

Analisis Penambahan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Pada Cat Minyak Terhadap Laju Pertumbuhan Biofouling

Nugroho Jarot Dwi Ardiyah¹⁾, Wazirotus Sakinah^{2*)}, Ahmad Yasim³⁾,
Pratama Yuli Arianto⁴⁾, Sumarji⁵⁾, R. Puranggo Ganjar Widityo⁶⁾

^{1,2,4,5,6}Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Universitas Jember, Jember

³Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie, Pare-Pare

*Email: wazirotus.sakinah@unej.ac.id

Received : Mei 24, 2025 / Accepted : Mei 26, 2025 / Published : Mei 30, 2025

Abstract

Biofouling can create roughness on the surface of a waterlogged hull, which can have an effect on reducing the speed of a ship. One effective way to prevent biofouling attachment by applying an environmentally friendly antifouling paint that does not cause damage to non-target compounds. One of the alternative compounds that can be used as antifouling paint is extract from bilimbi leaves which has anti-inflammatory activity and functions as an inhibitor of bacterial growth rate. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of bilimbi leaves extract with oil paint as a natural antifouling paint on the growth rate of biofouling. This research method uses a field experimental method. The treatment variations used in this study are a mixture of bilimbi leaves extract and oil paint in a ratio of 1:1, 3:7, 7:3 and there are control variations such as using antifouling paint, oil paint and no treatment. Data collection on biofouling growth rate was carried out by observing the increase in specimen weight once a week for a period of three months which was then processed using the daily growth rate formula. So that the value of the biofouling growth rate that effectively increases the biofouling growth rate occurs in the treatment variation of adding bilimbi leaves and oil paint with ratio 1:1 of 0,049 g/day.

Keywords: Biofouling, Bilimbi Leaves, Daily Growth Rate

Abstrak

Biofouling dapat menciptakan kekasaran pada permukaan lambung kapal yang terendam air, yang dapat berdampak pada penurunan kecepatan kapal. Salah satu cara efektif untuk mencegah penempelan biofouling adalah dengan menerapkan cat antifouling yang ramah lingkungan dan tidak merusak organisme non-target. Salah satu senyawa alternatif yang dapat digunakan sebagai cat antifouling adalah ekstrak daun belimbing wuluh, yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan berfungsi sebagai inhibitor laju pertumbuhan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun belimbing wuluh pada cat minyak sebagai cat antifouling alami terhadap laju pertumbuhan biofouling. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan. Variasi perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran ekstrak daun belimbing wuluh dan cat minyak dengan perbandingan 1:1, 3:7, dan 7:3, serta terdapat variasi kontrol berupa penggunaan cat antifouling, cat minyak, dan tanpa perlakuan. Pengumpulan data mengenai laju pertumbuhan biofouling dilakukan dengan mengamati peningkatan berat spesimen setiap minggu selama tiga bulan, kemudian data diolah menggunakan rumus laju pertumbuhan harian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan biofouling yang paling efektif terjadi pada variasi perlakuan penambahan ekstrak daun belimbing wuluh dan cat minyak dengan perbandingan 1:1, yaitu sebesar 0,049 g/hari.

Kata Kunci: Biofouling, Daun Belimbing Wuluh, Daily Growth Rate

1. PENDAHULUAN

Biofouling adalah penempelan dan akumulasi organisme hidup yang melekat pada permukaan substrat atau material yang tercelup air baik disungai, danau dan laut. Sedangkan menurut [1] biofouling merupakan kumpulan mikroorganisme khususnya bakteri yang melekat pada permukaan substrat serta diselubungi oleh matriks extracellular polymeric. Peristiwa penempelan biofouling juga terjadi sangat cepat pada skala mikroskopis. Maka dari itu biofouling dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu microfouling dan makrofouling [2].

Penempelan Biofouling merupakan salah satu permasalahan yang cukup serius pada bidang perkapalan dikarekana kerugian yang ditimbulkan oleh penempelan biofouling pada suatu permukaan lambung kapal. Biofouling dapat menciptakan kekasaran pada semua permukaan lambung kapal yang tercelup air yang dapat memberikan efek terhadap aliran fluida dan dapat menyebabkan pengurangan kecepatan didalam turbulence boundary layer yang diakibatkan oleh peningkatan tegangan geser dan frictional resisten [3].

Dalam mencegah fenomena penempelan biofouling biasanya diatasi dengan cara penggunaan cat antifouling dimana cat ini mengandung TBT (*Tributyltin*). Dimana senyawa TBT memiliki sifat daya racun yang sangat tinggi dan juga memiliki efek buruk pada organisme laut non target [4]. Maka dari itu penggunaan TBT sebagai bahan dasar *antifouling* dilarang oleh *international Maritime Organization* (IMO) pada bulan September 2008 karena sangat berdampak pada organisme non-target [5].

