

Studi Eksperimen Pengaruh Ekstrak Kulit Nanas terhadap Laju Pertumbuhan Mikrofouling

Wazirotus Sakinah^{1*)}, Achmad Ilham Dwi Prasetyo²⁾, Nugroho Jarot Dwi Ardiansyah³⁾, Rudianto⁴⁾, Akhmad Ganefo⁵⁾, Yanuar Nurdiansyah⁶⁾

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember

⁵Program Studi Sosiologi, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Jember, Jember

⁶Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Jember, Jember

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

Abstract

Biofouling often sticks to the ship's hull, even to the propeller parts and pipes that are submerged in water. The existence of this biofouling has an impact on the ship's performance, reducing it and requiring more fuel, which ultimately contributes significantly to increased costs. Microfouling is one of the stages of biofouling growth that appears in a matter of days to weeks with a size of up to 1 mm which can be characterized by the appearance of a slippery layer on the surface of the specimen. Until now, many antifouling paints, as a means of preventing the occurrence of biofouling, still contain TBT, which has serious side effects as a chemical pollutant. Pineapple peel is a waste that is often found in Indonesia and contains bromelain and tannin which are anti-bacterial. The appearance of bacteria is the first phase in the growth of biofouling which is usually called biofilm, so it is hoped that pineapple peel extract will be able to prevent the emergence of biofilm. To determine the effectiveness of pineapple peel extract, this experimental study was carried out. The method used was a Randomized Block Design on ASTM 36 steel plate which is a certified ship material with 3 variations and 1 control of specimen as follows, 3 specimens as controls, 3 specimens with a ratio of 30% pineapple peel extract, 3 specimens with a ratio of pineapple peel extract. 50%, and 3 specimens with a pineapple peel extract ratio of 70%. Immersion for 7 weeks was carried out at Boom Beach, Banyuwangi by calculating the DGR (Daily Growth Rate) once a week. The DGR results obtained were respectively 0.095 g/day at an extract ratio of 30%, 0.0727 g/day at an extract ratio of 50%, and 0.0730 g/day at an extract ratio of 70%.

Keywords: *Microfouling, Pineapple Peel Extract, Daily Growth Rate.*

Abstrak

Biofouling seringkali menempel pada lambung kapal bahkan hingga ke bagian-bagian propeller dan pipa-pipa yang terendam dalam air. Keberadaan biofouling ini berdampak pada kinerja kapal yang berkurang hingga membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak sehingga pada akhirnya berkontribusi signifikan terhadap peningkatan biaya. Mikrofouling merupakan salah satu tahap pertumbuhan biofouling yang muncul dalam hitungan hari hingga minggu dengan ukuran hingga 1 mm yang dapat ditandai dengan munculnya lapisan licin pada permukaan spesimen. Cat antifouling sebagai salah satu pencegah timbulnya biofouling hingga saat ini

banyak yang masih mengandung TBT dengan efek samping berat sebagai pencemar kimiawi. Kulit nanas merupakan limbah yang cukup banyak ditemukan di Indonesia dengan kandungan bromelain dan tannin yang mampu menjadi anti bakteri. Munculnya bakteri merupakan fase pertama dalam pertumbuhan biofouling yang biasa disebut dengan biofilm, sehingga diharapkan ekstrak kulit nanas mampu untuk menahan munculnya biofilm. Untuk mengetahui efektivitas dari ekstrak kulit nanas maka dilakukan studi eksperimen ini. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak kelompok (RAK) pada plat baja ASTM 36 yang merupakan material kapal tersertifikasi dengan 3 variasi dan 1 kontrol yaitu, 3 spesimen sebagai kontrol, 3 spesimen dengan ekstrak kulit nanas rasio 30%, 3 spesimen dengan ekstrak kulit nanas rasio 50%, dan 3 spesimen dengan ekstrak kulit nanas rasio 70%. Perendaman selama 7 minggu dilakukan di Pantai Boom, Banyuwangi dengan menghitung DGR (*Daily Growth Rate*) selama 1 minggu sekali. Hasil DGR yang diperoleh berturut-turut sebesar 0,095 g/hari pada ekstrak rasio 30%, 0,0727 g/hari pada ekstrak rasio 50%, dan 0,0730 g/hari pada ekstrak rasio 70%.

