

Aktivitas Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Bioinhibitor Logam Besi

Zafitri^{1*}

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan.

*Corresponding author : zafitritfit@gmail.com

Penerbit

ABSTRAK

FKIP Universitas
Timor, NTT-
Indonesia

Korosi atau perkaratan merupakan suatu keadaan material yang mengalami kerusakan suatu bahan logam. Korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihentikan hanya dapat diperlambat lajunya dengan bahan alam yang ramah lingkungan seperti bio inhibitor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor korosi logam besi pada berbagai kondisi pH, konsentrasi, dan temperatur bio inhibitor. Penelitian ini terdiri dari lima tahap. Tahap pertama preparasi sampel daun *Rhizophora mucronata*, tahap kedua ekstraksi daun *Rhizophora mucronata*, tahap ketiga pengujian ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor korosi logam besi, tahap keempat pengujian konsentrasi pada larutan yang efektif, tahap kelima pengujian suhu pada konsentrasi yang efektif. Hasil yang didapat dari ekstrak *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor korosi logam besi lebih besar pada larutan NaOH 3%, yang ditunjukkan dengan nilai efisiensi bio inhibitor 99,39%. Pada pengujian konsentrasi yang efektif di hasilkan pada konsentrasi 0,1 gram dengan nilai efisiensi bio inhibitor 97,50%. Pada pengujian suhu mendapatkan hasil nilai yang tertinggi yaitu dengan suhu dingin (9°C) dengan nilai efisiensi bio inhibitor sebesar 93,73%. Ekstrak daun *Rhizophora mucronata* menunjukkan hasil nilai efisiensi bio inhibitor yang terbaik sehingga dapat digunakan sebagai bio inhibitor logam besi.

Kata kunci: *Rhizophora mucronata*, Bio inhibitor, Konsentrasi, Korosi, Suhu



This PSH : Prosiding Pendidikan Sains dan Humaniora is licensed under a CC BY-NC-SA ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

PENDAHULUAN

Rhizophora mucronata menjadi salah satu jenis tanaman mangrove yang tumbuh subur dan tersebar di banyak pesisir Indonesia yang memiliki populasi terbesar di pulau Kalimantan, Sumatra, Papua, dan Sulawesi. *Rhizophora mucronata* di Indonesia memiliki populasi hingga 75% dari seluruh wilayah Asia Tenggara dan 25% dari populasi Dunia (Sungkar *et al*, 2018). *Rhizophora mucronata* merupakan tanaman bakau dan sering di sebut sebagai bakau bandul, bakau ganjah, dan bakau bangko. Tanaman mangrove tumbuh di wilayah pesisir pantai dan memiliki potensi dalam berbagai sektor karena adanya kandungan senyawa bioaktif (Hasibuan dan Sumartini 2020). Daun mangrove *Rhizophora mucronata* mengandung senyawa metabolit sekunder seperti tanin, karotenoid, fenol, klorofil dan alkaloid (Ridlo *et al*, 2017). Penelitian (Wahyuni *et al*, 2015; Issusilaningtyas *et al*, 2023) meelaporkan daun mangrove *Rhizophora mucronata* memiliki senyawa bioaktif berupa terpenoid, flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin, dan memiliki kandungan senyawa *Rhizophora mucronata* aktif alkaloid, flavonoiod, steroid, tanin, serta saponin (Sumartini *et al*, 2022).

Korosi yang terjadi pada logam merupakan hal yang tidak dapat dihentikan dan hanya dapat diperlambat lajunya sehingga tidak dapat merusak material yang digunakan (Rochmat *et al*, 2019). Untuk memperlambat terjadinya korosi pada logam besi, telah banyak dilakukan upaya antara lain pelapisan pada permukaan logam (coating), perlindungan katodik dan penambahan inhibitor korosi (Utomo, 2015). Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengendalian korosi adalah penambahan inhibitor (Haryono *et al*, 2010).