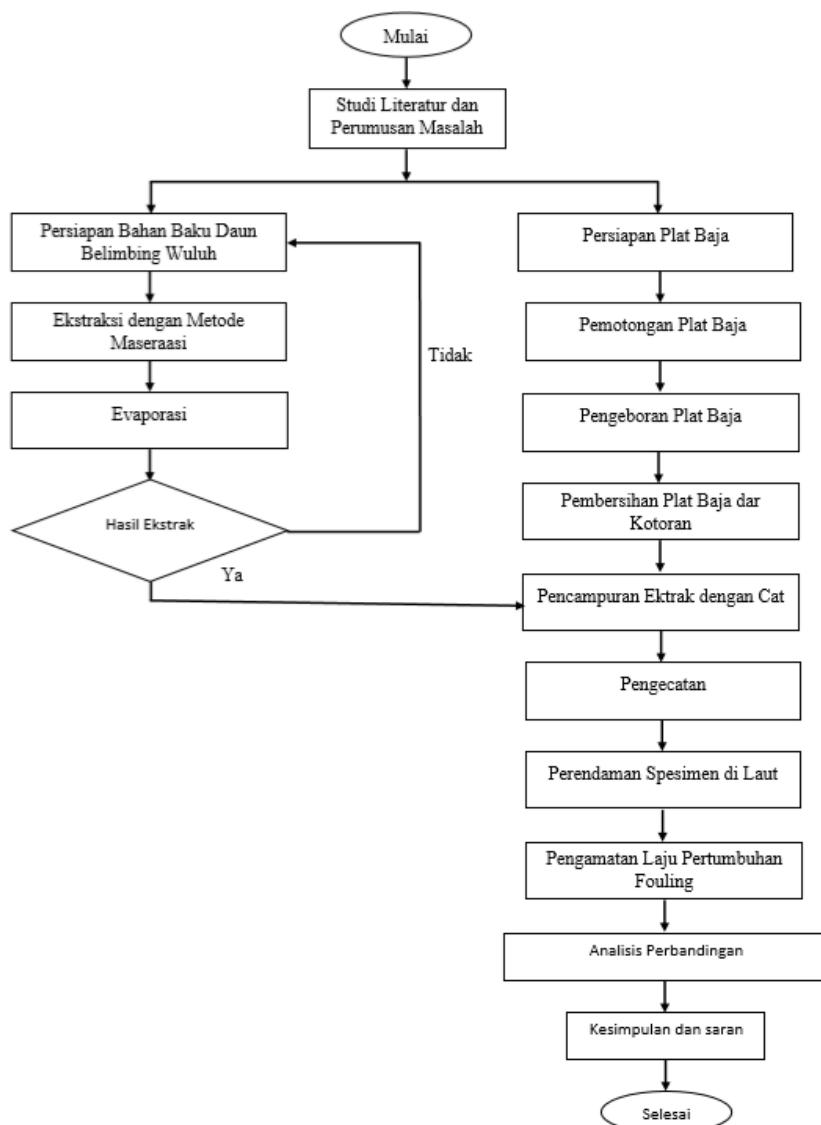
Ekstrak daun belimbing wuluh mengandung senyawa fitokimia yang terdiri dari saponin, tannin, steroid, flavonoid dan alkaloid. Dimana ekstrak daun belimbing wuluh ini aktivitas anti inflamasinya memiliki nilai persentase inhibisi hemolisis yang tinggi [6] dan juga menurut penelitian [7] tentang ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sangat kuat. Maka ekstrak daun belimbing wuluh dapat menjadi salah satu sumber antiinflamasi alami yang ramah lingkungan. Sehingga pada penelitian ini melakukan pengujian penambahan cat minyak dengan ekstrak daun belimbing wuluh pada material besi yang direndam secara langsung

di laut sebagai cat *antifouling* yang ramah lingkungan. Dimana pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui daya *antifouling* ekstrak daun belimbing wuluh itu sendiri.

2. METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Berdasarkan rancangan penelitian ini, maka dapat digambarkan sebuah kerangka metode penelitian. Proses penggerjaan penelitian ini dapat digambarkan seperti flowchart pada Gambar berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Penulis, 2025

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1. Timbangan | 9. Botol |
| 2. Blender | 10. Rotari evaporator |
| 3. Saringan | 11. Gerinda tangan |
| 4. Baskom | 12. Bor |
| 5. Toples kaca | 13. Spray gun |
| 6. Gelas ukur | 14. Rangkaian pipa |
| 7. Kertas saring | 15. Tali Tambang |
| 8. Labu ukur | |

Proses Pembuatan Ekstrak

Daun belimbing wuluh yang diperoleh dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama dua minggu, kemudian dihaluskan menggunakan blender. Sebanyak 200 gram tepung daun belimbing wuluh dimaserasi menggunakan pelarut metanol 600 gram (1:3) selama 72 jam pada suhu ruang. Daun belimbing wuluh yang telah dimaserasi disaring menggunakan kertas Whatman no. 1. dan untuk mendapatkan ekstrak yang kental, maka hasil dari proses maserasi diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C dan dengan kecepatan 50 rpm.

Proses Pembuatan Spesimen

Selanjutnya pembuatan spesimen dengan cara di potong dengan menggunakan gerinda potong, dimana berupa plat baja dengan tebal 3 mm. Prosedur pengujian ini sesuai dengan *American Society For Testing and Material* ASTM 3623, dimana pada standart ini untuk sistem pelapis antifouling harus berupa pelat baja karbon rendah dengan tebal plat 3 mm, lebar 150-250 mm, panjang 250-300 mm [8]. Maka pada penelitian kali ini untuk spesimen plat memiliki panjang 10 cm dan lebar 5 cm dengan ketebalan spesimen 3 mm.

Pengamatan Laju Pertumbuhan Biofouling

Pada proses ini dilakukan pengamatan seminggu sekali, dengan output yang diambil yaitu berat spesimen yang telah ditempel biofouling dan dokumentasi spesimen. Dalam menghitung laju pertumbuhan biofouling (*marine growth*) pada penelitian kali ini menggunakan rumus daily growth rate [9]. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$DGR = \frac{W_t - W_0}{T} \quad (1)$$

Dimana:

DGR : Laju pertumbuhan harian (g/hari)

W_t : Berat akhir penelitian (gram)

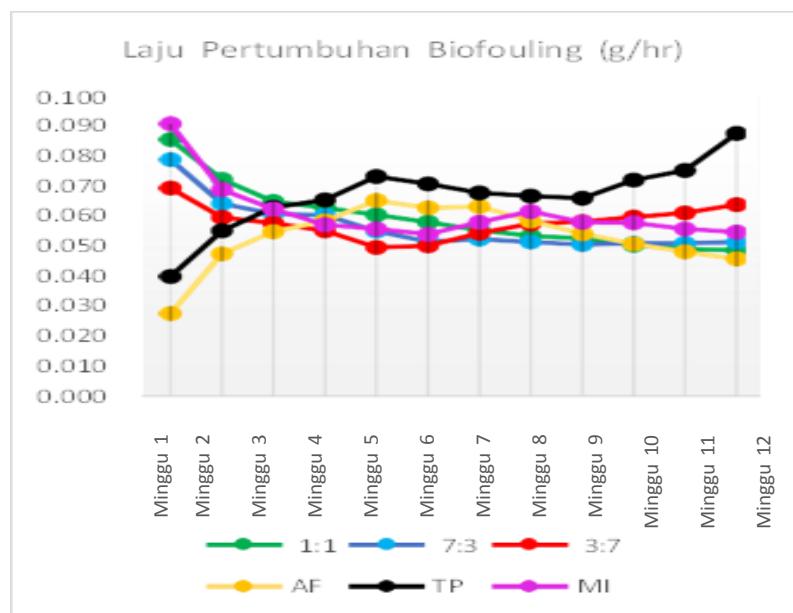
W_0 : Berat awal (gram)

T : Waktu pengamatan (hari)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Laju Pertumbuhan Biofouling

Dari hasil pengamatan berat spesimen setiap 1 minggu dalam kurun waktu 3 bulan, maka akan didapatkan hasil nilai laju pertumbuhan biofouling pada setiap plat baja dengan menggunakan rumus *daily growth rate* seperti sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Laju Pertumbuhan Biofouling

Pada gambar tersebut menunjukkan hasil rata- rata laju pertumbuhan biofouling pada spesimen uji yang didapatkan melalui persamaan *daily growth rate* (DGR). Pada variasi perlakuan 1:1, 3:7, 7:3 dan cat minyak diminggu awal memiliki nilai laju yang lebih tinggi hal tersebut disebabkan oleh adanya tahap pematangan kolonisasi biofilm tahap akhir yang terjadi 24 jam hingga 1 minggu setelah pencelupan [11]. Sedangkan pada cat antifouling tahap pematangan kolonisasi ini terjadi lebih lambat dikarenakan cat ini mengandung Cuprous Oxide (Cu_2O) yang bersifat lebih efektif menghambat laju pertumbuhan biofouling dan pada cat tanpa perlakuan hanya terjadi proses korosi pada permukaan catnya sehingga kolonisasi biofilm belum terbentuk.

