

Perbandingan Pertumbuhan Koloni Jamur *Colletotrichum* sp. Pada Media Agar-agar yang Diperkaya dengan Produk Hidrolisat Limbah *Gracilaria* sp.

Growth Comparison of Colletotrichum sp. Fungal Colony on Agar Media Enriched with Waste Hydrolyzate Products of Gracilaria sp.

Shoimatul Umi Badria^{1 *}, Ahmad Syauqi^{2 **}, Ratna Djuniwati Lismingsih³

^{1, 2, 3}Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

ABSTRAK

Faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan koloni jamur salah satunya ialah pada media tumbuh yang digunakan. Jamur *Colletotrichum* sp. merupakan jamur patogen yang dapat tumbuh pada tanaman khususnya tanaman hortikultura, jamur ini tumbuh pada daun, batang dan ranting tanaman. Hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. merupakan hasil dari proses hidrolisis yang dapat mengubah zat-zat yang terkandung dalam limbah tersebut menjadi bentuk yang lebih mudah dicerna oleh mikroorganisme, termasuk jamur. Limbah agar *Gracilaria* sp. Memiliki kandungan protein, karbohidrat, dan mineral yang tinggi, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk memperkaya media tumbuh jamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. terhadap pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media alternatif. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen rancangan acak lengkap, dengan variasi konsentrasi hidrolisat 0%, 3%, 6% dan 9% dengan 4 kali ulangan selama 7 hari, parameter yang diteliti yaitu diameter koloni yang tumbuh. Hasil uji statistik menggunakan ANOVA menunjukkan hasil yang tidak signifikan. yang artinya pada penambahan hidrolisat tidak ada perbedaan nyata, tetapi pada jamur *Colletotrichum* sp. menurut analisis regresi berdasarkan waktu dapat tumbuh dalam tiap konsentrasi hidrolisat, khususnya pada konsentrasi 6%, menunjukkan pertumbuhan harian tercepat berdasarkan hasil regresi linear ($y = 1,1368x - 0,15$), meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, penambahan produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. terutama pada konsentrasi 6% memberikan kecenderungan pertumbuhan tertinggi koloni jamur *Colletotrichum* sp. dibandingkan perlakuan lainnya.

Kata kunci: *Colletotrichum* sp., hidrolisis, media alternatif, pertumbuhan koloni., tanaman hortikultura

ABSTRACT

One important factor that can affect the growth of fungal colonies is the growing medium used. *Colletotrichum* sp. is a pathogenic fungus that can infect plants, particularly horticultural crops. This fungus primarily grows on the leaves, stems, and twigs of plants. *Gracilaria* sp. waste hydrolysate is the result of a hydrolysis process. Changing the substances contained in the waste into a molecular form that microorganisms can more easily digest, including fungi. *Gracilaria* sp. waste agar has a high protein, carbohydrate, and mineral content, and microorganisms use it as an additional ingredient to enrich the fungal growing medium. This study aims to determine the effect of adding *Gracilaria* sp. waste hydrolysate on the growth of *Colletotrichum* sp. fungal colonies on alternative media. The research employed a completely randomised design experimental method, with variations in hydrolysate concentrations of 0%, 3%, 6%, and 9%, and four replications for seven days. The parameter studied was the diameter of the growing colonies. The results of the statistical tests using ANOVA were insignificant, indicating that there was no significant difference in the addition of hydrolysate. There was a significant difference in the presence of *Colletotrichum* sp. fungi. According to the regression analysis based on time, it can grow in each hydrolysate concentration, especially at a concentration of 6%, showing the fastest daily growth based on the results of linear regression ($y = 1.1368x - 0.15$), although statistically there is no significant difference between treatments, the addition of *Gracilaria* sp. waste hydrolysate products, especially at a concentration of 6%, gives the highest growth tendency of *Colletotrichum* sp. fungal colonies compared to other treatment.

Keywords: *Colletotrichum* sp., hydrolysis, alternative media, colony growth, horticultural crop.