Inhibitor organik merupakan inhibitor yang berasal dari bahan alam yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga dapat berinteraksi dengan logam membentuk senyawa kompleks dan mengandung atom- atom seperti atom N, O, P dan atom- atom lainnya. Inhibitor ini biasanya digunakan untuk mencegah korosi dengan cara memperlambat prosesnya karena murah, aman, ramah lingkungan dan mudah digunakan (Abi *et al*, 2023). Penggunaan inhibitor korosi merupakan salah satu cara yang efektif dalam memperlambat laju korosi. Inhibitor bekerja dengan cara menyerap ion atau molekul ke dalam permukaan logam. Kinerja inhibitor dipengaruhi oleh pH, suhu dan konsentrasi (Sari *et al*, 2013; Mardhani dan Harmami, 2013).

Dalam dunia industri, besi banyak dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan baja, pembuatan peralatan rumah tangga seperti peralatan masak-memasak, industri transportasi. Disamping itu besi juga dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan. Besi sangat dibutuhkan karena fondasi bangunan menggunakan besi, atap bahkan pilar bangunan juga menggunakan besi. Besi biasanya digunakan sebagai batang panjang dalam kombinasi dengan beton dan

semen. Dengan menambahkan besi ke konstruksi akan memberikan kekuatan dan daya tahan pada konstruksi.

Bio inhibitor merupakan senyawa yang ketika ditambahkan ke dalam suatu lingkungan dalam jumlah sedikit secara terus-menerus, mampu mengurangi kecepatan korosi pada logam. Bio inhibitor merupakan bahan organik yang dapat diperbarui, seperti contohnya buah-buahan atau tanaman. Bio inhibitor yang diperoleh dari sumber alami berasal dari tanaman yang mengandung senyawa seperti saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, dan triterpenoid. Inhibitor hijau atau bio inhibitor merupakan produk yang ketika proses pembuatannya tidak menghasilkan limbah. Konsep hijau adalah ketika proses pembuatan produk menggunakan bahan-bahan yang aman terhadap lingkungan, yang dapat mengurangi dampak negatif bagi lingkungannya, dan bernilai ekonomis (Putra, 2021). Tujuan penelitian yaitu untuk Mengetahui efisiensi ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi pada berbagai kondisi larutan HCl 3%, NaOH 3%, dan NaCl 3%, Mengetahui efisiensi ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi pada larutan efektif dengan berbagai konsentrasi dan Mengetahui efisiensi ekstrak daun *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi dengan larutan dan konsentrasi efektif pada suhu yang berbeda. Adapun manfaat penelitiannya.

Rhizophora mucronata adalah salah satu jenis mangrove yang umumnya ditemukan di pesisir daerah tropis dan subtropis yang masih dipengaruhi oleh pasang surut. Pertumbuhannya optimal pada kondisi tanah yang mengandung humus lebih tinggi (Noor *et al*, 2006). Sebagai organisme sessile yang hidup di lingkungan dengan tekanan tinggi, mangrove telah mengembangkan berbagai mekanisme adaptasi, salah satunya adalah dengan memproduksi senyawa metabolit sekunder (Buchanan *et al*, 2015).

Selain itu, daun juga lebih mudah dipanen dan produksinya tidak dibatasi musim sehingga jumlahnya lebih melimpah dari organ lainnya (Hardinsyah *et al*, 2019). Untuk mewujudkan daun sebagai produk antioksidan tanpa melakukan eksploitasi berlebihan, diperlukan pengetahuan tentang tingkat pertumbuhan optimal bagi mangrove untuk menghasilkan daun dengan kualitas metabolit sekunder terbaik. Tingkat pertumbuhan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas senyawa antioksidan pada tumbuhan. Seiring dengan berjalannya siklus hidup tumbuhan, produksi metabolit sekunder mengalami peningkatan dengan puncak produksi diamati pada fase generatif (Chen *et al*, 2012 & Manurung *et al*, 2017).