Pada spesimen tanpa perlakuan diminggu pertama memiliki nilai laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,040 g/hari, diminggu pertama ini memiliki nilai laju pertumbuhan biofouling yang kecil karena hanya terjadi penempelan biofilm dan semakin bertambahnya waktu biofouling yang menempel terus meningkat, sehingga pada minggu ke-12 memiliki laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,088 g/hari, hal ini dikarenakan terdapat beberapa jenis biofouling yang menempel pada spesimen yaitu *Spirorbis*, *Balanus amphitrite*, *Pinctada margaritifera*, *Planostrea pestigris*, *Crassostrea gigas* dan *Polychaeta*.

Sedangkan laju pertumbuhan biofouling yang paling kecil terjadi pada perlakuan cat antifouling. Pada cat antifouling yang digunakan pada penelitian kali ini memiliki kandungan Cuprous Oxide (Cu_2O) yang berfungsi untuk mencegah menempelnya biofouling dengan skala makro dan mikro [12]. Pada minggu pertama memiliki nilai laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,028 g/hari, hingga minggu kelima mengalami peningkatan sehingga bernilai 0,065 g/hari, hal tersebut terjadi dikarenakan peningkatan penempelan biofilm pada permukaan spesimen. Dan pada minggu berikutnya mengalami penurunan laju pertumbuhan sehingga pada minggu ke-12 memiliki nilai laju pertumbuhan sebesar 0,046 g/hari.

Laju pertumbuhan yang paling kecil dari ketiga perlakuan penambahan cat minyak dengan ekstrak daun belimbing wuluh yaitu pada perlakuan 1:1, dikarenakan jika dilihat pada grafik pada perlakuan 1:1 memiliki fluktuasi grafik lebih rendah dari pada yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan antifouling pada perlakuan variasi tersebut dan juga perbandingan antara ekstrak dan cat minyak yang seimbang sehingga

cat melekat secara sempurna. Pada minggu pertama perlakuan 1:1 memiliki nilai laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,086 g/hari. Semakin bertambahnya waktu laju pertumbuhan pada perlakuan 1:1 mengalami penuruan sehingga dipengamatan minggu ke-12 bernilai 0,049 g/hari. Laju pertumbuhan di minggu pertama ini cukup tinggi dikarenakan pertumbuhan biofilm terjadi periode perkembangan yang pesat pada minggu pertama hingga minggu ke 2 dan setelah itu perkembangan biofilm menjadi stabil [13].

Pada variasi perlakuan 7:3 di minggu pertama memiliki laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,079 g/hari, semakin bertambahnya waktu laju pada variasi ini mengalami penurunan sehingga pada minggu ke-12 memiliki nilai laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,052 g/hari, yang mana nilai lajunya lebih besar dari pada perlakuan 1:1. Sejalan dengan penelitian di waktu dan lokasi yang sama dengan jenis ekstrak sebagai antifouling yang berbeda. Pada minggu-minggu awal, nilai DGR masih tinggi namun di minggu-minggu berikutnya nilai DGR untuk spesimen dengan antifouling mengalami penurunan DGR [14].

Sedangkan divariasi perlakuan 3:7 di minggu pertama memiliki laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,070 g/hari, pada minggu ke-7 divariasi perlakuan 3:7 mengalami peningkatan laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,054 g/hari yang semula pada minggu ke-6 hanya bernilai 0,050 g/hari hal tersebut dipengaruhi oleh adanya makro fouling yaitu *Pinctada margaritifera* yang menempel pada spesimen dan semakin bertambahnya waktu ukurannya semakin membesar sehingga pada minggu ke-12 memiliki laju pertumbuhan biofouling sebesar 0,064.

Analisis Data

Pengujian data dalam penelitian kali ini menggunakan uji Kruskal Wallis. Hipotesis uji Kruskal Wallis [15] adalah sebagai berikut:

- a. Jika nilai P value < 0,05 maka H₀ ditolak, artinya adanya perbedaan antara dua atau lebih variable.
- b. Jika nilai P value > 0,05 maka H₀ diterima, artinya terdapat kesamaan antar varibel.