^{*}) Shoimatul; Umi Badria, Program studi Biologi FMIPA Universitas Islam Malang . MT Hariyono 193, Malang 65144, HP/WA +6282142707059, Email : shoimatulumibadria16@gmail.com

^{**}) Ir. Ahmad Syauqi, S.Si, M.Si, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Jl. MT Hariyono 193, Malang 65144, HP/WA +628986307836, Email : syauqi.fmipa@unisma.ac.id

Pendahuluan

Faktor penghambat produksi tanaman salah satunya adalah hama dan penyakit. Saat ini berkisar antara 5-30% petani kehilangan hasil dan kegagalan total panen akibat dari serangan hama dan penyakit [1]. Serangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. adalah salah satu kendala utama yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman. Jamur ini menyerang berbagai tanaman, seperti tanaman hortikultura dan tanaman pangan. Penyakit yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. seringkali mengarah pada penurunan hasil produksi dan kualitas tanaman karena tidak hanya menyerang pada buah akan tetapi juga pada daun, batang maupun ranting tanaman [2]. Dalam penelitian mikrobiologi, jamur *Colletotrichum* sp. sering digunakan sebagai organisme uji, untuk mengetahui pengaruh media pertumbuhan atau agen pengendali hayati, pembuatan media dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. sebagai stok atau ketersediaan inokulan yang menjadi sangat penting.

Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan koloni jamur adalah media tumbuh yang digunakan. Media tumbuh yang baik akan menyediakan lingkungan perkembangan jamur yang ideal, pembuatan media alternatif dengan penambahan bahan yang kaya nutrisi dalam media agar-agar menjadi suatu solusi yang perlu dikaji. Salah satu bahan yang memiliki potensi sebagai sumber nutrisi adalah limbah *Gracilaria* sp., yaitu jenis alga merah yang sering ditemukan di perairan pantai. *Gracilaria* sp. mengandung senyawa antibakteri yaitu alkaloid, flavonoid, steroid yang terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri, Selain peran ekonomis juga memiliki peran ekologis yaitu sebagai pengikat nitrogen, fosfor dan karbon yang sangat baik [3]. Peningkatan produksi makroalga dapat memenuhi kebutuhan gelatin di sektor pangan, sedangkan limbah padat merupakan sejumlah sisa tanaman untuk bahan baku energi terbarukan. Limbah residu *Gracilaria* sp. di Indonesia sebesar 29.088 metrik ton/tahun, dan hasil samping produksi sebesar 3.509 metrikton per tahun [4].

Salah satu alga merah yang tumbuh pada substrat tertentu adalah *Gracillaria* sp. Untuk menghidrolisis polisakarida *Gracilaria* sp., struktur polisakarida dipecah menjadi molekul glukosa melalui penggunaan asam. Tujuan hidrolisis dengan enzim adalah untuk membantu konversi pati menjadi gula sederhana. [5]. Serat kasar yang terdapat pada tumbuhan dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan enzim atau asam, selulosa dapat diubah melalui proses hidrolisis asam menjadi glukosa, sedangkan hemiselulosa menjadi galaktosa, arabinose, xilosa, glukosa, dan glukosa, Rumput laut jenis *Gracilaria* sp. mengandung agropektin, mineral, selulosa, hemiselulosa dan lignin. Rumput laut mengandung unsur makro (N, P, K, Ca, Mg dan C) dan unsur mikro (Fe, Cu, Zn, Boron, Na, Cl dan Mn) [6].

