

**PENGARUH PENAMBAHAN PATI PADA INHIBITOR DARI EKSTRAK
DAUN BIDURI (*Calotropis Gigantea*) TERHADAP LAJU KOROSI BAJA
LUNAK**

SKRIPSI

**Oleh:
ZULVIANI NAILUL AMALIA
NIM. 19640034**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN





PENGARUH PENAMBAHAN PATI PADA INHIBITOR DARI EKSTRAK DAUN BIDURI (*Calotropis Gigantea*) TERHADAP LAJU KOROSI BAJA LUNAK

SKRIPSI


Oleh :

ZULVIANI NAILUL AMALIA
NIM. 19640034

Telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada tanggal, 22 Desember 2024

Ketua Penguji	<u>Farid Syamsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	<u>Utuya Hikmah, M.Si</u> NIP. 19880605 202321 2 054	
Pembimbing I	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Pembimbing II	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi


Dr. Indary Tazi, M.Si
NIP. 19740730200312 1 002

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN PATI PADA INHIBITOR DARI EKSTRAK
DAUN BIDURI (*Calotropis Gigantea*) TERHADAP LAJU KOROSI
BAJA LUNAK

SKRIPSI

Oleh:

ZULVIANI NAILUL AMALIA
NIM. 19640034

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 12 Desember 2024

Pembimbing I



Dr. Erna Hastuti, M.Si.
NIP. 19811119 200801 2 009

Pembimbing II



Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd. M.Kes
NIP. 19750808 199903 1 003

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si.
NIP. 197407302003121002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zulviani Nailul Amalia

NIM : 19640034

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Pati Pada Inhibitor Dari Ekstrak Daun Biduri (*Calotropis Gigantea*) Terhadap Laju Korosi Baja Lunak

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil contekan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 22 Desember 2024
Yang Membuat Pernyataan



Zulviani Nailul Amalia
NIM.19640034

MOTTO

“There’s always something to look forward to, something to be grateful for, something to be proud of, something to hold on to, something to believe in, something to love, something to live for. There is so much in life”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan rasa syukur atas rahmat Allah SWT. Sebagai ungkapan terimakasih, skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku tersayang mama Sylvia dan ayah Ikhwan. Terima kasih atas semua doa yang tidak terputus, dukungan serta kasih sayang yang menjadi sumber kekuatan dan semangat hidup saya. Keberhasilan ini tidak akan pernah tercapai tanpa pengorbanan kalian.
2. Keluarga besar saya yang selalu memberi dukungan penuh dan doa dalam setiap langkah perjalann saya.
3. Dosen pembimbing saya ibu Dr. Erna Hastuti, M. Si dan Dr. H. Agus Mulyono., M.Kes. Terima kasihh atas kesabaran, ilmu dan arahan yang sangat berharga selama proses penulisan skripsi ini. Juga kepada bapak/ibu dosen yang telah mendampingi saya dalam menuntut ilmu di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Sahabat-sahabat saya, yang selalu ada dalam keadaan suka atau duka, memberikan dukungan dan menjadi pengingat bahwa perjuangan ini tidak pernah saya lalui sendiri. Terima kasih atas semua dukungan dan semangat yang kalian berikan.
5. Semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih telah bertahan dan berusaha dalam setiap ujian dan cobaan, terus melangkah dan percaya bahwa semua usaha akan membuahkan hasil. Ini merupakan wujud

perjuangan panjang sebagai bukti bahwa mimpi bisa dicapai selama kita tidak menyerah. Tetap percaya dan berdoa pada Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah serta nikmat-Nya berupa kesehatan, kesempatan dan kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Pati Pada Inhibitor dari Daun Biduri (*Calotropis Gigantea*) Terhadap Laju Korosi Baja Lunak”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang yaitu zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan yang luas saat ini serta senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik bagi semua umat manusia.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Ayah, Mama tercinta dan tersayang yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi serta limpahan do'a yang membuat saya optimis dan semangat hingga saat ini
2. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Dr. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan

