

STUDI ANALISIS LAJU KOROSI PADA PERMUKAAN MATERIAL PAKU KOMERSIL DALAM MEDIA AGAR-AGAR

*Ratna Mustika Yasi¹, Anas Mukhtar², Ikhwanul Qiram³, Gatut Rubiono⁴

¹Teknik Elektro, Universitas PGRI Banyuwangi, ^{2,3,4}Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi
* ratna.mustika@unibabwi.ac.id

Riwayat Article

Received: 29 Maret 2023; Received in Revision: 30 Maret 2023; Accepted: 30 Maret 2023

Abstract

Corrosion is a natural phenomenon that occurs in metal materials. This corrosion control is carried out to minimize the occurrence of corrosion on metal and steel materials. One of the corrosion control techniques is the use of inhibitors. In this study using an organic inhibitor, namely agar. This study uses NaOH, NaCl, HCl, and $K_3Fe(CN)_6$ solutions to see how long it takes for the corrosion process to start arising from metal materials. The research results show . HCl and $K_3Fe(CN)_6$ solutions are the fastest solutions for corrosion to occur. This is due to the characteristics of HCl solutions, which are strong acids, which accelerate corrosion. Meanwhile, $K_3Fe(CN)_6$ or potassium ferricyanide functions to indicate the presence of Fe^{2+} ions and is a weak oxidizer in organic chemistry. Furthermore, for NaCl solution corrosion occurred after 24 hours of observation and NaOH began to corrode after 12 hours of observation. This shows that agar as an inhibitor can function as an inhibitor that can prevent corrosion of metal materials.

Keywords: agar-agar, inhibitor, corrosion

Abstrak

Korosi merupakan fenomena alamiah yang terjadi pada material logam. Pengendalian korosi ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya korosi pada material logam dan baja. Teknik pengendalian korosi salah satunya pemanfaatan inhibitor. Pada penelitian ini menggunakan inhibitor organik yaitu agar-agar. Penelitian ini menggunakan larutan NaOH, NaCl, HCl, dan $K_3Fe(CN)_6$ untuk melihat lama waktu proses korosi mulai timbul dari material logam. Hasil penelitian menunjukkan . Larutan HCL dan $K_3Fe(CN)_6$ menjadi larutan tercepat dalam timbulnya korosi hal ini dikarenakan karakteristik larutan HCL yang termasuk asam kuat sehingga mempercepat korosi. Sedangkan, $K_3Fe(CN)_6$ atau kalium ferisianida berfungsi menunjukkan keberadaan ion Fe^{2+} dan merupakan sebuah pengoksidasi lemah dalam kimia organik. Selanjutnya untuk larutan NaCl timbul korosi setelah 24 jam pengamatan dan NaOH mulai timbul korosi setelah waktu 12 jam pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa agar-agar sebagai inhibitor dapat berfungsi sebagai inhibitor yang dapat mencegah korosi pada material logam.

Keywords: agar-agar, inhibitor, korosi

1. Introduction (Bold, Verdana 9, capital for the first letter)

Korosi merupakan fenomena alamiah yang terjadi pada material logam, dimana korosi merupakan proses kerusakan material karena reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya (Khasibudin, 2018). Lingkungan tersebut meliputi lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan air tanah. Salah satu metode yang paling efisien dalam mengatasi korosi pada logam adalah metode inhibisi dengan menggunakan inhibitor (Chigondo & Chigondo, 2016) (Palou, Xomelt, & Likhanova, 2014). Korosi adalah rusaknya benda-benda logam akibat pengaruh lingkungan, proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi ($Fe_2O_3.nH_2O$) (Mariana, 2018). Korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi dapat diminimalkan dengan melakukan teknik pengendalian korosi (Salsabilla, Muliastri, & Suminar, 2022). Teknik pengendalian korosi meliputi pelapisan (*coating*), proteksi katodik dan anodik, penambahan inhibitor, dan pemilihan bahan dan desain yang tepat (Trethewey & Kenneth, 1991). Penggunaan inhibitor korosi merupakan salah satu metode penghambat korosi. Inhibitor korosi didefinisikan sebagai zat kimia yang ditambahkan pada suatu lingkungan, yang bermanfaat dalam menurunkan