METODE PENELITIAN

Materi penelitian ini menggunakan bahan ekstrak daun *Rhizophora mucronata* yang berasal dari hutan mangrove atau di kawasan konservasi mangrove dan bekantan Kota Tarakan. Ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* ini digunakan sebagai bahan dasar untuk menghambat laju korosi pada logam besi. Parameter yang digunakan pada penelitian ini meliputi perhitungan laju korosi, perhitungan efektivitas bio inhibitor pada logam besi, dan menganalisis jenis suhu yang mempengaruhi laju korosi. Penelitian ini di mulai pada bulan Maret sampai bulan Juli 2025, bertempat di Laboratorium Lingkungan dan Laboratorium Nutrusi Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan.

Prosedur penelitian ini terdiri dari lima tahap. Tahap pertama preparasi sampel daun *Rhizophora mucronata*. Tahap kedua ekstraksi sampel daun *Rhizophora mucronata*. Tahap ketiga melakukan pengujian ekstrak *Rhizophora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi. Tahap keempat mengukur pengaruh konsentrasi *Rhizophora mucronata* bio inhibitor logam besi. Tahap kelima mengukur pengaruh suhu pada konsentrasi yang paling efektif. Pengambilan sampel daun *Rhizophora mucronata* dilakukan di hutan mangrove Kota Tarakan. Proses Ekstraksi mangrove *Rhizophora mucronata* mengacu pada prosedur penelitian (Mahenda 2021). Sampel diambil di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekandan (KKMB) Kota Tarakan. Daun *Rhizophora mucronata* di jemur di bawa sinar matahari, selama tiga sampai lima hari hingga benar benar kering, lalu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil selanjutnya daun dihaluskan menggunakan blender hingga hasil yang diinginkan.

Serbuk daun *Rhizophora mucronata* ditimbang sebanyak 100,18 gram lalu di ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70% sebanyak 500 ml selama 3 hari pada suhu ruang. Sampel hasil maserasi kemudian di saring menggunakan corong laboratorium dan kertas saring hasil residu penyaringan diambil filtratnya dan dipisahkan substratnya dan ditampung dalam labu erlenmeyer. Metode ekstraksi dengan suhu tinggi dengan filtrat dikentalkan dan dipisahkan dengan pelarut yang tersisa dengan penguapan pada suhu 60°C sampai 70°C menggunakan tangki evaporator berkecepatan 500 rpm. Lalu ekstrak dipanaskan menggunakan water bath dengan suhu 60°C sampai 70°C, guna menguapkan cairan pada ekstrak sehingga ekstrak menjadi lebih pekat atau ekstrak berbentuk kental (*extractum spissum*). Ekstrak mangrove *Rhizophora mucronata* berbentuk pasta harus disimpan dalam lemari pendingin bersuhu rendah berguna untuk mencegah kerusakan pada kandungan bahan bioaktifnya (Datu, 2017). Setelah didapatkan hasil ekstraksi di timbang terlebih dahulu dan dihitung persentase rendemennya. Rendemen diperoleh dari perbandingan berat ekstrak yang

didapat dibagi dengan berat awal sampel yang digunakan. Rendemen menyatakan efektivitas suatu pelarut terhadap bahan yang diekstraksi namun tidak menunjukkan tingkat aktivitas ekstrak tersebut. (Sari, 2008). Rendemen hasil ekstraksi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat ekstrak yang didapat}}{\text{Berat sampel yang diekstraksi}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel Daun *Rhizophora mucronata*

Daun *Rhizophora mucronata* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Kawasan Konservasi Dan Bekantan Kota Tarakan, Kalimantan Utara. Daun *Rhizophora mucronata* kemudian dibersihkan dan dikeringkan dibawah sinar matahari 3-5 hari. Pengeringan sampel ini bertujuan untuk mendapatkan ekstrak yang tidak mudah rusak sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama. Sampel kemudian dihaluskan dengan blender dan didapatkan bubuk halus sampel. Penghalusan sampel bertujuan untuk memperbesar perbandingan anantara luas permukaan bahan pelarut, sehingga nantinya pelarut dapat lebih mudah terdifusi ke dalam bahan dan proses ekstraksi dapat berlangsung dengan maksimal (Lalopua, 2013). Sampel selanjutnya ditimbang menggunakan timbangan digital dan memperoleh sampel sebanyak 100,18 gram.