Limbah *Gracillaria* sp. mempunyai banyak kandungan polisakarida yaitu jenis selulosa, kandungan kimia dari rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki fungsi tertentu kadar suatu gulareduksi yang dihasilkan melalui proses hidrolisis pada polimer glukon [7]. Menurut [8] Tingkat reproduksi rumput laut merah (*Gracilaria* sp.) ini cepat yaitu sekitar 7-13% dan dapat bertambah sampai dengan 20% tingkat pertumbuhannya dalam sehari. Rumput laut ini memiliki 19,97% kandungan selulosa dan 54% galaktan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. terhadap pertumbuhan koloni jamur pada media agar-agar. Hasil penelitian ini memberikan informasi yang berguna untuk pengembangan media tumbuh yang lebih efisien dan ramah lingkungan, dengan memanfaatkan limbah *Gracilaria* sp. sebagai sumber daya yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka peluang untuk mengurangi jumlah limbah laut yang terbuang secara sia-sia dan mengarah pada pemanfaatan limbah tersebut secara produktif.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Produk Hidrolisat Limbah *Gracillaria* sp.,

Alkohol 70%, media PDA, agar-agar batangan, aquadest, isolat *Colletotrichum* sp., antibiotik *Terramycin*, pepton 1%, metilen blue.

Alat digunakan sebagai berikut: Cawan petri, Erlenmeyer, pipet tetes, jarum ose, plastik warp, panci, gelas ukur, aluminium foil, kapas, timbangan, Bunsen, beaker glass, pipet, tabung reaksi, autoklaf, magnetic stirrer, batang pengaduk, pengukur pH, inkubator, korek api, kertas label, bolpoin, spidol, thermometer, higrometer, Refraktometer, mikroskop, *object glass*, *cover glass* dan jangka sorong.

Metode

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode ekperimental, desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap (RAL), dengan variasi konsentrasi produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. 0%,3%,6% dan 9%, dengan 4 kali ulangan selama 7 hari dalam kurun waktu 24 jam. Kemudian pertumbuhan koloni jamur akan diteliti secara makroskopik dan dihitung jumlah diameter koloni yang tumbuh, dihitung rata-rata koloni dan dianalisis menggunakan uji statistik ANOVA (*Analysis of Variances*).

Cara Kerja

Persiapan hidrolisis limbah agar *Gracilaria* sp. : Preparasi hidrolisat limbah agar *Gracilaria* sp. mempunyai konsentasi gula pada 10% brix yang ditentukan dengan refraktomer.

Pembuatan media PDA untuk peremajaan jamur : Pembuatan media PDA untuk peremajaan jamur yaitu dengan menimbang 10 gram media PDA dengan ditambah aquadest sebanyak 50 ml, dilarutkan di atas hotplate dengan menggunakan *magnetic stirrer* bar, setelah itu media di autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit, lalu ditetesi dengan 0,1 ml antibiotik *terramycin* dengan menggunakan spuit di aduk perlahan, dituang media ke dalam cawan petri ±10 ml per cawannya, lalu di biarkan mengeras selama 24 jam.

Peremajaan jamur *Colletotrichum* sp. : Isolat murni jamur *Colletotrichum* sp. yang didapatkan di lab BSIP Jestro yaitu dari jamur yang diisolasi dari bagian daun tanaman jeruk yang telah tumbuh pada media, lalu diremajakan di Laboratorium terpadu Universitas Islam Malang, yaitu dengan mengambil satu ose jamur dan diinokulasi pada media PDA, di inkubasi selama ±3-7 hari. Setelah itu dilakukan pengamatan dengan mencocokkan ciri nya dengan buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* by H.L. Burnett, Ph.D.

Pembuatan media pertumbuhan dengan produk hidrolisat : agar-agar batangan gram, produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. per konsentrasi perlakuan (0%, 3%, 6%,9%), pepton 1 gram untuk tiap 100 mL aquadest sampai mendidih. Dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan dihomogenkan. pH diukur menggunakan pH meter pada 6,5. Erlenmeyer ditutup dengan kapas steril dan dilapisi menggunakan aluminium foil. Kemudian media disterilisasi pada autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C. Sebanyak 0,1 gram *terramycin* ditambahkan kedalam Erlenmeyer dan dihomogenkan. Media dituangkan kedalam cawan petri yang telah disiapkan di LAF (*Laminar air flow*), ditunggu hingga memadat.