banyak arahan, dukungan, dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Segenap mahasiswa fisika angkatan 2019 dan 2020, yang telah mendukung dan memberi semangat kepada penulis hingga terselesaikannya proposal skripsi ini.
8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan proposal skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 12 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
ملخص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian:.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Korosi	8
2.2 Perhitungan Laju Korosi.....	10
2.3 Baja Lunak.....	11
2.4 Inhibitor Korosi	11
2.5 Tanaman Biduri (<i>Calotropis gigantea</i>)	14
2.5.2 Proses Ekstraksi Tanin dan Flavonoid dari Daun Biduri.....	17
2.6 Pati.....	19
2.7 FTIR (Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red)	19
2.8 Spektrofotometri Uv-Vis	21
2.9 EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy).....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.3 Alat dan Bahan	25
3.3.1 Alat Penelitian	25
3.3.2 Bahan Penelitian	26
3.3.3 Alat Karakterisasi	27
3.4 Prosedur Penelitian	27

3.4.1	Pembuatan Tepung Pati	27
3.4.2	Pembuatan Ekstrak Daun Biduri dan Penambahan Pati.....	27
3.4.3	Karakterisasi Sampel Ekstrak Daun Biduri	28
3.4.4	Preparasi Spesimen Baja Lunak.....	29
3.4.5	Pembuatan Larutan Korosif dan Pengujian Laju Korosi Baja.....	29
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.5.1	Diagram Alir Preparasi Sampel	30
3.5.2	Pembuatan Tepung Pati	30
3.5.3	Diagram Alir Proses Ekstraksi dan Karakterisasi Daun Biduri	31
3.5.4	Diagram Alir Penghambat Laju Korosi Baja.....	32
3.6	Rencana Analisis Data.....	32
3.6.1	Analisa Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	32
3.6.2	Analisa Konsentrasi Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis.....	33
3.6.3	Analisis Permukaan Baja dengan Mikroskop Optik.....	35
3.6.4	Analisa Laju Korosi dengan Metode Weight Loss.....	35
3.6.5	Pengukuran Efisiensi Inhibitor menggunakan EIS	36
3.6.6	Analisa Permukaan Baja	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Data Hasil Penelitian	38
4.1.1	Karakterisasi Ekstrak Daun Biduri	38
4.1.2	Uji Laju Korosi Baja.....	43
4.1.3	Karakteristik Permukaan Baja	50
4.2	Pembahasan	51
4.3	Kajian Keislaman	54
BAB V KESIMPULAN.....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pembentukan Korosi (Haryono, 2010)	9
Gambar 2.2 Mekanisme adsorpsi pada inhibitor (Nagham, 2021).....	13
Gambar 2.3 Tanaman Biduri (Sotyati, 2016).....	14
Gambar 2.4 Struktur molekul flavonoid (Redha, 2019).....	15
Gambar 2.5 Struktur molekul tanin (Ashari, 2013).....	16
Gambar 2.6 Pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe^{3+} (Wang Z, 2019).....	17
Gambar 2.7 Mekanisme tanin sebagai inhibitor korosi (Rochmat, 2019).....	17
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis (Efelina, 2015)	21
Gambar 4.9 Plot Grafik FTIR Ekstrak Daun Biduri	39
Gambar 4.10 Plot Grafik Panjang Gelombang Ekstrak Daun Biduri.....	41
Gambar 4.11 Grafik hubungan antara variasi pati dan laju korosi.....	46
Gambar 4.12 Grafik Laju Korosi Baja	47

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Keterangan Nama Sampel Inhibitor.....	28
Table 3.2 Tabel data hasil uji Weight Loss.....	36
Table 3.3 Rencana hasil pengujian EIS.....	37
Table 4.1 Gugus Fungsi Ekstrak Daun Biduri dan Pati	39
Table 4.2 Hasil Analisis Pengujian EIS	45
Table 4.3 Hasil Analisis Pengujian EIS	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Prosedur Kerja Penelitian	63
Lampiran 2. Data FTIR Tanin dan flavonoid serta campuran pati	63
Lampiran 3. Data UV-Vis kadar tannin dan flavonoid	63
Lampiran 4. Data uji EIS	63

ABSTRAK

Amalia, Zulviani Nailul. 2024. **Pengaruh Penambahan Pati Pada Inhibitor Ekstrak Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) Sebagai Penghambat Laju Korosi Baja Lunak**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen pembimbing (I) Dr. Erna Hastuti, M.Si. (II) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd.M.Kes.

