

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kepustakaan (*literature review*) menurut Foot, M., dkk (2012) kajian pustaka adalah ringkasan tertulis mengenai artikel dari jurnal, buku, dan dokumen lain yang mendeskripsikan teori serta informasi baik dari masa lalu maupun saat ini. Kemudian, mengorganisasikan pustaka tersebut ke dalam topik dan dokumen yang dibutuhkan untuk kebutuhan penelitian. Model kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *best evidence review*. Penelitian yang dilakukan berfokus pada kajian naratif mengenai studi pemanfaatan alga dan mikroalga sebagai inhibitor korosi pada berbagai jenis logam dalam berbagai medium korosif yang dikombinasikan dengan analisis kuantitatif yaitu analisis ekonomi dan *engineering*. Pemilihan model ini karena setelah dilakukan kajian pustaka dilakukan analisis lebih lanjut dari artikel terpilih dari hasil review artikel.

Kajian naratif adalah laporan bersifat narasi yang menceritakan urutan peristiwa secara terperinci dari pengalaman seseorang atau individu, teori dan model yang sudah ada (Clandinin, D. J., & Rosiek, J. 2007). Alasan pemilihan model kajian naratif adalah karena menjelaskan hasil dari studi literatur yang dilakukan diperlukan kata-kata yang dapat menjelaskan data hasil penelitian dan tidak diperlukan analisis statistik. Analisis data hasil review artikel disajikan dalam bentuk deskriptif kualitatif dan statistik deskriptif. Menurut Strauss dan Corbin (2009) data kualitatif adalah data dari hasil penelitian yang temuan-temuannya tidak diperoleh melalui prosedur statistik atau bentuk hitungan lainnya berupa data deskriptif. Analisis deskriptif adalah penyajian analisis yang mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2009). Metode analisis deskriptif memberikan gambaran dan keterangan yang secara jelas, objektif, sistematis, dan analitis (Mantra, 2008). Sedangkan statistik deskriptif merupakan alat analisis untuk menjelaskan, meringkas, mereduksi, menyederhanakan,

mengorganisasi dan menyajikan data ke dalam bentuk yang teratur, sehingga mudah dibaca, dipahami dan disimpulkan (Wiyono, 2001). Statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau masalah agar lebih mudah dipahami. Pada penelitian ini hasil dari analisis disajikan dalam bentuk tabel dan hasil penelitian berupa pengetahuan yang disajikan dalam bentuk catatan dan data deskriptif mengenai potensi ekstrak alga/mikroalga sebagai green inhibitor pada berbagai jenis logam dalam berbagai medium korosif.

Setelah dilakukan kajian naratif dipilih 1 artikel untuk di analisis lebih lanjut yaitu analisis evaluasi ekonomi dan *engineering* yang merupakan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram, 2008). Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan deskriptif dengan tujuan untuk mendeskripsikan dan hasil penelitian. Pemilihan artikel yang dianalisis lebih lanjut didasarkan dari beberapa aspek yaitu kelengkapan data yang dilaporkan dan kelimpahan jenis alga.

### **3.2 Tahapan Penelitian**

Agar penelitian lebih terarah dan dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka dirancang tahapan penelitian yang dapat dilihat pada **gambar 3.1**. Tahap pertama adalah mencari artikel berupa artikel ilmiah terkait penelitian pemanfaatan alga dan mikroalga sebagai inhibitor korosi pada berbagai jenis logam dalam berbagai medium korosif. Selanjutnya, dilakukan proses seleksi artikel pertama yaitu berdasarkan relevansinya dengan rumusan masalah penelitian. Kemudian, dilakukan seleksi artikel kedua untuk dianalisis lebih lanjut yaitu analisis ekonomu dan *engineering* dan diakhiri dengan pembuatan kesimpulan.