laju korosi yang terjadi pada lingkungan yang didalamnya memuat keberadaan suatu logam (Yanuar, Pratikno, & Titah, 2016). Berdasarkan bahan pembuatannya inhibitor korosi dibedakan menjadi inhibitor berbahan anorganik dan organik. Inhibitor korosi organik yaitu inhibitor korosi yang berasal dari bahan alami yang tersedia di alam (Yanuar, Pratikno, & Titah, 2016). Sedangkan inhibitor anorganik berasal dari bahan non alam atau sintesis. Rumput laut merupakan umbuhan yang tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Rumput laut mengandung senyawa *hidrokoloid* seperti karagenan, agar dan alginat (Yolanda & Agustono, 2018). Agar memiliki kemampuan membentuk lapisan gel atau film, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel, pensuspensi, pelapis, dan inhibitor (Suparmi & Sahri, 2009). Proses ekstraksi rumput laut menghasilkan Agar-agar sebagai salah satu produknya. Agar-agar termasuk senyawa polisakarida dengan rantai panjang yang tersusun dari molekul agarosa dan agaropektin.

Perkembangan penelitian terkait inhibitor korosi alami dan penggunaannya mulai menyebar dengan cepat. Penggunaan tumbuhan tembakau, teh dan kopi sebagai inhibitor korosi baja lunak (Ilim, D, Pandiangan, & Sudrajat, 2007). Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak tembakau terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi yang dihasilkan dengan menambahkan pembaharuan penelitian berupa penginjeksian gas CO₂ secara kontinu (Ahmadi, Oediyani, & Priyotomo, 2016). Ekstrak teh, kopi, dan tembakau yang digunakan sebagai inhibitor korosi pada cat untuk pelat kapal A36 (Septiari & Supomo, 2013). Berdasarkan analisa di atas, penulis tertarik melakukan uji percobaan dengan melakukan penambahan media agar agar, sebagai n inhibitor organik pada material logam yaitu paku komersil. Media yang digunakan sebagai media korosi yaitu beberapa larutan kimia yaitu NaCl 10 M, K₃Fe(CN)₆ 10 M, dan HCl 10 M.

2. Methodology

2.1. Alat dan bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut pipet tetes, gelas aqua, Beaker glas, Botol reagen, Stopwatch, Kamera, Batang pengaduk. Bahan penelitian yang digunakan adalah paku, Amplas, Agar-agar, Tissue, *Sticky Note*, Larutan NaCl, Larutan NaOH, Larutan HCl, Larutan K₃Fe(CN)₆, Aquades

2.2. Pembuatan Sampel

Sampel berbentuk paku komersial dengan proses dihaluskan pada permukaan paku menggunakan kertas amplas. Selanjutnya, sampel direndam dengan larutan HCl. Proses ini disebut dengan dengan proses *pickling*. Proses ini berfungsi menghilangkan kerak pada permukaan, lapisan korosi, maupun zat pengotor yang menempel pada bagian muka paku. Kemudian, paku dicuci menggunakan air mengalir dan sabun supaya bersih.

2.3. Pembuatan Larutan

2.3.1. Pembuatan larutan NaCl 10M

Pembuatan larutan dilakukan dengan melarutkan padatan NaCl ke dalam larutan aquades sebanyak 100 mL. Lalu aduk larutan tersebut hingga bercampur rata.

2.3.2. Pembuatan Larutan K₃Fe(CN)₆ 10M

Pembuatan larutan dilakukan dengan melarutkan padatan K₃Fe(CN)₆ ke dalam larutan aquades sebanyak 100 mL. Lalu mengaduk larutan hingga homogen dengan waktu pengadukan 10-20 menit.