Kata Kunci: Ekstraksi, korosi, *microwave assisted extraction*, inhibitor korosi, *Calotropis gigantea*

Korosi merupakan hasil kerusakan dari reaksi kimia logam dan lingkungannya. Baja ringan sangat rentan mengalami korosi dalam lingkungan asam. Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara menghambat laju korosi. Ekstrak daun biduri (*Calotropis gigantea*) dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada baja ringan karena mengandung senyawa tannin dan flavonoid. Pati juga dapat ditambahkan sebagai campuran ekstrak agar viskositasnya bertambah. Ekstraksi senyawa tannin dan flavonoid dilakukan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) lalu dikarakterisasi menggunakan FTIR dan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengidentifikasi kandungan tannin dan flavonoid. Pengujian aplikasi inhibitor dilakukan dengan metode *weight loss* yaitu merendam baja ringan dalam larutan HCl yang ditambahkan inhibitor ekstrak daun biduri dan pati selama 3, 6, dan 9 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan daun biduri mengandung tannin dan flavonoid pada Analisa FTIR dan memiliki kadar flavonoid 5,6814 mg EQ/g dan kadar tanin 3,1429 mg ET/g. Adapun pada uji laju korosi dan efisiensi menunjukkan laju korosi terendah yaitu pada sampel BP1 hari ke 9 sebesar 5,086 mpy dan efisiensi inhibitor tertinggi yaitu pada sampel BP1 sebesar 38,50%. Uji EIS menunjukkan bahwa sampel dengan tambahan pati memiliki efisiensi lebih tinggi dibanding inhibitor tanpa tambahan pati yaitu sebesar 99,22%. Permukaan baja diamati dan dianalisa menggunakan software ImageJ didapatkan bahwa sampel dengan korosi paling sedikit yaitu sampel BP1.

ABSTRACT

Amalia, Zulviani Nailul. 2024. **The Effect of Starch Addition to Biduri Leaf Extract (*Calotropis gigantea*) as a Corrosion Inhibitor for Mild Steel.** Undergraduate Thesis. Physics Study Program. Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (I) Dr. Erna Hastuti, M.Si. (II) Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd.M.Kes.

Keywords: Extraction, corrosion, *microwave assisted extraction*, corrosion inhibitor, *Calotropis gigantea*

Corrosion is the result of chemical reactions between metals and their environment. Mild steel is highly susceptible to corrosion in acidic environments. The use of inhibitors is one method to reduce the corrosion rate. Biduri leaf extract (*Calotropis gigantea*) can be utilized as a corrosion inhibitor for mild steel due to its tannin and flavonoid content. Starch can also be added to the extract mixture to increase its viscosity. The extraction of tannins and flavonoids was carried out using the Microwave Assisted Extraction (MAE) method, followed by characterization using FTIR and UV-Vis spectrophotometry to identify tannin and flavonoid compounds. The application of the inhibitor was tested using the weight loss method by immersing mild steel in an HCl solution containing biduri leaf extract and starch inhibitors for 3, 6, and 9 days. The results showed that biduri leaves contain tannins and flavonoids based on FTIR analysis, with flavonoid levels of 5.6814 mg EQ/g and tannin levels of 3.1429 mg ET/g. The corrosion rate and efficiency tests revealed the lowest corrosion rate on the BP1 sample after 9 days at 5.086 mpy and the highest inhibitor efficiency of 38.50% on the BP1 sample. EIS testing demonstrated that samples with added starch had higher efficiency than those without starch, reaching 99.22%. Surface analysis using ImageJ software indicated that the sample with the least corrosion was BP1.

ملخص البحث

أمليا، زلفياني نايلول. 2024. تأثير إضافة النشا إلى مستخلص أوراق البيدوري كمثبط للتآكل للصلب اللين. أطروحة جامعية. برنامج دراسات الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون: (1) الدكتورة إيرنا هستوتي، م.سي. (2) الدكتور حسين أغوس موليونو، س.ب.د.م.كيس