Ekstraksi daun *Rhizophora mucronata*

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi dengan melakukan perendamaan sampel atau simplisia dengan pelarut organik pada temperatur ruang. Metode maserasi dapat menguntungkan dalam isolasi bahan alam yang tidak tahan panas. Prinsip ekstraksi atau proses penyarian dalam maserasi berupa terjadinya proses pemecahan dinding sel dan membran sel yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan antara didalam dan diluar sel. Hal ini dapat menyebabkan metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma sel akan terlarut dalam larutan penyari atau pelarut organik. Pemilihan pelarut untuk proses maserasi dapat memberikan efektivitas yang tinggi bila memperhatikan kelarutan atau polaritas senyawa aktif dalam bahan alam. Secara umum pelarut metanol dan etanol merupakan pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses maserasi karena sebaran polaritas yang besar.

Dalam penelitian ini sampel sebanyak 100,18 daun *Rhizophora mucronata* diekstraksi

menggunakan metode maserasi di dalam 500 ml pelarut etanol dilakukan dengan satu jenis pelarut yaitu menggunakan etanol 70%, sedangkan maserasi bertingkat dilakukan menggunakan beberapa jenis pelarut secara bertahap yang umumnya dari pelarut non polar hingga polar (Hasan *et al.*, 2023). Maserasi dilakukan dengan perendaman sampel selama 3 hari dengan pelarut dalam bejana tertutup pada suhu kamar dengan pengadukan sekali sehari hingga seluruh permukaan sampel terbasahi (Endarini, 2016).

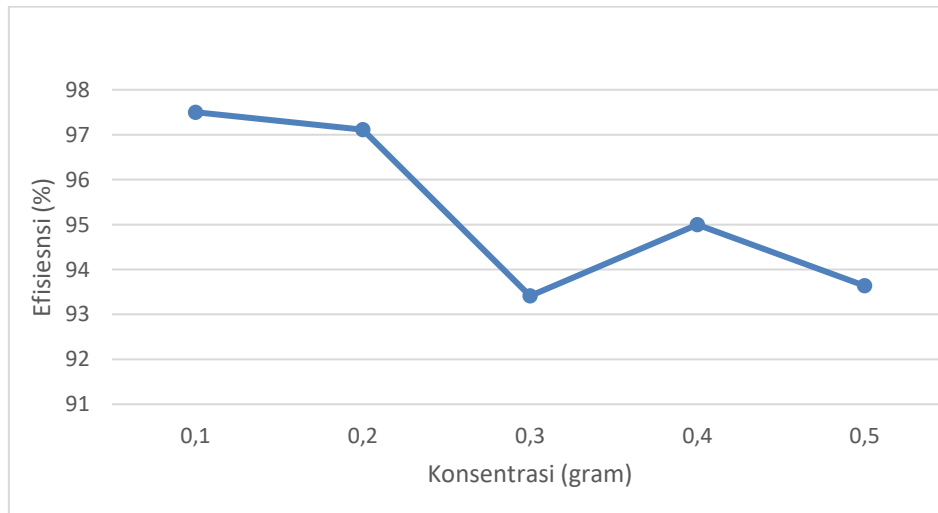
Pengujian Ekstrak Daun *Rhizopora mucronata* Sebagai Bio inhibitor Logam Besi

Pengujian ekstrak *Rhizopora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi dilakukan dengan menghitung berat (*weight loss*). Metode kehilangan berat (*weight loss*) merupakan salah satu pendekatan paling umum dan akurat dalam mengukur laju korosi. Berdasarkan standar ASTM G31-12a, metode ini memberikan hasil langsung berupa penurunan massa logam per satuan luas dalam satuan mils per year (mpy). Dalam penelitian terbaru oleh (Sutrisno & Ariifin, 2023). Penelitian ini menggunakan larutan korosif HCl 3%, NaCl 3%, NaOH 3% tujuan penggunaan tiga larutan yang berbeda untuk mengetahui efisiensi ekstrak *Rhizopora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi. Sebelum dilakukan perendaman, logam besi ukuran 2×2 cm terlebih dahulu dibersihkan menggunakan amplas. Penggunaan amplas dilakukan pengampelasan pada permukaan spesimen. Hasil dari proses sebelumnya permukaan spesimen pasti memiliki permukaan yang tidak rata, terkorosi, terdapat gesekan bahkan porositas. Untuk meratakan dan menghilangkan itu semua maka dilakukan grinding (pengampelasan) (Almadani, M. I., & Siswanto, R. 2020).