Kata Kunci: Mikrofouling, Ekstrak Kulit Nanas, *Daily Growth Rate*.

1. PENDAHULUAN

Biofouling pada lingkungan laut merupakan akumulasi dari mikroorganisme maupun makroorganisme yang menempel pada permukaan suatu objek [1]. Biofouling seringkali menempel pada lambung kapal bahkan hingga ke bagian-bagian propeller dan pipa-pipa yang terendam dalam air. Keberadaan biofouling ini berdampak pada kinerja kapal yang berkurang hingga membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak sehingga pada akhirnya berkontribusi signifikan terhadap peningkatan biaya [2]. Selain adanya peningkatan biaya operasional pada kapal, kinerja kapal yang terhambat ini juga meningkatkan resiko termasuk resiko kecelakaan dan keterlambatan karena adanya pengurangan pada kecepatan serta perubahan pada volume dan pola aliran pada saat kapal beroperasi. Perairan Selat Bali merupakan daerah yang dipengaruhi oleh fenomena upwelling [3]. Daerah upwelling merupakan daerah yang kaya akan nutrisi sebagai suplai makanan bagi seluruh biota laut termasuk biota penyusun biofouling. Pada penelitian sebelumnya, dengan perendaman plat baja ASTM 36 selama 8 minggu diperoleh DGR (*daily growth rate*) sebesar 0,38 g/hari [4]. Laju pertumbuhan tersebut tergolong sangat cepat jika dibandingkan dengan laju pertumbuhan biofouling di daerah lainnya, seperti di Perairan Surabaya maupun dalam skala laboratorium yang hanya mencapai 0,17 g/hari pada substrat dan lama perendaman yang sama [5]. Laju pertumbuhan biofouling yang cepat membutuhkan adanya anti fouling yang tepat agar

bangunan-bangunan laut, salah satunya kapal dapat memiliki umur layan yang lebih panjang.

Cat antifouling sebagai salah satu pencegah timbulnya biofouling hingga saat ini banyak yang masih mengandung TBT. TBT memiliki efek samping dalam menyebabkan imposex hingga pertumbuhan tertunda pada spesies *Gomphina veneriformis* sehingga menjadi salah satu faktor pencemar dan menjadi alasan IMO dalam mengusulkan penghapusan penggunaan cat antifouling berbahan TBT ini sejak 1 Januari 2018 [6]. Beberapa cat anti TBT telah mulai beredar namun efektivitasnya masih belum banyak diuji. Terdapat pula anti fouling dengan ekstrak tumbuhan yang sangat *environmentally friendly* namun pengaplikasian serta pengujian langsung di lapangan masih belum dapat dipastikan. Adapun kulit nanas merupakan limbah yang cukup banyak ditemukan di Indonesia. Bromelain dan tannin merupakan zat organik yang terkandung dalam kulit nanas dan memiliki kemampuan anti bakteri [7]. Berdasarkan penelitian terdahulu, kulit nanas mengandung flavonoid dan tanin [8]. Munculnya bakteri merupakan fase pertama dalam pertumbuhan biofouling yang biasa disebut dengan biofilm, sehingga diharapkan ekstrak kulit nanas mampu untuk menahan munculnya biofilm namun penelitian terkait efektivitas kulit nanas sendiri sebagai anti fouling masih belum pernah dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di dermaga pantai Boom, Banyuwangi yang berlokasi di dermaga marina baru. Spesimen uji berupa pelat baja ASTM 36 dengan ukuran 5 cm x 10 cm. Langkah-langkah penelitian berupa pembuatan ekstrak kulit nanas, pengecatan, perendaman, dan analisis laju pertumbuhan mikrofouling.