الكلمات المفتاحية: الاستخراج، التآكل، الاستخراج بمساعدة الميكروويف، مثبط التآكل

التآكل هو نتيجة التفاعلات الكيميائية بين المعادن وبيئتها. يُعد الفولاذ الطري عرضة بشدة للتآكل في الحمضية. يُعد استخدام المثبطات إحدى الطرق لتقليل معدل التآكل. يمكن استخدام مستخلص أوراق نبات كمثبط للتآكل للفولاذ الطري نظرًا لاحتوائه على مركبات التانين (*Calotropis gigantea*) البيدوري والفلافونويد. يمكن أيضًا إضافة النشا إلى خليط المستخلص لزيادة لزوجته. تم استخراج مركبات التانين ثم تم توصيفها باستخدام جهاز (MAE) والفلافونويد باستخدام طريقة الاستخلاص بمساعدة الميكروويف لتحديد مركبات التانين والفلافونويد. تم اختبار تطبيق المثبط باستخدام طريقة UV-Vis ومطياف FTIR يحتوي على مثبط مستخلص أوراق البيدوري HCl فقدان الوزن عن طريق غمر الفولاذ الطري في محلول والنشا لمدة 3 و6 و9 أيام. أظهرت النتائج أن أوراق البيدوري تحتوي على التانين والفلافونويد بناءً على غ والنسبة المئوية للتانين 3.1429 ملغ/EQ حيث بلغت نسبة الفلافونويد 5.6814 ملغ، FTIR تحليل بعد 9 أيام BP1 غ. أظهرت اختبارات معدل التآكل والكفاءة أن أقل معدل تآكل تم تسجيله في العينة/ET أظهرت اختبارات BP1. وأعلى كفاءة للمثبط بنسبة 38.50% للعينة، (mpy) بمقدار 5.086 ميلز في السنة أن العينات التي أضيف إليها النشا كانت ذات كفاءة أعلى من تلك التي لم يُضف (EIS) الطيف الكهربائي أن العينة ImageJ إليها، حيث بلغت الكفاءة 99.22%. أظهرت ملاحظات السطح وتحليلها باستخدام برنامج BP1 التي تعرضت لأقل تآكل كانت

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi merupakan fenomena alami berupa hasil kerusakan dan pengurangan mutu dari reaksi antara logam dan paduannya dengan lingkungan. Korosi material logam dan paduannya juga bisa disebabkan oleh asam dan paparan alkali. Salah satu logam yang banyak digunakan di industri dan rentan terhadap korosi adalah baja lunak (*Mild steel*). Baja lunak sangat reaktif dan mudah teroksidasi terhadap air, oksigen dan ion sehingga perlu adanya pencegahan untuk permasalahan korosi tersebut. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi laju korosi seperti pelapisan permukaan logam agar terpisah dari medium korosi, perlindungan katodik serta penggunaan zat penghambat karat atau inhibitor (Gusti, 2008).

Metode yang dapat digunakan untuk menghambat korosi adalah dengan menambahkan inhibitor. Inhibitor korosi merupakan suatu zat yang ditambahkan dengan jumlah tertentu ke logam sehingga menurunkan laju korosi. Inhibitor berasal dari senyawa organik serta anorganik yang memiliki pasangan elektron bebas. Namun, inhibitor anorganik mengandung bahan kimia sintetis sehingga berbahaya untuk lingkungan, sehingga berkembanglah penelitian tentang inhibitor organik dari bahan alam dalam medium yang korosif. Beberapa ekstrak tumbuhan mengandung sejumlah senyawa organik seperti alkaloid, saponin, asam amino, tanin dan flavonoid dimana senyawa ini memiliki kemampuan untuk mengurangi laju korosi (Martinez dan Stern, 2001; Martinez, 2002). Beberapa sumber senyawa antioksidan yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi banyak dijumpai pada

tumbuhan yang ada dilingkungan sekitar.

Dalam Qur'an surah An-Nahl/16:11 dijelaskan bahwa Allah telah menumbuhkan berbagaimacam tanaman di dunia yang memiliki banyak manfaat bagi manusia dimana itu merupakan salah satu tanda kebesaran-Nya.

يُنْبِثُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالرَّيْثُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan.”