**Gambar 3.1:** Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Penelusuran dan Seleksi Jurnal Rujukan

Data yang digunakan pada penelitian berupa data sekunder. Data ini bersumber dari 40 artikel yang dikhususkan bersumber jurnal internasional yang terkait dengan potensi alga dan mikroalga sebagai *green inhibitor* pada berbagai jenis logam dalam berbagai medium korosif. Jurnal ilmiah yang digunakan hanya jurnal ilmiah yang dipublikasi pada tahun 2009-2020. Pencarian database elektronik dilakukan *via Google Scholar, Science Direct, Research Gate, PubMed ACS Publication, Springer, dan Elsevier*. Dengan menggunakan subjek judul yang berkaitan dengan alga sebagai inhibitor korosi dengan kata kunci *green inhibitor, inhibitor corrosion, seaweed, algae* dan *microalgae*.

#### 3.3.1 Seleksi Artikel untuk Evaluasi Ekonomi dan Engineering

Seleksi artikel kedua dilakukan untuk ditentukan artikl yang akan dianalisis lebih lanjut yaitu analisis ekonomi dan *engineering*. Artikel yang dipilih adalah artikel dengan judul “*Sargassum muticum extract based on alginate biopolymer as a new efficient biological corrosion inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid pickling environment: Gravimetric, electrochemical and surface studies*” yang dilaporkan oleh Nadi ddk. (2019). Kadi (2004) melaporkan bahwa alga penghasil alginat dari marga *Sargassum* banyak diperoleh di Selat Sunda yakni di sekitar daerah tubir mencapai 500 sampai 900 g/m<sup>2</sup>. Selain itu, diperoleh dari agromaret.com produsen dapat memasok alga coklat, *Sargassum* hingga 25 ton/bulan dengan harga yang relatif murah yaitu

ekitar Rp. 17.000- Rp. 19,000.00 per kg. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Nadi dkk. (2019) diperoleh hasil efisiensi dari penggunaan inhibitor korosi mencapai 97% pada suhu 303 K dengan penambahan ekstrak alga sebanyak 1500 ppm. Pengaplikasiannya pun dilakukan pada logam dan medium korosif yang umum digunakan pada industri yaitu pada baja karbon dalam medium korosif larutan *pickling* HCl 1 M. Dari segi kelengkapan data artikel ini menyajikan data yang cukup lengkap karena disertakan massa yang terekstrak, metode ekstraksi mencakup waktu dan pelarut yang digunakan sehingga analisis *engineering* dan ekonomi dapat dilakukan secara lebih rinci.