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun *Rhizopora mucronata* sebagai Bio inhibitor Logam Besi

Konsentrasi dibutuhkan dalam pengujian bio inhibitor korosi dengan menggunakan bahan alam dikarenakan konsenyrasi pada inhibitor berpengaruh langsung terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi. Semakin tinggi konsentrasi bio inhibitor, maka laju korosi pada logam besi semskin menurun dan efisiensi inhibisi semakin meningkat. Karena terjadinya molekul inhibitor yang lebih banyak dapat menutupi permukaan pada logam lebih luas, sehingga dapat menghalangi adanya serangan larutan yang korosif dan membentuk lapisan pelindung pada logam besi. Pengujian berbagai konsentrasi yang diperlukan untuk menentukan konsentrasi optimal yang dapat memberikan perlindungan maksimal terhadap korosi tersebut. Pada konsentrasi yang terlalu rendah mungkin dapat mengakibatkan masalah kejenuhan ataupun efek samping yang tidak diinginkan. Dan membutuhkan konsentrasi yang tepat agar mendapatkan

nilai inhibisi terbaik. Pada pengujian ekstrak *Rhizopora mucronata* sebagai bio inhibitor logam besi menggunakan larutan pada HCl 3% karena pada percobaan sebelumnya ekstrak *Rhizopora mucronata* mendapatkan nilai efisiensi tertinggi pada larutan HCl 3%. Konsentrasi pada ekstrak *Rhizopora mucronata* yang digunakan adalah 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5 gram dengan tiga kali pengulangan yang akan ditambahkan larutan korosif. Pada perhitungan berat awal dan berat akhir pada logam besi untuk mengetahui selisih berat yang hilang pada logam besi karena korosi.



Gambar 1. Konsentrasi Ekstrak *Rhizopora mucronata* sebagai Bio inhibitor

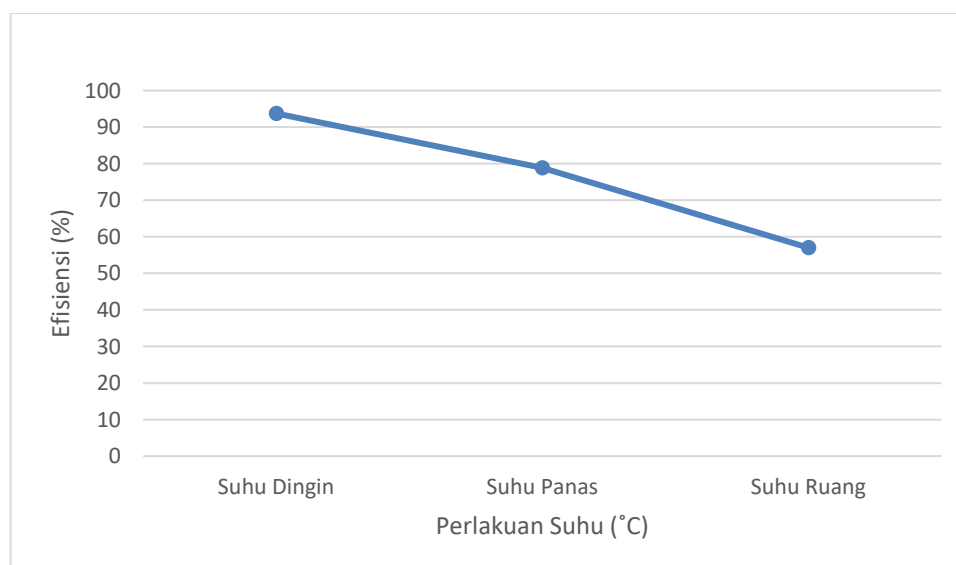
Berdasarkan Gambar 1 nilai efisiensi yang di dapatkan dengan menambahkan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 gram ekstrak *Rhizopora mucronata* pada larutan korosif untuk menghambat laju korosi menghasilkan nilai efisiensi yang berturut-turut yaitu 97,50%, 97,11%, 93,42%, 95,00%, dan 93,64%. Nilai efisiensi yang tertinggi dengan penambahan ekstrak *Rhizopora mucronata* terdapat pada konsentrasi pertama yaitu 0,1 gram dengan tiga kali pengulangan. Hal ini disebabkan karena nilai efisiensi laju korosi akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor ke dalam media korosif. Efisiensi terendah terdapat pada konsentrasi 0,3 gram yang menghasilkan nilai efisiensi 93,42%, dan efisiensi tertinggi terdapat pada konsentrasi 0,1 gram yang menghasilkan nilai efisiensi 97,50%.