Pada potongan ayat diatas memiliki makna bahwa Allah Swt telah menciptakan banyak macam tumbuhan yang pasti memiliki banyak manfaat untuk manusia. Salah satu diantaranya dapat digunakan sebagai obat-obatan penyakit tertentu. Ini merupakan anugrah dari Allah Swt yang harus dikaji lebih lanjut agar ditemukan manfaat-manfaat lain dari tanaman tersebut. Pada tafsir Ibnu Katsier (2007) dijelaskan pula bahwa ayat tersebut maksudnya adalah Allah menumbuhkan dari dalam bumi, dengan air yang hanya satu macam ini dan keluarlah buah-buahan dengan segala perbedaan rasa, macam, warna bau, bentuk dan manfaatnya. Hendaknya manusia mensyukuri nikmat dari Allah SWT yang telah diberikan. Karena meskipun penciptaannya berbeda, Namun semua tumbuhan yang Allah ciptakan memiliki khasiat tersendiri.. Hal ini menjadi acuan untuk manusia agar memiliki tanggung jawab besar untuk menggunakan, memelihara dan mengkaji tumbuhan-tumbuhan yang ada dialam sekitar dengan sebaik mungkin.

Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi adalah daun biduri (*Calotropis Gigantea*). Daun biduri merupakan tanaman liar yang hidup di daerah gersang seperti pesisir pantai dan padang rumput sehingga seringkali ditebang. Padahal daun biduri mengandung beberapa senyawa aktif seperti tanin,

flavonoid, saponin, polifenol dan kalsium oksalat (Dewi et al, 2018). Tanin diketahui dapat menjadi inhibitor pada korosi logam (Muliati, 2009). Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustina (2016) senyawa yang banyak digunakan untuk mengurangi laju korosi adalah senyawa tanin dan flavonoid. Senyawa tanin dan flavonoid memiliki sifat astringen yang dapat mengendapkan protein dan membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja yang terkorosi serta memiliki sifat antioksidan yang dapat menghambat reaksi oksidasi pada logam yang mengalami korosi. Tanin diketahui dapat menjadi inhibitor korosi. Penelitian tentang ekstrak tanaman dengan kandungan tanin dan flavonoid sebagai inhibitor telah banyak dilakukan. Multazam (2023) melakukan penelitian tentang ekstrak biji turi untuk korosi logam dan didapatkan efisiensi inhibisi sebesar 89,6%. Penelitian oleh Rudy Hartono (2021) tentang ekstrak daun jarak sebagai inhibitor korosi pada baja karbon didapatkan efisiensi inhibisi terbaik 87,50% di hari ke 15. Ekstrak daun biduri diketahui memiliki kadar tanin 3,24% lebih tinggi dari ekstrak bunga rosella dan daun teh. Kadar flavonoid dari ekstrak daun biduri dalam penelitian Elly (2020) yaitu sebesar 3,5%, kadar flavonoid ini lebih tinggi dari ekstrak daun suruhan dan daun bayam merah. Pada penelitian Alfathan et al (2021) telah dilakukan penelitian tentang inhibitor korosi dari ekstrak daun biduri pada baja lunak dalam medium korosif air laut dan didapatkan kesimpulan bahwa ekstrak daun biduri.

Menurut penelitian Amna et al (2015) senyawa fenolik dapat diekstraksi dengan berbagai macam metode, metode ekstraksi mempengaruhi tinggi rendahnya kadar senyawa dari tanaman yang diekstraksi, metode yang paling umum digunakan adalah metode maserasi. Sedangkan pada penelitian Abdullah et al

(2015) menggunakan metode refluks juga merupakan metode umum untuk mengekstraksi senyawa pada tanaman. Akan tetapi metode ekstraksi tersebut memerlukan waktu yang lama dan pelarut yang cukup banyak menjadikan metode ini tidak efisien (Rizki et al,2022). Sehingga dikembangkanlah metode ekstraksi yang lebih modern menggunakan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dan juga *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE).

Metode ekstraksi MAE merupakan metode ekstraksi yang memiliki waktu ekstraksi dan menggunakan pelarut yang relatif lebih sedikit (Mandl et al., 2017) Namun menghasilkan rendeman ekstrak yang banyak (Angiaet al., 2007). Pada metode MAE digunakan gelombang mikro dengan frekuensi 0,3-300 GHz dalam bentuk radiasi non ionisasi elektromagnetik (Delazar et al., 2012). Gelombang mikro akan memanaskan dan menguapkan air dari dalam sel bahan. Akibatnya sel mengalami swelling, meregang dan pecah, hal ini memudahkan senyawa metabolik untuk keluar dan terekstrak oleh pelarut. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa metode MAE mempunyai keunggulan antara lain waktu ekstraksi yang cepat, mudah dalam penggunaan alat, Penggunaan pelarut lebih sedikit serta akurasi dan presisi lebih tinggi (Chemat & Cravotto, 2013). Siti Indana (2021) melakukan perbandingan metode ekstraksi MAE dan UAE pada daun kersen dan diperoleh metode terbaik untuk mengekstraksi senyawa flavonoid yaitu metode MAE selama 5 menit dengan kadar flavonoid 91,669 mg/ml, lebih baik dibandingkan dengan metode UAE yanghanya menghasilkan kadar flavonoid sebesar 56,7769 mg/ml pada waktu 10 menit.