### 3.4 Deskripsi Artikel Rujukan

Tabel 3.1 menyajikan deskripsi artikel rujukan

**Tabel 3.1:** Deskripsi Artikel Rujukan

| No | Judul  | Penlis dan Tahun Terbit   | Jurnal  | Penerbit                                   | Quartil |
|----|--|---------------------------|---|--|---------|
| 1  | <i>Corrosion Inhibition of Al by Cerumium rubrum Extract in Hydrochloric Acid Environment</i>  | Fouda dkk. (2020)         | <i>Journal of Bio- and Tribo- Corrosion</i>                                   | © Springer Nature Switzerland AG 2020      | Q3      |
| 2  | <i>The brown algae Cystoseira Baccata extract as a friendly corrosioninhibitor on carbon steel in acidic media</i>   | Benabbouha dkk. (2020)    | <i>SN Applied Sciences</i>  | © Springer Nature Switzerland AG 2020      | -       |
| 3  | <i>Corrosion inhibition of A516 carbon steel in 0.5 M HCl solution using Arthrospira platensis extract as green inhibitor</i>  | Anwar dkk. (2020)         | <i>Int. J. Corros. Scale Inhib</i>  | Russian Association of Corrosion Engineers | Q3      |
| 4  | <i>Sargassum Polycystum C. Agardh Seaweed Extract as Green Inhibitor for Acid Corrosion of MS</i>  | Thilagavathi dkk. (2019); | <i>Oriental Journal of Chemistry</i>  | Oriental Scientific Publishing             | Q4      |
| 5  | <i>A powerful nanocomposite polymer prepared from metal oxide nanoparticles synthesized Via brown algae as anti-corrosion and anti-biofilm</i>   | Sadek dkk. (2019)         | <i>Frontiers in Materials</i>   | Higher Education Press and Springer        | Q2      |
| 6  | <i>Sargassum muticum extract based on alginate biopolymer as a new efficient biological corrosion inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid pickling environment: Gravimetric, electrochemical and surface studies</i> | Nadi dkk. (2019)          | <i>International Journal of Biological Macromolecules</i>                     | Elsevier                                   | Q2      |
| 7  | <i>Inhibition performance of Glycine max, Cuscuta reflexa and Spirogyra extracts for mild steel dissolution in acidic medium</i>   | Verma dkk. (2018)         | <i>Density functional theory and experimental studies; Results in Physics</i> | Elsevier                                   | Q2      |
| 8  | <i>Biomass of microalgae Spirulina Maxima as a corrosion inhibitor for 1020 carbon steel in acidic solution</i>  | Rodrigues dkk. (2018)     | <i>International Journal of Electrochemical Sciencel</i>                      | <i>Electrochemi cal Science Group</i>      | Q3      |
| 9  | <i>Biogenic corrosion inhibitor on mild steel protection in concentrated HCl medium</i>  | Krishnan dkk. (2018)      | <i>Scientific Reports</i>   | Springer US                                | Q1      |

**Tabel 3.1:** Deskripsi Artikel Rujukan (Lanjutan)

| No | Judul   | Penlis dan Tahun Terbit              | Jurnal   | Penerbit                                  | Quartil |
|----|---|--------------------------------------|--|---|---------|
| 10 | <i>Application of Unsaturated Fatty Acid Molecules Derived from Microalgae toward Mild Steel Corrosion Inhibition in HCl Solution: A Novel Approach for Metal-Inhibitor Association</i> | Khanra dkk. (2018)                   | ACS Omega  | American Chemical Society (United States) | Q1      |
| 11 | <i>Red Algae Halopitys Incurvus Extract as a Green Corrosion Inhibitor of Carbon Steel in Hydrochloric Acid</i>   | Benabbouha dkk. (2018)               | Journal of Bio- and Tribo- Corrosion                         | © Springer Nature Switzerland AG 2018     | Q3      |