Berikut adalah hasil uji Kruskal-Wallis laju pertumbuhan biofouling dengan menggunakan software SPSS:

Tabel 1. Uji Kruskal Wallis

Test Statistics	
	DGR
Chi-Square	79.644
Df	18
Asymp. Sig.	0.000

Pada table hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000 dengan artian nilai tersebut kurang dari 0,05. Sehingga uji Kruskal-Wallis ini menunjukkan bahwasannya terdapat perbedaan yang signifikan antar semua variasi perlakuan pengecatan.

4. KESIMPULAN

Penambahan cat minyak dengan ekstrak daun belimbing wuluh yang memiliki laju pertumbuhan *fouling* paling kecil terjadi pada perlakuan variasi 1:1 dengan nilai laju pertumbuhan *biofouling* sebesar 0,049 g/hari, yang mana nilai laju pertumbuhan *biofouling* pada variasi ini tidak berbeda jauh dengan variasi perlakuan cat *antifouling*. Hal tersebut terjadi karena pada perlakuan ini memiliki perbandingan antara cat minyak dan ekstrak yang seimbang serta memiliki kandungan tannin yang berpotensi menjadi salah satu sumber antibakteri dan antiinflamasi alami yang cukup kuat terhadap pertumbuhan *biofouling*. Maka dari itu penambahan ekstrak daun belimbing wuluh dengan cat minyak berpotensi sebagai alternatif pencegahan penempelan *biofouling* yang bersifat alami.

REFERENSI

- [1] Marhaeni, B. (2019). *Biofouling* pada Beberapa Jenis Substrat Permukaan Kasar dan Halus. *Jurnal Sains Akuatik*, 14(1), 41–47.
- [2] Syahputra, F. & Almuqaramah, T. M. H. (2019). *Penambahan Ekstrak Larutan Kulit Mangrove Pada Cat Minyak Sebagai Antifouling*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 37–40.
- [3] Baital Sawal, M. (2016). *Analisa Pengaruh Penempelan Marine Biofouling Terhadap Power Kapal Dengan Simulasi CFD* [TESIS]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Nurlima, A. D. (2016). *Potensi Ekstrak Nicotiana Tabacum sebagai Anti Microfouling*. [SKRIPSI]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [5] International Maritime Organization (IMO). 2001. *International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling System.* London: International Maritime Organization (IMO).
- [6] Hasim, H., Arifin, Y. Y., Andrianto, D., & Faridah, D. N. (2019). Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Antioksidan dan Antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(3), 86–93.
- [7] Arifin Yulianita, Y. (2018). *Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Sebagai Antioksidan dan Antiinflamasi* [SKRIPSI]. Institut Pertanian Bogor.
- [8] American Society for Testing and Material (1998). Standart Test Method for Testing Antifouling Panels in Shallow Submergence. ASTM D-3623. Annual Book of ASTM Standard.
- [9] Ricker, W. E. 1979. GROWTH Ratees and Models. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Eds). Fish Physiology: Bioenergetics and Growth. Vol VIII. Acad. Press Inc., USA.
- [10] Prasetyandari, C. W., & Billah, Z. I. (2021). *Studi Komparatif Risiko Kredit, Risiko Likuiditas, dan Resiko Pasar pada Perbankan di Indonesia, Malaysia, dan Thailand.* Journal of Islamic Economics Lariba, 7(2), 125-133.
- [11] Prasetyaji, B. D. (2023). Analisis Laju Pertumbuhan Biofouling Terhadap Pelat Kapal Baja di Pantai Boom Banyuwangi. Universitas Jember. *Seminalu*, 1(1), 33-37.
- [12] Meifina dan Priyotomo, Gadang. (2023). Performa Cat Antibiotika Terhadap Pertumbuhan Biofouling Penempel Struktur di Perairan Laut Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 7(3), 345-354.
- [13] Sakinah, W., Kusnadi, R. F., Prasetyaji, D. B., Aji, P. P., Widityo, R.P. G. dan Kristianta, F. X. (2023). Pengaruh Jenis Pembangunan Kapal Terhadap Pertumbuhan pada PT Boom Marina, Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia. *Jurnal Kelautan*, 16(1), 44-51.
- [14] Sakinah, W., Prasetyo, A.I.D., Ardiansyah, N.J.D., Rudianto, Ganefo, A., Nurdiansyah, Y. (2023). Studi Eksperimen Pengaruh Ekstrak Kulit Nanas terhadap Laju Pertumbuhan Mikrofouling. *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)*, 1(2), 50-58.
- [15] Andaki, F., Pali, E., & Ronal, M. (2023). Pengaruh Ukuran Koperasi dan Jenis Koperasi Terhadap Kualitas Sistem Pengendalian Intern (Studi Kasus pada Koperasi di Kabupaten Tana Toraja). *Semnas*, 2(1), 228-225.