Spesimen uji diberi variasi pengecatan berupa pelapisan menggunakan bahan campuran cat minyak dengan ekstrak kulit nanas. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Metode ini digunakan jika kondisi sampel suatu percobaan cenderung heterogen sehingga dibutuhkan pengelompokan agar lebih homogen dan menjadi lokal kontrol [9]. Variasi pengecatan yaitu 3 spesimen kontrol (tanpa perlakuan), 3 spesimen dengan cat minyak dan ekstrak kulit nanas rasio 3:7 atau ekstrak sebesar 70%, 3 spesimen dengan cat minyak dan ekstrak kulit nanas rasio 1:1

atau ekstrak sebesar 50%, dan 3 spesimen dengan cat minyak dan ekstrak kulit nanas rasio 7:3 atau ekstrak sebesar 30%.

Perendaman spesimen dilakukan selama 7 minggu dengan kedalaman perendaman 1,5 m dari permukaan air laut sesuai sarat kapal. Analisis laju pertumbuhan mikrofouling dilakukan dengan menghitung DGR (*daily growth rate*) selama satu minggu sekali dengan rumus berikut:

$$DGR = \frac{wt - w0}{T} \quad (1)$$

Keterangan: DGR : Laju pertumbuhan harian (gram/hari)

wt : Berat akhir (gram)

w0 : Berat awal (gram)

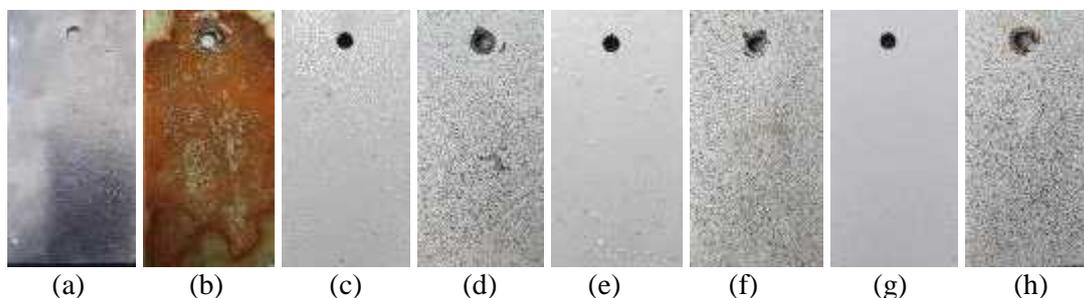
T : Waktu pengamatan (hari) [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan mikrofouling pada setiap spesimen berbeda-beda sejak minggu pertama hingga minggu ke 7. Perbedaan pertumbuhan biofouling dari munculnya biofilm hingga mikrofouling diamati secara makroskopis dan nilai DGR masing-masing spesimen.

Pengamatan Makroskopis Pertumbuhan Biofouling Minggu Ke-1

Gambar 1 menunjukkan seluruh spesimen sehari sebelum perendaman dan sehari setelah perendaman untuk mendapatkan nilai berat basah awal atau W_0 .

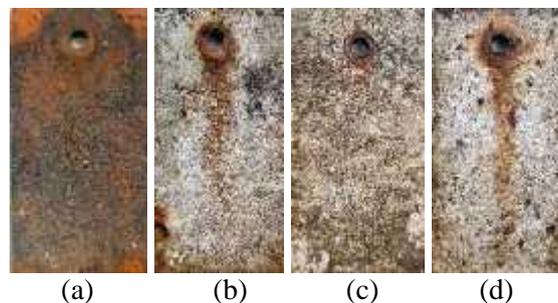


Gambar 1. Spesimen uji H-1 dan H+1 perendaman, (a) H-1 kontrol, (b) H+1 kontrol, (c) H-1 70% ekstrak, (d) H+1 70% ekstrak, (e) H-1 50% ekstrak, (f) H+1 50% ekstrak, (g) H-1 30% ekstrak, (h) H+1 30% ekstrak

Gambar 1 menunjukkan adanya perubahan ketika spesimen belum direndam dengan setelah 1 hari perendaman untuk semua variasi. Pada spesimen kontrol terdapat banyak sekali korosi yang terjadi di hampir seluruh permukaan, sedangkan untuk spesimen yang menggunakan cat ekstrak baik dengan ekstrak 70% hingga 30% semuanya mengalami sedikit korosi tanpa ada perbedaan yang signifikan.