| 12 | <i>Study Of Copper Corrosion Inhibition By The Mineralization Of The Red Alga Gellidium In Nitric Acid Investigated By Chemical And Spectroscopic</i>                                   | Aicha, dkk. (2018)                   | AJIRAS   | Atlantic Center for Research Sciences     | -       |
| 13 | <i>Agarosas an Efficient Inhibitor for Aluminium Corrosion in Acidic Medium: An Experimental and Theoretical Study</i>  | Nathiya dkk. (2017); Agarosas an     | Journal of Bio- and Tribo- Corrosion                         | © Springer Nature Switzerland AG 2017     | Q3      |
| 14 | <i>Performance of cactus mucilage and brown seaweed extract as a steel corrosion inhibitor in chloride contaminated alkaline media</i>  | Hernández dkk. (2017)                | Anti-Corrosion Methods and Materials                         | Emerald Group Publishing Ltd              | Q3      |
| 15 | <i>Green approach to corrosion inhibition of mild steel in hydrochloric acid medium using extract of spirogyra algae</i>  | Dakeshwar Kumar Verma & Khan (2016); | Green Chemistry Letters and Reviews                          | Taylor & Francis                          | Q2      |
| 15 | <i>Gracilaria bursa-pastoris as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl media; Ramdani dkk. (2016)</i>   | Ramdani dkk. (2016)                  | Der Pharma Chemica   | Scholars Research Library                 | Q4      |
| 17 | <i>Inhibition activity of Seaweed extract for mild carbon steel corrosion in saline formation water</i>   | Deyab (2016)                         | Desalination   | Elsevier                                  | Q1      |
| 18 | <i>Adsorption and surface morphological studies of Corrosion Inhibition of Mild Steel using bioactive compounds in chloride medium</i>  | Chitra & Anand (2016)                | International journal of scientific and engineering research | IJSER publication                         | -       |
| 19 | <i>Corrosion protection of reinforcing steel with kelp extract as corrosion inhibito</i>  | Xu dkk. (2015)                       | Materials Research Innovations                               | Maney Publishing                          | Q3      |
| 20 | <i>Ramdani dkk. (2015); Caulerpa prolifera green algae using as eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl media</i>  | Ramdani dkk. (2015)                  | Der Pharma Chemica   | Scholars Research Library                 | Q4      |
| 21 | <i>Thermodynamic and adsorption studies for corrosion inhibition of mild steel in aqueous media by Sargasam swartzii (Brown algae)</i>  | Manimegalai & Manjula (2015)         | Journal of Materials and Environmental Science               | University of Mohammed Premier Oujda      | Q3      |
| 22 | <i>Sargassum wightii extract as a green inhibitor for corrosion of brass in 0.1 N phosphoric acid solution</i>  | Kumar & Chandrasekaran (2015)        | Oriental Journal of Chemistry                                | Oriental Scientific Publishing Company    | Q4      |
| 23 | <i>Chaetomorpha Antennia Extract as a Green Inhibitor for Corrosion Brass in 0.1 N Phosphoric Acid Solution</i>   | Selva Kumar & Chandrasekaran (2015)  | Material Science Research India; Oriental Scientific         | Oriental Scientific Publishing Company    | -       |
| 24 | <i>Valoniopsis pachynema Extract as a Green Inhibitor for Corrosion of Brass in 0.1 N Phosphoric Acid Solution</i>  | Selva Kumar & Chandrasekaran (2015)  | Process Metallurgy and Materials Processing Science          | Springer International Publishing AG      | Q1      |
| 25 | <i>Studies on Corrosion Behavior of Brass in Phosphoric Acid Medium with Chaetomorpha Antennia Extract</i>  | Kumar & Chandrasekaran (2015)        | International Journal of Advanced Science and Engineering    | Mahendra Publication                      | -       |