Pengaruh Suhu pada Konsentrasi Efektif Ekstrak Daun *Rhizopora mucronata* sebagai Bio inhibitor Logam Besi

Suhu mempengaruhi efisiensi bio inhibitor karena peningkatan suhu dapat meningkatkan energi kinetik molekul. Suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi bio inhibitor dalam menghambat korosi. Jika suhu melebihi batas optimum, dapat mengalami denaturasi, yaitu perubahan struktur yang menyebabkan kehilangan aktivitasnya. Sehingga bio inhibitor bekerja

lebih efektif untuk menghambat korosi atau reaksi kimia lainnya.

Pada pengujian suhu menggunakan konsentrasi yang efektif pada media korosif. Pengujian sebelumnya konsentrasi yang paling efektif adalah 0,1 gram ekstrak *Rizopora mucronata*, yang digunakan yaitu konsentrasi 0,1 gram pada pengujian suhu dingin, suhu ruang dan suhu panas dengan tiga lai penguangan. Larutan suhu dingin disimpan di showcase chiller dengan suhu 9°C, pada suhu panas menggunakan waterbath dengan suhu 50°C, dan suhu ruang berkisaran antara 20-23°C, Larutan tersebut dibiarkan selama 18 jam. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Suhu pada Konsentrasi Efektif Ekstrak Daun *Rhizopora mucronata*

Berdasarkan Gambar 2 nilai efisiensi yang didapatkan pada suhu dingin (9°C), suhu panas 50°C) dan suhu ruang (29°C) dengan menggunakan konsentrasi yang efektif 0,1 gram ekstrak *Rhizopora mucronata* nilai efisiensi berturut-turut 93,73%, 78,84%, dan 57,02%. Nilai efisiensi tertinggi dengan penambahan 0,1 gram ekstrak *Rhizopora mucronata* di hasilkan pada suhu dingin (9°C) dengan tiga kali pengulangan. Dari fenomena ini adanya peningkatan tempertur dalam suatu larutan akan mempercepat laju korosi. Sebaiknya jika temperatur larutan menuru, laju korosi juga cenderung akan melambat, yang akhirnya dapat meningkatkan nilai efisiensi. Efisiensi inhibisi dalam media HCl pada saat penambahan ekstrak *Rhizopora mucronata* dalam suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya penurunan daya inhibisi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Batu *et al*, (2022), mengatakan bahwa kemampuan inhibitor korosi akan menurun apabila suhu dinaikan. Penyebabnya karena adanya zat korosif pada

