.3390/molecules27154981>.
- Tileng, K. G. 2015. Penerapan Aplikasi Edmodo di Universitas Ciputra Surabaya menggunakan Analisis Jalur. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, Volume 1, Nomor 1, Halaman 28–37.
- Wahono, S. K., E. Damayanti, V. T. Rosyida, & E. I. Sadyastuti. 2011. Laju Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada Proses Fermentasi Pembentukan Bioetanol dari Biji Sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*.
- Yuda, I. G. Y. W., I. M. M. Wijaya dan N. P. Suwariani. 2018. Studi Pengaruh pH Awal Media dan Konsentrasi Substrat pada Proses Fermentasi Produksi Bioetanol dari Hidrolisat Tepung Biji Kluwih (*Actinocarpus communis*) dengan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. Volume 6, Nomor 2, Halaman 115–124.