Inokulasi jamur *Colletotrichum* sp. Pada Media Hidrolisat : Metode yang digunakan untuk penanaman jamur *Colletotrichum* sp. pada media alternatif hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. menggunakan metode *single dot*, yaitu dengan cara dibenamkan ose pada media yang telah dibuat, diambil jamur sebanyak 1 ose jarum lingkaran dimasukkan kedalam cawan petri yang telah berisi media hidrolisat tepat di tengah. Diinkubasi pada inkubator dengan suhu 25-30°C dengan alat thermometer dan higrometer.

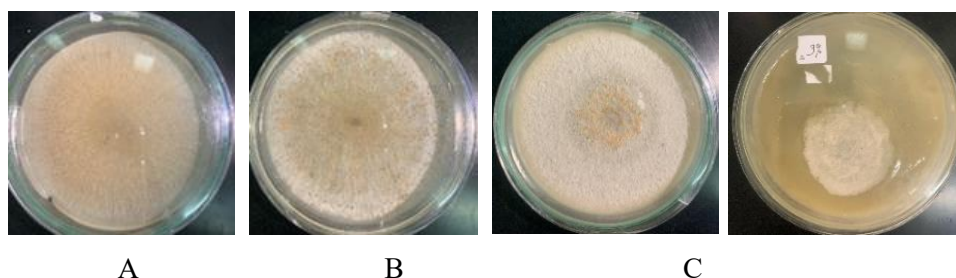
Pengamatan pertumbuhan jamur : Pengamatan pertumbuhan jamur diamati dari hari ke 0 sampai hari ke 7 yaitu dengan diameter koloni yang tumbuh setiap 24 jam menggunakan jangka sorong, dan mengamati ciri pertumbuhan koloni secara makroskopik.

Analisis ANOVA Data Koloni Jamur *Colletotrichum* sp. : Penelitian ini menganalisis pengaruh konsentrasi produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. dalam penelitian ini, digunakan metode analisis varian satu arah (*One-way* ANOVA). ANOVA satu arah adalah pengujian ANOVA yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua atau lebih kelompok berdasarkan satu variabel independen [9]. Sebelum melakukan uji *one-way* ANOVA, prasyarat untuk normalitas dan homogenitas harus dilakukan. Dalam penelitian ini, data diuji menggunakan SPSS dengan tingkat signifikansi 0,05 atau 5%. Kriteria untuk uji normalitas adalah bahwa jika $p > 0,05$ data berdistribusi normal dan jika $p < 0,05$ data tidak norma..

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

Hasil makroskopis jamur *Colletotrichum* sp. yang tumbuh pada media agar-agar yang diperkaya dengan produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp.



Gambar 1. Hasil pertumbuhan jamur pada media diperkaya produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp.
A. Konsentrasi produk hidrolisat 0%, B. Konsentrasi produk hidrolisat 3%, C. Konsentrasi produk hidrolisat 6%, D. Konsentrasi produk hidrolisat 9%.

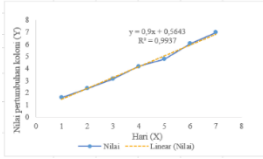
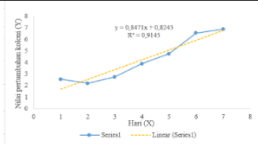
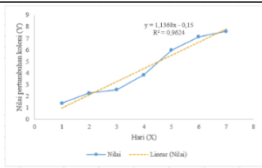
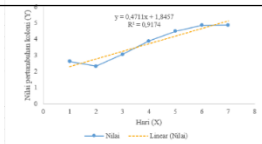
Tabel 1. Uji normalitas Uji normalitas data dari rata-rata ulangan setiap pengamatan 1-7 hari

		Shapiro-Wilk		
konsentrasi	Statistic	df	Sig.	
Nilai 0	0,972	7	0,912	
3	0,889	7	0,270	
6	0,906	7	0,371	
9	0,891	7	0,282	

Tabel 2. Uji ANOVA Rancangan analisis satu arah untuk satu faktor. Analisis satu arah (varian satu faktor konsentrasi) dan empat tingkat 0,3,6,9%.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,675	3	0,558	0,150	0,928
Within Groups	89,167	24	3,715		
Total	90,842	27			

Tabel 3. Hasil Koefisien Regresi pada Perbandingan Konsentrasi Media Agar-agar diperkaya Produk Hidrolisat Limbah *Gracilaria* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* sp.