2.3.3 Pembuatan Larutan Larutan NaOH 10M

Pembuatan larutan dilakukan dengan melarutkan padatan NaOH ke dalam larutan aquades sebanyak 100 mL. Lalu mengaduk larutan hingga homogen dengan waktu pengadukan 10-20 menit.

2.3.4. Pembuatan agar – agar sebagai inhibitor

Dimasukan agar-agar sebanyak 3 bungkus ke dalam beaker glass, 800 mL aquades ditambahkan sambil diaduk. Selanjutnya dipanaskan sampai mendidih pada suhu 100°C sampai larut dan terbentuk agar agar.

2.3.5. Larutan Kontrol

Paku dimasukkan ke dalam gelas aqua, agar-agar dimasukkan ke dalam gelas aqua sampai seluruh paku terendam, Diamati selama 0 menit, 1 jam menit, 12 jam, 24 jam dan 48 jam

2.3.6. Larutan Kontrol + NaCl

Paku dimasukkan ke dalam gelas aqua, Ditambahkan larutan NaCl sampai semua bagian paku tercelup. Diamati selama 0 menit, 1 jam menit, 12 jam, 24 jam dan 48 jam.

2.3.7. Larutan Kontrol + NaOH

Paku dimasukkan ke dalam gelas aqua, Ditambahkan larutan NaOH sampai semua bagian paku tercelup. Diamati selama 0 menit, 1 jam menit, 12 jam, 24 jam dan 48 jam.

2.3.8. Larutan Kontrol + $K_3Fe(CN)_6$

Paku dimasukkan ke dalam gelas aqua, Ditambahkan larutan $K_3Fe(CN)_6$ sampai semua bagian paku tercelup. Diamati selama 0 menit, 1 jam menit, 12 jam, 24 jam dan 48 jam.

3. Results and Discussion

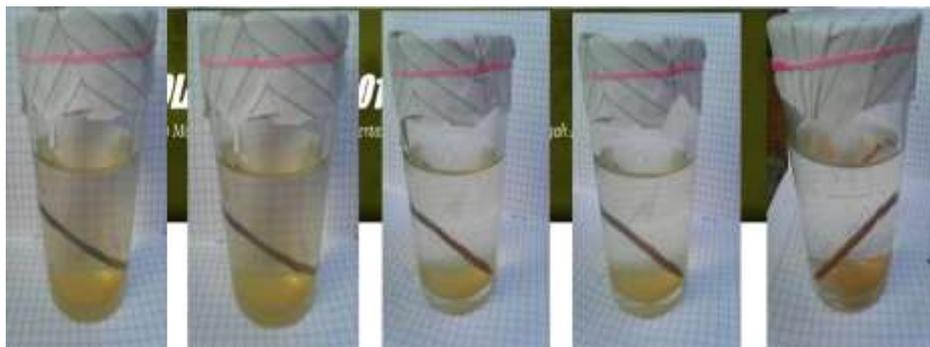
3.1. Results

Tabel 1. Hasil Pengamatan

Sampel	Waktu				
	0 menit	1 jam	12 jam	24 jam	48 jam
Kontrol	Tidak ada perubahan	Agar-agar mengeras	Belum ada pengkorosian	Belum ada korosi	Hanya terdapat sedikit krosi
Kontrol + NaCl	Tedapat sedikit gelembung	Agar-agar mengeras	Belum ada korosi	Hanya sedikit muncul bintik korosi	Hanya sedikit saja korosi
Kontrol + HCl	Ada sedikit Gelembung/busa	Mulai sedikit korosi	Korosi mulai terjadi	Paku mulai muncul bintik korosi	Paku mulai korosi lebih banyak
Kontrol + NaOH	Sedikit gelembung	Agar-agar mengeras	Belum nampak ada korosi	Belum nampak ada koroi	Hanya sedikit saja korosi
Kontrol + $K_3Fe(CN)_6$	Warna larutan menguning	Mulai sedikit terkorosi	Korosi menyebar	Muncul korosi dan gelembung dalam agar agar berwarna kebiruan	Korosi terjadi dan menyebar keseluruhan bagian paku dan terdapat gelembung dalam agar agar berwarna kebiruan