Pengamatan Makroskopis Pertumbuhan Biofouling Minggu Ke-4

Gambar 2 menunjukkan perubahan warna pada permukaan seluruh spesimen baik spesimen kontrol hingga spesimen dengan cat ekstrak kulit nenas.

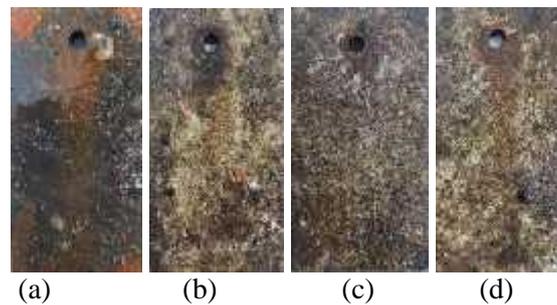


Gambar 2. Perendaman spesimen setelah 4 minggu. (a) Kontrol, (b) Ekstrak 70%, (c) Ekstrak 50%, (d) Ekstrak 30%

Spesimen kontrol memiliki permukaan berwarna oranye cerah yang merupakan korosi, sedangkan permukaan berwarna gelap menandakan munculnya mikrofouling berupa lapisan licin yang merupakan biofilm. Biofilm merupakan hasil dari pertumbuhan dari koloni mikroba yang dapat terbentuk selama 2 minggu hingga 1 bulan [11]. Sedangkan spesimen dengan ekstrak kulit nenas baik pada persentase 70%, 50%, dan 30% masih terlihat permukaan cat dan hanya ada beberapa permukaan kecil yang mulai mengalami korosi dan berubah gelap, hal ini mengartikan adanya biofilm pada beberapa bagian kecil dari spesimen dengan ekstrak kulit nenas.

Pengamatan Makroskopis Pertumbuhan Biofouling Minggu Ke-7

Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan biofouling pada setiap spesimen setelah 7 minggu atau 50 hari perendaman.

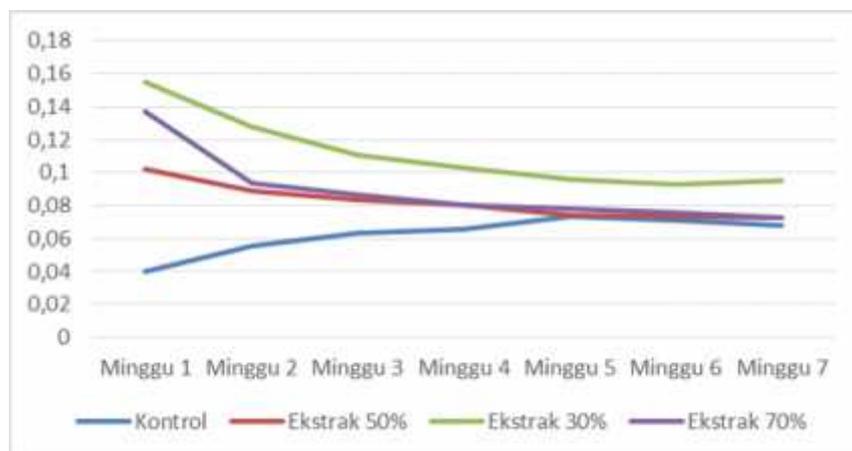


Gambar 3. Spesimen setelah perendaman 7 minggu. (a) kontrol, (b) ekstrak 70%, (c) ekstrak 50%, (d) ekstrak 30%

Setelah 7 minggu perendaman, mulai muncul banyak biofouling pada spesimen kontrol. Tidak hanya mikrofouling, makrofouling juga muncul pada spesimen tersebut yaitu kerang dan teritip. Penelitian sebelumnya yang berlokasi di Boom Marina, Banyuwangi pada tahun 2022 juga menunjukkan munculnya makrofouling yang bervariasi setelah perendaman 2 bulan, salah satunya adalah teritip [4]. Berbeda dengan spesimen kontrol, spesimen ekstrak masih memiliki permukaan yang terlihat berwarna putih meski telah dipenuhi oleh lapisan licin atau *slime* dari biofilm dan beberapa jenis mikrofouling dari algae.