Penelitian tentang inhibitor ekstrak daun biduri sebelumnya telah dilakukan oleh Alfathan(2021) didapatkan hasil korosi tertinggi 31,013 mpy pada medium

korosi asam nitrat tanpa adanya penambahan konsentrasi inhibitor dan 8,374 mpy dengan penambahan 400 ppm inhibitor pada medium korosif. Namun penggunaan inhibitor untuk pengurangan laju korosi bisa ditingkatkan dengan menambahkan pati atau tepung tapioka. Tapioka dapat meningkatkan ketahanan korosi pada aluminium alloy AA6061 dalam air laut (R.Rosliza dan W.B. Wan Nik, 2009). Penggunaan pati sebagai campuran inhibitor sebelumnya telah dilakukan oleh Iftihatul (2016) didapatkan pengaruh penambahan pati pada inhibitor daun jambu biji terhadap laju korosi baja API 5L. Penggunaan inhibitor campuran ekstrak daun biji dan pati dapat menghambat laju korosi dengan konsentrasi optimum 1035 ppm (3,67 ml ekstrak daun jambu dengan 0,125 g pati tapioka).

Pati merupakan hasil dari ekstraksi umbi singkong yang memiliki tekstur lembut dan licin. Pati memiliki sifat nontoksik, *biodegradable*, serta memiliki kelarutan yang baik dalam air (R. Rosliza dan W.B. Wan Nik, 2009) sehingga pati bisa menjadi potensi sebagai campuran inhibitor. Proses pembuatan pati juga termasuk sederhana dan bahan baku yang dibutuhkan sangat melimpah di Indonesia sehingga hal ini menjadi potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut, lalu diteliti dengan diaplikasikan sebagai campuran inhibitor pada baja lunak.

Berdasarkan uraian diatas, dalam penelitian ini dilakukan variasi penambahan pati pada ekstrak daun biduri (*Calotropis Gigantea*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pati terhadap proteksi korosi. Hasil ekstraksi daun biduri selanjutnya dianalisis secara kualitatif dengan karakterisasi FT-IR dan UV-Vis untuk mengetahui kadar tannin dan flavonoid pada ekstrak. Selanjutnya ekstrak daun biduri diaplikasikan sebagai penghambat laju korosi baja lunak dengan variasi waktu perendaman 3, 6, 9 hari untuk mengetahui nilai laju

korosi yang dihitung menggunakan metode kehilangan berat dan pengujian EIS.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Berapa kadar tanin dan flavonoid pada ekstrak daun biduri?
2. Bagaimana pengaruh penambahan pati terhadap gugus fungsi flavonoid dan tanin pada ekstrak daun biduri?
3. Bagaimana pengaruh penambahan pati terhadap efisiensi inhibisi korosi baja lunak?
4. Bagaimana karakteristik permukaan baja lunak sebelum dan setelah diberi inhibitor?

1.3 Tujuan Penelitian:

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kadar tanin dan flavonoid dalam ekstrak daun biduri.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan pati terhadap gugus fungsi senyawa flavonoid dan tannin ekstrak daun biduri yang dikarakterisasi menggunakan FT-IR.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi pati terhadap laju korosi baja lunak.
4. Untuk mengetahui karakteristik permukaan baja lunak sebelum dan setelah diberi inhibitor .

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Daun biduri yang digunakan didapatkan dari beberapa pesisir pantai di Jawa Timur.