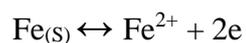
Gambar 1. Kondisi Sampel Setelah Pengamatan 48 jam



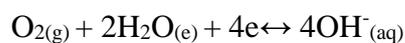
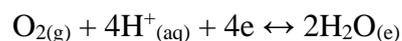
Gambar 2. Kondisi Sampel setelah 48 jam pengamatan dan dipindahkan ke gelas akua yang berisi air

3.2 Discussion

Korosi dideskripsikan terdiri dari sel galvanik yang memiliki hubungan singkat pada wilayah permukaan logam belaku sebagai katoda dan anoda serta rangkaian listrik yang dilengkapi oleh aliran elektron menuju besi itu sendiri. Proses korosi terjadi ketika logam mulai teroksidasi, oksigen mulai bekerja sebagai reduksi karat logam. Karat besi memiliki rumus kimia yaitu $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, dalam perwujudan fisik zat yang didominasi warna coklat atau merah. Peristiwa korosi besi membutuhkan komponen tertentu yang berfungsi sebagai anode dan besi mengalami oksidasi.



Prosesnya dimulai dari elektron yang dibebaskan anode yang bergerak keseluruhan bagian besi yang berperan sebagai katode, dan oksigen dapat tereduksi



Anode membentuk ion besi (II) yang mengalami oksidasi membentuk ion besi (III) setelahnya senyawa oksidasi terhidrasi berupa karat besi akan mulai terbentuk. Reaksi redoks yang terjadi pada suatu logam merupakan akibat dari degradasi logam. Adapun beberapa faktor yang berpengaruh pada korosi yaitu permukaan logam dengan H_2O dan O_2 kejadian ini menggambarkan reaksi redoks. Selanjutnya, keberadaan zat pengotor dipermukaan logam yang memicu reaksi reduksi tambahan, selanjutnya kelebihan atom logam yang mengalami proses

oksidasi. Kontak hubungan dengan elektrolit secara langsung, senyawa elektrolit seperti garam yang berfungsi mempercepat laju korosi. Hal ini dikarenakan mempercepat reaksi, kemudian konsentrasi dan elektrolit yang tinggi yang mendukung laju reaksi elektron. Kemudian nilai suhu yang tinggi semakin mempercepat korosi. Suhu yang meningkat akan berdampak pada peningkatan energi kinetik partikel, sehingga memungkinkan peristiwa tumbukan efektif pada reaksi redoks yang menjadi besar (SUGIARTO, 2018).

Faktor pH juga mempengaruhi proses korosi pada kondisi asam kadar pH <7, hal ini bernilai semakin besar disebabkan reaksi reduksi tambahan yang terjadi pada katode, $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$. Proses akhir pada permukaan logam yang kasar berdampak pada beda potensial dan kecenderungan yang berperan menjadi anoda mudah korosi. Pada penelitian ini material logam paku yang diproses dan dihamplas bertujuan untuk merusak lapisan cat dari paku supaya terbuka. Agar-agar diberikan berfungsi menjadi jembatan garam yang berperan sebagai inhibitor melindungi paku dari udara dan kelembaban atau disini berperan sebagai inhibitor. Pada 0 menit belum ada perubahan sama sekali pada ke-lima gelas percobaan termasuk kontrol. Pada 1 jam pertama agar-agar sudah mulai mengeras, pada larutan kontrol+ HCl dan larutan+ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ hanya sedikit bintik korosi pada paku.