Konsentrasi Produk Hidrolisat	Persamaan Garis	
	Regresi	(R ²)
Konsentrasi 0%	 $y = 0,9x + 0,5643$	0,9937
Konsentrasi 3%	 $y = 0,8471x + 0,8243$	0,9145
Konsentrasi 6%	 $y = 1,1368x - 0,15$	0,9624
Konsentrasi 9%	 $y = 1,1368x - 0,15$	0,9174

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 1 diperoleh informasi bahwa data terdistribusi normal. Hal ini diperlihatkan oleh nilai signifikansi yang lebih tinggi dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Karena nilai signifikansi lebih tinggi dari $\alpha = 0,05$ distribusi data di anggap normal sehingga dilanjutkan dengan uji One Way Anova. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan nilai signifikansi yaitu 0,928 yang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan karena pada uji one way anova syarat nilai signifikan yaitu $p < 0,05$. Oleh karena itu perbandingan konsentrasi produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp., seperti pada Tabel 3.

Pembahasan

Pada konsentrasi 0% yang berarti tidak terdapat campuran produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. didapatkan persamaan regresi linear $y = 0,9x + 0,5643$ Koefisien korelasi (r) sebesar 0,9937 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara waktu dan pertumbuhan koloni; meskipun media tidak mengandung zat tambahan, jamur tetap tumbuh secara optimal; ini menunjukkan bahwa produk agar-agar batangan memberikan dukungan yang cukup untuk pertumbuhan jamur. Menurut [10] Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur yaitu pada pertumbuhan membutuhkan adanya kandungan karbon dan energi yang lain, Produk agar-agar batangan memiliki nutrisi yang dapat membantu pertumbuhan jamur, juga pada komposisi terdapat pepton sebagai sumber nitrogen yang merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan jamur tersebut. Ciri makroskopik jamur yang tumbuh pada konsentrasi 0% yaitu jamur tampak berwarna putih ke abuan ditengah terdapat sedikit bercak berwarna kuning kecoklatan, dengan tekstur kapas.

Pada konsentrasi 3% di dapatkan persamaan regresi linear $y = 0,8471x + 0,8243$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9145 yang artinya sangat kuat. Laju pertumbuhan pada konsentrasi ini lebih rendah dari 0% meskipun nilai intercept nya lebih tinggi, hal ini menunjukkan bahwa penambahan

hidrolisat pada konsentrasi 3% belum memberikan pengaruh yang berarti peningkatan terhadap pertumbuhan koloni. Tambahan senyawa organik seperti asam amino, gula terhidrolisis tidak menyebabkan ketidak teraturan pada pola pertumbuhan, jamur dapat menyesuaikan dengan tambahan nutrisi secara bertahap. Ciri makroskopik pada konsentrasi 3% yaitu Ciri makroskopik pada konsentrasi 3% yaitu memiliki warna putih ke abuan pada tepi pinggir dan pada tengah jamur berwarna kuning kecoklatan/ hampir mendekati warna orange.