2. Proses ekstraksi menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) padadaya 100 W dengan waktu 10 menit
3. Pelarut yang digunakan adalah pelarut etanol 70%
4. Jenis pati yang digunakan berupa tepung yang berasal dari singkong
5. Karakterisasi menggunakan uji FTIR dan spektrofotometer UV-Vis
6. Sampel baja yang digunakan adalah baja lunak

1.5 Manfaat Penelitian :

Adapun manfaat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi akan potensi tanaman liar daun biduri sebagai inhibitor organik untuk penghambat laju korosi baja lunak.
2. Meningkatkan nilai ekonomis daun biduri dan pati.
3. Meningkatkan nilai mutu dari tanaman liar yang belum dimanfaatkan secara optimal.
4. Hasil penelitian dapat dijadikan informasi yang saling melengkapi dengan hasil penelitian sebelumnya tentang penggunaan kombinasi campuran inhibitor

BAB II

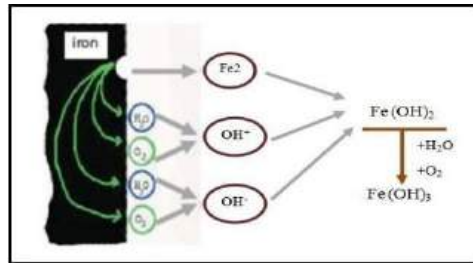
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Korosi

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Priest, 1992). Korosi juga didefinisikan sebagai sebuah proses degradasi material logam karena pengaruh lingkungan sekelilingnya. Yang dimaksud lingkungan sekelilingnya dapat berupa udara, air laut dan medium korosif yang bersifat elektrolit (Ali, dkk, 2014). Korosi akan terus berlanjut selama material logam tersebut mengalami kontak dengan lingkungannya (F.Civan, 2001).

Terdapat 4 komponen yang merupakan syarat terjadinya korosi, diantaranya adalah anoda, katoda, larutan elektrolit/media dan rangkaian listrik. Anoda dan katoda terdapat pada daerah- daerah permukaan logam yang terkorosi. Anoda merupakan daerah yang teroksidasi dengan melepaskan elektron dari atom logam netral dan menjadi ion logam yang membentuk korosi (bentuk teroksidasi) yang tidak dapat larut dalam media, sedangkan daerah katoda merupakan daerah yang tereduksi dengan menangkap elektron hasil logam (Revie, 2011).

Secara umum proses terjadinya korosi disebabkan oleh logam menjadi anoda yang teroksidasi dan lingkungan menjadi katoda yang menjadi tereduksi sehingga menghasilkan senyawa oksida atau karbonat yang berupa hidrat. Proses ini menyebabkan besi akan berkarat dan berwujud zat di atas logam yang berwarna coklat dan menyebabkan permukaan logam akan terkikis. Proses terjadinya korosi dapat kita lihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses Pembentukan Korosi (Haryono, 2010)

Ada berbagai jenis korosi pada permukaan logam tergantung bentuk morfologi dari korosi itu sendiri dan pengaruh mekanisme reaksi korosinya. Salah satunya adalah korosi yang disebabkan oleh cairan yang memiliki pH asam. Nilai pH larutan ada kaitannya dengan jumlah ion H^+ didalam larutan. Semakin rendah pH maka semakin banyak ion H^+ terlarut. Peningkatan konsentrasi H^+ ini mengakibatkan electron (e^-) dari reaksi anodic berikatan dengan ion H^+ , sehingga ion positif logam yang dilepaskan untuk menyeimbangkan kelebihan muatan positif akan makin tinggi. Hal inilah yang menyebabkan arus batas katodik meningkat dan laju pelarutan semakin tinggi (Santoso, 2011). Baja yang terkena larutan asam seperti HCl, terjadi reaksi elektrokimia yang melibatkan dua proses utama, yaitu oksidasi besi pada anoda dan reduksi ion hidrogen pada katoda. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut (Groysman, 2010):

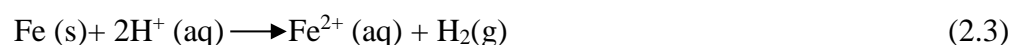
a. Reaksi di Anoda (Oksidasi Besi):



b. Reaksi di Katoda (Reduksi Ion Hidrogen):



c. Reaksi Total:



Pada proses ini, ion Fe^{2+} larut dalam medium korosif, sementara gas H_2 dilepaskan sebagai hasil reaksi. Proses korosi dipengaruhi oleh konsentrasi asam, suhu dan adanya ion-ion seperti Cl^- .