**Tabel 3.1:** Deskripsi Artikel Rujukan (Lanjutan)

| No | Judul   | Penlis dan Tahun Terbit              | Jurnal   | Penerbit                                  | Quartil |
|----|---|--------------------------------------|--|---|---------|
| 26 | <i>Inhibition of steel corrosion in natural seawater using natural inhibitor (Algae); Asian Journal of Chemistry</i>  | Al-Mhyawi (2014)                     | Asian Journal of Chemistry                                     | Chemical Publishing Co.                   | Q4      |
| 27 | <i>Electrochemical behavior of titanium in saline media containing alga dunaliella salina and its secretions</i>  | El-Taib Heakal dkk. (2013)           | International Journal of Electrochemical Science               | Electrochemical Science Group             | Q3      |
| 28 | <i>Electrochemical behavior of 316L stainless steel in f/2 culture solutions containing Chlorella vulgaris</i>  | Liu dkk. (2013)                      | International Journal of Electrochemical Science               | Electrochemical Science Group             | Q3      |
| 29 | <i>Kappaphycus alvarezii - A marine red alga as a green inhibitor for acid corrosion of mild steel</i>  | C. Kamal & Sethuraman (2013)         | Materials and Corrosion  | ; John Wiley and Sons Ltd                 | Q2      |
| 30 | <i>Influence of Bioactive Compounds from Seaweeds and its Biocidal and Corrosion Inhibitory Effect on Mild Steel</i>  | Kantida, dkk. (2012)                 | Research Journal of Environmental Toxicology                   | Academic Journals Inc                     | Q4      |
| 31 | <i>Corrosion Inhibition by Green Inhibitor: Sodium Metavanadate –Spirulina System</i>   | Sribharathy & Rajendran (2012)       | Chemical Science Review and Letters                            | Aufau Periodicals.                        | -       |
| 32 | <i>Marine Extracts as Corrosion Inhibitor for Aluminum in Seawater!; Engineering Research and Applications</i>  | Nik dkk. (2012)                      | International Journal of Engineering Research and Applications | IJERA Publication                         | -       |
| 33 | <i>Spirulina platensis a novel green inhibitor for acid corrosion of mild steel;</i>  | C. Kamal & Sethuraman (2012);        | Arabian Journal of Chemistry                                   | King Saud University                      | Q1      |
| 34 | <i>Hydroclathrus clathratus marine alga as a green inhibitor of acid corrosion of mild steel</i>  | C. Kamal & Sethuraman (2012)         | Research on Chemical Intermediates                             | Springer Netherlands                      | Q2      |
| 35 | <i>Caulerpin-A bis-indole alkaloid as a green inhibitor for the corrosion of mild steel in 1 M HCl solution from the marine alga Caulerpa racemosa</i>          | Chennappan Kamal & Sethuraman (2012) | Industrial and Engineering Chemistry Research                  | American Chemical Society (United States) | Q!      |
| 36 | <i>The role of Spirulina platensis on corrosion behavior of carbon steel</i>  | Mert dkk. (2011)                     | Materials Chemistry and Physic                                 | Elsevier BV                               | Q2      |
| 37 | <i>Electrochemical behavior of titanium alloy in 3.5% NaCl containing natural product substances</i>  | Ameer dkk. (2011)                    | International Journal of Electrochemical Science               | Electrochemical Science Group             | Q3      |
| 38 | <i>Electrochemical behavior of 304L stainless steel in high saline and sulphate solutions containing alga Dunaliella Salina and <math>\beta</math>-carotene</i> | Heakal dkk. (2010)                   | Journal of Alloys and Compounds journal                        | Elsevier                                  | Q4      |
| 39 | <i>Effect of Dunaliella Salina on the corrosion behavior; of technical titanium in saline solutions</i>   | Hefny (2010)                         | Journal of Corrosion Science and Engineering                   | University of Manchester                  | Q4      |
| 40 | <i>Corrosion Inhibition Of Carbon Steel In Acidic Media By Bifurcaria bifurcata Extract;</i>  | Abboud dkk. (2009);                  | Chemical Engineering Communications                            | Taylor and Francis Ltd                    | Q2      |

### 3.5 Metode Analisis Evaluasi Ekonomi dan Engineering

Metode yang digunakan dalam analisis ekonomi dan *engineering* ini didasarkan pada analisis harga bahan, harga peralatan, dan spesifikasi peralatan yang bersumber dari web *online*. Pemrosesan data dihitung berdasarkan pada perhitungan matematika

sederhana menggunakan *Microsoft Excel*. Untuk mendapatkan parameter evaluasi ekonomi: GPM, PBP, dan CNPV. Parameter evaluasi ekonomi dihitung berdasarkan literatur (Nandiyanto, 2018):

1. Nilai *gross Profit Margin* (GPM) dihitung diperoleh dengan mengurangi penjualan (S) dengan harga bahan baku (R)

$$\text{GPM} = \text{S} - \text{R} \quad (3.1)$$

2. Nilai PBP dihitung dengan melihat titik potong pada sumbu x (waktu) dari kurva CNPV/TIC terhadap waktu (tahun)
3. NPV adalah nilai yang diperoleh sebagai pendapatan dan pengeluaran usaha. NPV diperoleh oleh

$$\text{NPV} = \text{CF}.i \quad (3.2)$$

4. CNPV diperoleh dengan menambahkan nilai NPV dari pertama kali proyek samoa akhir operasi pabrik NPV dihitung dengan menambahkan faktor diskon untuk perhitungan tentang mengalikan arus kas.

$$\text{CNPV} = \sum \text{NPV} \quad (3.3)$$

5. Nilai breakeven point (BEP) menggambarkan persyaratan minimum kapasitas produksi, Nilai BEP dihitung dengan membagi biaya tetap dengan keuntungan.
6. Profitability index (PI) dihitung dengan membagi antara CNPV dengan total biaya investasi (TIC). Jika PI kurang dari 1, maka proyek dapat digolongkan sebagai proyek yang tidak menguntungkan dan sebaliknya.