Pada konsentrasi 6% di dapatkan persamaan regresi linear $y = 1,1368x - 0,15$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9624 yang artinya sangat kuat. Pada konsentrasi 6% ini pertumbuhan harian jamur paling cepat, hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut kandungan nutrisi hidrolisat berada pada kondisi yang optimal, baik dari segi kuantitas maupun ketersediaannya untuk dimanfaatkan oleh jamur sebagai sumber karbon dan nitrogen tambahan. Faktor lingkungan dan nutrisi yang sesuai sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan jamur, nutrisi dapat berupa senyawa ataupun unsur kimia yang berasal dari lingkungan yang digunakan sel sebagai elemen kimia pembentuk sel, nutrisi yang dibutuhkan secara universal yaitu dalam bentuk karbon, natrium, sulfur, fosfor, nitrogen, kalsium, kalium, magnesium, nutrisi mikro seperti (besi, mangan, zink, kobalt) dan vitamin [11]. Pada konsentrasi 6% ini lebih baik dari pada konsentrasi yang lainnya karena pada konsentrasi 6% ini terdapat keseimbangan yang ideal antara ketersediaan nutrisi dan kemampuan adaptasi metabolisme jamur pada tepi jamur berwarna putih keabuan dan di tengah – tengahnya berwarna abu-abu gelap.

Pada konsentrasi 9% di dapatkan persamaan regresi $y = 0,4711x + 1,8457$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9174 artinya sangat kuat, namun laju pertumbuhan koloni menurun, ini kemungkinan disebabkan oleh kejenuhan nutrisi atau keberadaan senyawa penghambat pada konsentrasi yang terlalu banyak serta ketidakseimbangan komposisi nutrisi. Ketidak seimbangan ini dapat menyebabkan stres metabolisme ringan yang dapat menghambat pertumbuhan, menurut [12], semakin berlebihan konsentrasi media alternatif yang digunakan untuk pertumbuhan jamur semakin menurun jumlah spora jamur. Dengan demikian perlakuan pada konsentrasi produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. 9% berpengaruh nyata dalam menghambat pertumbuhan jamur secara *in vitro*. Adanya kelebihan zat sisa atau senyawa penghambat limbah memungkinkan untuk mengurangi efektivitas media dalam mendukung pertumbuhan, kandungan senyawa yang berlebihan justru bisa bersifat toksik atau menurunkan efisiensi metabolisme mikroba, ciri makroskopik pada konsentrasi 9% yaitu yaitu berwarna putih ke abuan dengan tekstur kapas/ beludru.

Berdasarkan hasil jamur *Colletotrichum* sp. yang tumbuh secara makroskopis dan mikroskopis merupakan spesies *Colletotrichum gloeosporioides* dicocokkan dengan [13]. Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* merupakan salah satu spesies patogen tanaman yang umum ditemukan pada tanaman jeruk, jamur ini menyerang pada bagian tanaman seperti buah, daun dan batang [14]. Jamur akan menyebar melalui spora yang mungkin terbawa oleh air hujan, percikan air, serangga, atau bisa jadi terbawa angin, infeksi biasanya dimulai dari luka atau bukaan alami pada permukaan tanaman, dalam kondisi lingkungan yang lembab spora akan berkecambah dan membentuk struktur infeksi kemudian dapat menembus jaringan, daun yang terinfeksi jamur patogen *Colletotrichum gloeosporioides* ditandai dengan bentuk melingkar kecil-kecil berwarna kecoklatan.

Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan konsentrasi produk hidrolisat limbah *Gracilaria* sp. secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan tetapi jamur *Colletotrichum* sp. memberikan kecenderungan pertumbuhan yang terbaik adalah pada konsentrasi 6% menurut analisis regresi berdasarkan waktu dapat tumbuh tiap konsentrasi hidrolisat. Pada konsentrasi ini diperoleh rata-rata diameter koloni terbesar yaitu 4,3971 dengan persamaan pertumbuhan $y = 1,1368x - 0,15$.

Daftar Pustaka.