Pada pengamatan sampel kontrol + NaCl dengan perlakuan sama sebelumnya. Hasil pengamatan menunjukkan 0 menit mulai timbul gelembung udara di sekitar paku. Peristiwa ini disebabkan NaCl mulai bekerja lapisan terluar dari paku. Pada 1 jam pertama tidak ada perubahan yang terjadi. Namun, pada 24 dan 48 jam agar-agar mulai keras dan timbul korosi leher paku dan daerah badan paku. Hal ini disebabkan penambahan NaCl yang bersifat asam. Pengamatan pada larutan kontrol + HCl pada pengamatan 0 menit muncul busa di sekitar paku. Hal ini disebabkan HCl sebagai larutan asam berfungsi dalam membuka lapisan cat pada paku. Pada 1 jam pertama agar-agar mulai mengeras dan korosi mulai timbul di seluruh permukaan paku. Pengamatan pada 12, 24 dan 48 jam korosi menyebar ke seluruh bagian paku. Dan pada 48 jam korosi terjadi seutuhnya di badan paku. Perubahan pada 48 jam yang signifikan dikarenakan perubahan korosi hampir pada seluruh bagian dikarenakan bahwa HCl merupakan jenis asam kuat.

Pengamatan selanjutnya pada larutan kontrol + NaOH, hasil pengamatan masih sama, pada 0 menit agar-agar berubah berwarna lebih putih, hal ini disebabkan adanya penambahan basa kuat NaOH. Pada 1 jam pertama agar-agar mengeras dan terdapat gelembung udara pada paku, NaOH berfungsi dalam membuka lapisan awal dari paku. Pengamatan pada 12 dan 24 jam tidak ada perubahan yang signifikan. Pada pengamatan 48 jam korosi mulai terjadi pada leher dan badan paku. NaOH yang termasuk basa kuat dapat membantu korosi besi walaupun tidak semaksimal asam kuat.

Pada gelas pengamatan kontrol + $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ pengamatan 0 menit timbul gelembung udara dan perubahan warna menguning di sekitar paku. Hal ini dampak dari penambahan $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. Pada 1 jam pertama mulai terjadi korosi, pengamatan 24 jam timbul warna biru pada bagian paku yang mengalami korosi, perubahan warna akibat penambahan $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ yang berguna dalam mendeteksi keberadaan ion Fe^{2+} sebagai produk dari korosi. Pengamatan 12 jam perubahan warna biru mulai merata, 48 jam pengamatan korosi mulai menyebar dan warna biru hampir merata di seluruh paku, hal ini berimbas pada perubahan warnanya menjadi kehijauan sebagai hasil campuran warna biru dan kuning. $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ juga dapat digunakan dalam larutan indikator feroksil dengan fenoltalein yang berguna menangkap ion Fe^{2+} untuk reaksi oksidasi besi yang berujung pada karat besi. Larutan akan terjadi perubahan warna menjadi biru akibat terdapat keberadaan ion tersebut.

Inhibitor korosi merupakan suatu zat yang jika ditambahkan dalam larutan atau sistem reaksi kimia yang berdampak pada penurunan laju korosi suatu material logam. Penggunaan inhibitor organik sudah banyak dilakukan, salah satunya penelitian yang dilakukan terkait ekstrak lignin kulit kopi sebagai inhibitor organik korosi besi oleh (Hasan, Mulyono, & Winata, 2015). Pada penelitian ini menggunakan agar-agar sebagai inhibitor korosi hal ini dikarenakan agar agar dapat membentuk lapisan gel atau film. Inhibitor adalah proses penambahan zat lain yang mengandung baham dan non kimia dengan kuantitas kecil terhadap suatu material. Penambahan inhibitor berfungsi pada reaksi kimia dengan permukaan logam. Reaksi ini bertujuan dalam memperlambat laju korosi. Inhibitor korosi yang pada penelitian ini menggunakan agar-agar yang saling interaksi dengan logam, dan menghambat proses korosi dengan cara mensubstitusi potensi korosi di pada permukaan paku kearah katodik dan anodik. Inhibitor adalah proses rekayasa yang diberlakukan pada lingkungan rawan korosi. Inhibitor itu sendiri sebuah bahan, baik itu organik maupun anorganik yang diberikan kepada suatu material logam ataupun baja.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dihasilkan kesimpulan sebagai berikut bahwa korosi dapat terjadi pada beberapa jenis larutan yaitu NaCl, HCl, NaOH, dan $K_3Fe(CN)_6$ dengan lama waktu proses timbulnya korosi yang berbeda-beda sesuai karakteristik larutan tersebut. Larutan HCl dan $K_3Fe(CN)_6$ menjadi larutan tercepat dalam timbulnya korosi yaitu pada waktu 1 jam hal ini dikarenakan karakteristik larutan HCl yang termasuk asam kuat sehingga mempercepat korosi. Sedangkan, $K_3Fe(CN)_6$ atau kalium ferisianida berfungsi menunjukkan keberadaan ion Fe^{2+} dan merupakan sebuah pengoksidasi lemah dalam kimia organik. Selanjutnya untuk larutan NaCl timbul korosi setelah 24 jam pengamatan dan NaOH mulai timbul korosi setelah waktu 12 jam pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agar-agar berfungsi sebagai inhibitor hal ini dikarenakan agar-agar memiliki dapat membentuk lapisan gel atau film.