Laju Pertumbuhan Mikrofouling pada Spesimen

Laju pertumbuhan mikrofouling diperoleh dengan menghitung DGR masing-masing spesimen. Setiap variasi memiliki 3 spesimen sehingga DGR yang diperoleh kemudian direrata untuk setiap variasi. Laju pertumbuhan mikrofouling dari minggu pertama hingga minggu terakhir dapat dilihat dari Gambar 4.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan Mikrofouling pada Seluruh Spesimen

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan adanya perbedaan DGR pada masing-masing spesimen. Pada minggu pertama, nilai terkecil dimiliki oleh spesimen kontrol. Adanya banyak pengurangan berat pelat diakibatkan oleh korosi yang terjadi di hampir seluruh permukaan mempengaruhi nilai DGR. Korosi menyebabkan berkurangnya berat dan ketebalan pelat. Berat dan tebal pelat pada salah satu kapal kontainer yang diukur ketika sedang *docking* pada tahun 2010 menjadi berkurang saat diukur kembali pada tahun 2013 akibat adanya laju korosi [12]. Namun, pada minggu-minggu berikutnya, grafik pada spesimen kontrol mengalami kenaikan sedangkan pada spesimen-spesimen ekstrak mulai mengalami penurunan. Berdasarkan pengamatan makroskopis, spesimen kontrol mulai ditemeli oleh biofouling yang diawali dengan munculnya biofilm bahkan hingga makrofoiling. Sedangkan pada spesimen-spesimen ekstrak mulai muncul biofilm dan mikrofoiling pada minggu-minggu terakhir perendaman.

Penurunan DGR juga terjadi pada spesimen kontrol mulai minggu ke 6 karena adanya beberapa teritip yang menghilang dari spesimen. Sedangkan pada spesimen ekstrak 30% justru mulai mengalami peningkatan DGR yang cukup signifikan di minggu ke 7 sebesar 0,095 gr/hari. Adapun penurunan DGR terus berlanjut pada spesimen ekstrak 70% menjadi sebesar 0,0730 g/hari dan spesimen ekstrak 50% sebesar 0,0727 g/hari. Semakin banyak kandungan ekstrak kulit nanas dapat menghambat laju pertumbuhan mikrofoiling namun kandungan ekstrak yang cukup banyak memiliki kekurangan berupa susahnyanya cat menempel pada spesimen karena kandungan ekstrak yang agak berminyak. Selain itu, ekstrak kulit nanas masih memiliki pH asam sebesar 3,52. Senyawa bersifat asam mempercepat *corrosion rate* sehingga *remaining lifetime* menjadi singkat [13]. Meski ekstrak kulit nanas mampu menghambat laju pertumbuhan mikrofoiling namun kondisi asamnya akan mempercepat korosi yang menyebabkan mudah rusaknya pelat dan peningkatan kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan merupakan salah satu faktor yang mempercepat laju pertumbuhan mikrofoiling sehingga presentase yang cukup baik untuk penggunaan ekstrak kulit nanas ini adalah 50%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa mikro fouling mulai muncul pada hitungan minggu hingga bulan. Dengan penambahan ekstrak kulit nanas, laju pertumbuhan mikro fouling dapat ditahan hingga minggu ke-5 untuk ekstrak 30% dengan DGR yang meningkat sebesar 0,095 g/hari dan terus berlanjut untuk ekstrak 50% dengan DGR sebesar 0,0730 g/hari dan 70% dengan DGR sebesar 0,0727 g/hari. Kondisi asam pada ekstrak yang mempengaruhi munculnya korosi menjadi hambatan dari efektivitas ekstrak kulit nanas ini sehingga persentase yang tepat adalah 50%

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LP2M Universitas Jember yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini dengan adanya program dana Hibah Penelitian Dosen Pemula serta PT. Pelindo Boom Marina Banyuwangi yang telah memberikan izin lokasi untuk penelitian ini.