- [1] Rohma M., Wahyuni, W. S. (2022). Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp cepae pada tanaman bawang merah dengan air rebusan serai dapur (*Cymbopogon citratus*), *Berkala Ilmiah Pertanian*, vol. 5, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.19184/bip.v5i2.28856>
- [2] Rumahlewang, W, (2024). Insidensi Penyakit Antraknosa yang disebabkan *Colletotrichum* sp. pada buah cabai rawit : *Capsicum Frutescens* dan Cabai besar *Capsicum Annum*. *Journal of Comprehensive Science*, vol. 3, no. 5.
- [3] Junaini, J., Elvinawati, E., Sumpono, S. (2019). Pengaruh kadar *Aspergillus niger* terhadap produksi bioetanol dari bonggol pisang kepok (*Musa paradisiaca* L). *ALOTROP*, 3(2). <https://doi.org/10.33369/atp.v3i2.10496>
- [4] Syauqi, A. 2024 The Delignification Agent of *Gracilaria* sp . Seaweed For Bioethanol. In Proceedings of The 2nd International Conference on Nature-Based Solution In Climate Change, Resilience 2023, 24 November 2023, Jakarta, Indonesia, Jakarta, Indonesia. DOI: [10.4108/Eai.24-11-2023.2347558](https://doi.org/10.4108/Eai.24-11-2023.2347558).
- [5] Sandi, A., Rita, W. Ciawi, Y. (2016). Hidrolisis Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) menggunakan Katalis Enzim Dan Asam Untuk Pembuatan Bioetanol, *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 10(1). <http://dx.doi.org/10.24843/JCHEM.2016.v10.i01.p02>
- [6] Basmal, J., Munifah, I., Rimmer, M., Paul, N. (2020). Identification And Characterization of Solid Waste From *Gracilaria* Sp. Extraction. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 404(1):012057. DOI. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012057>
- [7] Ilfathoniyah, A., Ahmad Syauqi, Ramadhan, M. (2025). Waktu Fermentasi Asam Asetat oleh Isolat *Acetobacter aceti* dalam Substrat Produk Residu *Gracilaria* sp. *Jurnal SAINS ALAMI (Known Nature)*, 7(2), 31–36. <https://doi.org/10.33474/j.sa.v7i2.18824>
- [8] Adini, S., Kusdiyantini, E., Budiharjo, A. (2014). Produksi Bioetanol Dari Rumput Laut dan Limbah Agar *Gracilaria* sp. dengan Metode Sakarifikasi Yang Berbeda. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 16(2):65-75. DOI: <https://doi.org/10.14710/bioma.16.2.65-75>
- [9] Sutisna, I. nd. Anava Satu Jalur (One Way – Anova). URL <https://repository.ung.ac.id/get/karyailmiah/6886/ANAVA-SATU-JALUR-ONE-WAY-ANOVA.pdf>
- [10] Prayekti, E., Fahira, N.N. (2023). Media Pertumbuhan Alternatif Dari Tepung Ampas Tahu Untuk Pertumbuhan *Penicillium* sp.” *CELEBES BIODIVERSITAS Jurnal Sains dan Pendidikan Biologi* 5(1):42. DOI: [10.51336/cb.v5i1.301](https://doi.org/10.51336/cb.v5i1.301)
- [11] Fajari, MSNA., Qurrohman, M. T. (2021). Efektivitas variasi konsentrasi tepung talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) sebagai media alternatif pertumbuhan jamur *Candida albicans*. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS)*, 2(2), 185–197. <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v2i2.56>
- [12] Mujim, S.M. (2010). Pengaruh Ekstrak Rimpang Jahe (*Zingiber Officinale* Rosc.) Terhadap Pertumbuhan *Pythium* Sp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah Mentimun Secara *In Vitro*. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 10(1):59–63. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11059-63>
- [13] Zhang, Y.X., Chen, J., Manawaisenghe IS., Lin, Y.H., Jayawardena, R.S., Mc. Kenzie, E., Hyde, K.D., Xiang, M.M. (2023). Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with ornamental plants in Sourthen China. *Mycosphere*, 14(2): 262-302. DOI [10.5943/mycosphere/14/si2/5](https://doi.org/10.5943/mycosphere/14/si2/5)
- [14] Ramdan, P.E., Arti, I.M., Kalsum, M., Kanny, P.I. (2022). Kisaran Inang Isolat *Colletotrichum gloeosporioides* Asal Mangga Pada beberapa Pascapanen Buah. *Jurnal Pertanian Persisi*, 6(2):85-95. : <https://doi.org/10.35760/jpp.2022.v6i2.6778>