permukaan logam atau persaingan antara difusi (perpindahan) molekul inhibitor saat korosi terjadi pada suhu tinggi. Permukaan logam akan diserang pada saat terjadi peningkatan suhu oleh zat korosif dengan ukuran molekul lebih kecil yang bergerak lebih cepat. (Abi *et al.*, 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian. Aktivitas Ekstrak Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Bio inhibitor Logam Besi yang telah dilakukan dan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pengujian pada larutan korosif yang paling efektif bekerja adalah larutan HCl 3% dengan penambahan 0,25 gram ekstrak *Rhizophora mucronata* mendapatkan nilai efisiensi tertinggi yaitu 99,39%, dikarenakan pada larutan asam tersebut sangat agresif dengan korosi pada logam besi, sehingga itu kemampuan ekstrak *Rhizophora mucronata* membentuk lapisan pelindung yang menghambat reaksi korosi.
2. Pada perlakuan konsentrasi yang paling efektif didapatkan 0,1 gram ekstrak *Rhizophora mucronata* dengan persentase efisiensi 97,50%, hal tersebut disebabkan pada konsentrasi 0,1 adalah konsentrasi yang paling optimum yang didapatkan karena kondisi tersebut senyawa kompleks yang bekerja sebagai bio inhibitor, bekerja untuk melindungi logam besi dari proses oksidasi yang sudah bekerja secara efektif, sehingga pada konsentrasi 0,3 dan 0,5 gram nilai efisiensinya menurun karena disebabkan konsentrasi sudah jenuh sehingga bio inhibitor tidak dapat bekerja dengan baik.
3. Perlakuan pada suhu, didapatkan dengan nilai efisiensi tertinggi pada suhu dingin dengan persentase 93,73%, hal tersebut disebabkan karena semakin temperatur dalam suatu larutan, maka semakin tinggi laju korosi pada media larutan tersebut, dan sebaliknya jika di suhu yang rendah maka laju korosi akan semakin melambat sehingga mengakibatkan nilai efisiensi meningkat.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan variabel yang berbeda seperti konsentrasi dan suhu, media korosi dan varian waktu yang berbeda untuk mengetahui kinerja inhibitor dalam menghambat laju korosi serta melakukan pengujian laju korosi dengan metode lain untuk memahami dengan pasti kinerja dari inhibitor ekstrak daun *Rhizophora mucronata*.

DAFTAR RUJUKAN

- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora Mucronata* Dan *Rhizophora Apiculata* Yang Dikoleksi Dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology*, 4(1), 16-22.
- Anshori, A., Ishak, I., Jalaluddin, J., Bahri, S., & Zulnazri, Z. (2021). Pemanfaatan Ekstrak Daun Biduri (*Calotropis Gigantae*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja Lunak (Mild Steel) Dalam Berbagai Medium Korosif. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(3), 84-93.
- Andriani, D., & Murtisiwi, L. (2020). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L) Dari Daerah Sleman Dengan Metode DPPH. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1), 70-76.
- Almadani, M. I., & Siswanto, R. (2020). Proses Manufaktur Mesin Poles Dan Ampelas Untuk Proses Metalografi. *Jtam Rotary*, 2(1), 15-22.
- Fahmi, (2024). Pemanfaatan Albumin Ikan Gabus (*Channa Striata*) Sebagai Bioinhibitor Korosi Logam. Skripsi. FPIK Universitas Borneo Tarakan
- Fahrurrozi, A., Andayani, I. S., Yuniarti, A., & Aqua, S. P. M. (2021). Potensi Ekstrak Kasar Daun Mangrove (*Rhizophora Mucronata*) Terhadap Pertahanan Imuno-Antioksidan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas salmonicida* (Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya).
- Farochi, M. B. F. (2014). PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN SALAM (*Eugenia polyantha*) TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON API 5L GRADE B DI LINGKUNGAN NaCl 3.5% Dan H₂SO₄.
- Mahenda, A.A. (2021). Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Mangrove Api-Api (*Avicennia Alba*) Sebagai Immunostimulan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Penyakit Vibriosis Yang Disebabkan Oleh Bakteri *Vibrio Parahaemolyticus* (Doctoral Dissertation). Surabaya: UIN Sunan Ampel.
- Pamungkas, G., & Sutrisno, S. Pengaruh Ekstrak Daun Melinjo Terhadap Laju Korosi Pada Material Baja.
- Putra, Y. M. (2021). Pengaruh Komposisi Bio Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Pada Laju Korosi Baja Astm A36 Dalam Media Air Garam (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Riau).