References

- Ahmadi, R. N., Oediyani, S., & Priyotomo, G. (2016). Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Tembakau Terhadap Laju Korosi Internal Pipa API 5L X-52 Pada Artificial Brine Water Dengan Injeksi Gas CO₂ [Effect of Addition of Extracted Tobacco Inhibitor to The Corrosion Rate of Internal Steel Pipe API 5L X-52 in. *Metalurgi*, 31(3), 150-156.
- Chigondo, M., & Chigondo, F. (2016). Recent Natural Corrosion Inhibitors for Mild Steel: An Overview. *Journal of Chemistry*, 2016, 1-7.
doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2016/6208937>
- Hasan, Z., Mulyono, T., & Winata, I. (2015). Studi Pemanfaatan Ekstrak Lignin Kulit Kopi Sebagai Inhibitor Organik Korosi Besi. *Peran Kimia Dalam Meningkatkan* (pp. 24-32). Jember: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Jember.
- Ilim, D, K., Pandiangan, & Sudrajat. (2007). Studi Penggunaan Tumbuhan Tembakau, Teh Dan Kopi Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak Dalam Air Laut Buatan Yang Inhibitor Korosi Baja Lunak Dalam Air Laut Buatan Yang Jenuh CO₂. *Jurnal Sains MIPA*, 13(2), 163-168.
- Khasibudin, M. R. (2018). Analisis Laju Korosi Baja Karbon St 60 Terhadap Larutan Hidrogen Klorida (HCl) Dan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH). *Majalah Techno*, 1-12.
- Mariana, E. (2018). *Korosi*. Jakarta: Kemdikbud.
- Palou, R. M., Xomelt, O. O., & Likhanova, N. V. (2014). *Environmentally Friendly Corrosion Inhibitors (Developments in Corrosion Protection)*. Iran.
- Salsabilla, M. A., Muliastri, D., & Suminar, D. R. (2022). Analisis Laju Korosi Pada Plat Baja Spcc dengan Pengaplikasian Sistem Proteksi Katodik Impressed Current. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar* (pp. 688-694). Bandung: IRWNS.
- Septiari, R., & Supomo, H. (2013). Studi Penggunaan Ekstrak Bahan Alami Sebagai Inhibitor Korosi Pada Cat Untuk Pelat Kapal A36. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 1-5.
- Suparmi, & Sahri, A. (2009). Mengenaln Potensi Rumput Laut Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Majalah Ilmiah*, 48(122), 1-22.
- Trethewey, & Kenneth, R. (1991). *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Yogyakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yanuar, A. P., Pratikno, H., & Titah, H. S. (2016). Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami Terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 297-302.
- Yolanda, N. T., & Agustono. (2018). Proses Ekstraksi dan Karakterisasi Fisika Kimia Bubuk Agar Gracilaria sp. Skala Laboratorium di PT. Java Biocolloid Surabaya. *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(3), 127-138.