Dalam melakukan analisis *engineering* pada proses pembuatan ekstrak alga sebagai inhibitor korosi diperlukan beberapa asumsi yaitu:

1. Bahan baku alga kering untuk menghasilkan ekstrak alga sebagai inhibitor korosi ditingkatkan hingga 100 kali, ekstraktor metanol ditingkatkan 1000 kali dan HCl 37% ditingkatkan 200 kali. Berdasarkan literatur (Nandiyanto, 2019) randemen yang diperoleh adalah sebesar 15%.
2. Tingkat konversi untuk semua reaksi adalah 100% dengan kerugian pada setiap proses pemindahan dari proses penghalusan alga, ekstraksi, evaporator dan pengeringan masing-masing terjadi pengurangan massa sebesar 5 %. Sedangkan pada proses pelarutan terjadi pengurangan massa sebesar 3%.

3. Metanol yang digunakan sebagai ekstraktor dapat diperoleh kembali sebanyak 60%.
4. Tingkat produksi dilakukan berdasarkan pada skala industri kecil.

Analisis pada sudut pandang ekonomi dilakukan berdasarkan beberapa asumsi sebagai berikut.

1. Nilai tukar USD (mata uang Amerika) terhadap IDR (mata uang Indonesia) telah ditetapkan pada 1 USD = IDR 14000 (Bank Indonesia, 2018).
2. Harga bahan baku yang diperoleh dari katalog harga bahan kimia pasar online, agromaret.com, dan Alibaba.com dengan harga borongan secara berturut-turut untuk alga kering *Sargassum muticum*, metanol dan HCl 37% (*industry grade*) adalah Rp. 18,200.00/kg, Rp. 5,600.00/L dan 3,500/L. Larutan *pickling* mengandung inhibitor korosi dijual per 20 L dengan harga Rp. 128,000.00.
3. Proyek berjalan selama 300 hari per tahun. Proyek dilakukan selama 20 tahun. Tingkat diskonto 15% dan pajak penghasilan adalah 10% setiap tahun.
4. Total investment cost (TIC) dihitung berdasarkan faktor Lang (Nandiyanto, dkk. 2018). TIC disiapkan setidaknya dalam dua langkah. Langkah pertama adalah 40% di tahun pertama dan langkah kedua adalah selama pembangunan proyek.
5. Tanah dibeli. Dengan demikian, biaya tanah ditambahkan pada awal tahun konstruksi pabrik dan diperoleh kembali di akhir proyek. Penyusutan diestimasi menggunakan perhitungan langsung (Garrett, 2012).
6. Dalam 1 hari produksi larutan *pickling* mengandung inhibitor membutuhkan waktu 12 jam produksi (2 kali siklus 6 jam). Dengan biaya listrik yang dibebankan adalah Rp. 1,500 /kWh, dalam 1 hari biaya listrik yang harus dibayar adalah Rp 2,020,800.00 dan upah/tenaga kerja total diasumsikan dengan nilai tetap sebesar Rp.1,110,000.00/ hari untuk 5 orang

Evaluasi ekonomi dilakukan dengan menguji berbagai variasi yaitu: perubahan kapasitas produksi pada kisaran 60%-100%, perubahan nilai tukar rupiah pada kisaran Rp. 12,000.00- Rp. 18,000.00, harga penjualan pada kisaran 25%-200%, variasi biaya variabel seperti harga bahan baku, utilitas dan gaji karyawan pada range 25%-200%, perubahan beban pajak yang dibayarkan pada kisaran 10%-100%, variasi GPM



terhadap perubahan harga bahan baku dan variasi PI serta BEP terhadap perubahan nilai variabel cost.