REFERENSI

- [1] B. Pratama, E. Kusdiyantini, A. Supriyadi, A. Budiharjo, And A. B. Susanto, "Senyawa Antifouling Yang Berasosiasi Dengan Alga Coklat (Phaeophyta) Di Perairan Kepulauan Karimunjawa Jepara," *J. Biol.*, Vol. 3, No. 3, 2014.
- [2] J. Chan And S. Wong, *Biofouling: Types, Impact, And Anti-Fouling*. New York: Nova Science Publishers., 2010.
- [3] I. N. Radiarta And F. Sidik, *Sumber Daya Laut Dan Pesisir Perairan Selat Bali*. Jakarta: Balai Riset Dan Observasi Laut Kementerian Kelautan Dan Perikanan, 2021.
- [4] W. Sakinah, R. F. Kusnadi, D. B. Prasetiaji, P. P. Aji, R. P. G. Widityo, And F. X. Kristianta, "The Effect Of Shipbuilding Material Type On Biofouling Growth At Boom Marina, Banyuwangi, East Java, Indonesia," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, Vol. 16, No. 1, Pp. 44–51, 2023, Doi: 10.21107/Jk.V16i1.17964.
- [5] P. F. Maryanti, H. Dwito, And H. Supomo, "Studi Eksperimen Laju Pertumbuhan Marine Growth Pada Plat Baja Astm A36 Akibat Pengaruh Kuat Cahaya Dan Variasi Salinitas," Vol. 1, No. 1, Pp. 1–6, 2012.
- [6] R. M. Nur And R. Rahmawati, "Kombinasi Uji Aktivitas Antifouling (Rhizophora Apiculata) Di Kabupaten Pulau Morotai," *J. Ilmu-Ilmu Perikanan. Dan Budid. Perair.*, Vol. 14, No. 1, 2019, Doi: 10.31851/Jipbp.V14i1.3365.
- [7] H. Nurnaningsih And D. S. Laela, "Efektivitas Berbagai Konsentrasi Enzim Bromelain Dari Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Terhadap Daya Antibakteri *Streptococcus Mutans* Secara In Vitro," *Padjadjaran J. Dent. Res. Students*, Vol. 6, No. 1, P. 74, 2022, Doi: 10.24198/Pjdrs.V6i1.38211.

- [8] D. Suprayogi, R. Asra, And R. Mahdalia, “Analisis Produk Eco Enzyme Dari Kulit Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*) Dan Jeruk Berastagi (*Citrus X Sinensis L.*),” *J. Redoks*, Vol. 7, No. 1, Pp. 19–27, 2022, Doi: 10.31851/Redoks.V7i1.8414.
- [9] K. A. Hanafiah, *Rancangan Percobaan: Teori Dan Aplikasi*, 3rd Ed. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1994.
- [10] W. E. Ricker, *Growth Rates And Models*. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. And Brett, J.R., Eds., *Fish Physiology, Iii, Bioenergetics And Growth*. New York: Academic Press, 1979.
- [11] H. Maddah And A. Chogle, “Biofouling In Reverse Osmosis: Phenomena, Monitoring, Controlling And Remediation,” *Appl. Water Sci.*, Vol. 7, No. 6, Pp. 2637–2651, 2017, Doi: 10.1007/S13201-016-0493-1.
- [12] H. A. Maulana, I. Syahrir, And Sulistyono, “Analisa Kecepatan Laju Korosi Pada Plat Tank Top,” Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, 2016.
- [13] R. Fahlafi, M. Munir, M Miftachul St., And M. P. Erawati, Ika S.S., “Analisa Pengaruh Ph Lingkungan Terhadap Laju Korosi Dan Waktu Sisa Pada Heat Affected Zone Akibat Pengelasan Smaw Spec. Pipa Api 51 Grade B,” *Proceeding 4rd Conf. Pip. Eng. Its Appl.*, Vol. Ii, No. 2656, P. 224, 2019.