Ada berbagai upaya untuk mengurangi proses korosi yang terjadi diantaranya dengan menyeleksi bahan material logam, coating dan inhibitor korosi. Inhibitor merupakan senyawa yang ditambahkan pada suatu logam yang bertujuan untuk mengurangi laju korosi. Untuk dapat memperoleh lapisan yang tunggal dan memiliki banyak senyawa oksigen, maka suatu inhibitor harus memiliki anion dengan atom yang ganda sehingga dapat masuk ke permukaan logam (Djaprie, 1995). Pada penelitian ini akan digunakan inhibitor korosi sebagai upaya mengurangi proses terjadinya korosi.

2.2 Perhitungan Laju Korosi

Laju korosi adalah banyaknya logam yang lepas tiap satuan waktu pada permukaan logam tersebut. Laju korosi ini biasanya dinyatakan dalam satuan mils per year (mpy) (Paksi, 2015). Pada umumnya laju korosi dapat diukur dengan dua metode yaitu: metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Salah satu metode yang digunakan untuk perhitungan laju korosi yaitu metode kehilangan berat dimana metode ini dihitung kehilangan berat yang terjadi setelah proses pencelupan. Pada penelitian ini, digunakan metode kehilangan berat dan dilakukan perhitungan selisih berat awal dan akhir (ASTM G1-03).

$$\text{Laju Korosi} = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \quad (2.4)$$

Keterangan:

K = Konstanta (mpy)

T = Waktu ekspos (jam)

A = Luas permukaan specimen logam terendam (cm²)

W = Kehilangan berat (gram)

D = Densitas baja = 7,85 (gram/cm³)

2.3 Baja Lunak

Baja lunak atau mild steel merupakan paduan alloy karbon dan besi dengan kandungan karbon sebesar 0,05-0,30 % sehingga baja lunak memiliki sifat yang ulet dan mudah ditempa. Bajalunak digunakan hampir diseluruh sektor industri karena sifat dan harga baja yang murah. Baja lunak biasa digunakan sebagai material konstruksi pada kilang minyak, pabrik makanan, pembangkit listrik dan industri kimia. Baja lunak memiliki kelemahan dimana baja ini sangat sensitif terhadap asam sehingga rentan mengalami korosi sehingga dibutuhkannya pencegahan terhadap hal tersebut.

Pada penjelasan diatas diketahui bahwa penggunaan baja lunak sangat luas dan memiliki peran yang besar dalam bidang teknologi. Maka dari itu masalah korosi baja menjadi hal yang penting untuk dipelajari agar laju korosi pada baja lunak bisa dikurangi dan tidak menghambat alat-alat yang ada pada industri.

2.4 Inhibitor Korosi

Inhibitor merupakan substansi kimia yang ditambahkan dalam suatu larutan atau sistem reaksi kimia, maka mengakibatkan terjadinya penurunan laju korosi yang

terjadi pada suatu material. Inhibitor bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada bagian dasar logam. Senyawa organik untuk inhibitor merupakan senyawa yang mampu membentuk senyawa kompleks baik yang terlarut atau mengendap.

Berdasarkan mekanisme kerjanya, inhibitor korosi dapat dibagi menjadi 5 jenis inhibitor yaitu inhibitor anodik, inhibitor katodik, inhibitor presipitasi dan inhibitor campuran (Gumelar, 2011). Pada penelitian ini digunakan inhibitor campuran dimana inhibitor campuran adalah senyawa organik, digolongkan ke dalam inhibitor campuran disebabkan tidak dapat dimasukkan ke dalam golongan katodik atau anodik. Keefektifannya dihubungkan dengan luasnya daerah adsorpsi yang dapat melindungi permukaan logam (Pramana, 2012). Dalam menggunakan inhibitor kita dapat menghitung dan menentukan kemampuan penggunaan inhibitor tersebut. Semakin besar nilai efektifitas inhibitor, semakin baik inhibitor digunakan dalam menghambat korosi. Perhitungan keefektifan inhibitor dapat diperoleh melalui laju konsumsi dengan pemuaian dibandingkan dengan laju korosi tanpa pemuaian inhibitor apapun. Penentuan efisiensi inhibitor yang digunakan untuk meminimalisir laju korosi menggunakan persamaan sebagai berikut (Abdurrahman, Fahmi, 2010):

$$\%EI = \frac{P_{cor} - P_{corr}}{P_{corr}} \times 100\% \quad (2.5)$$

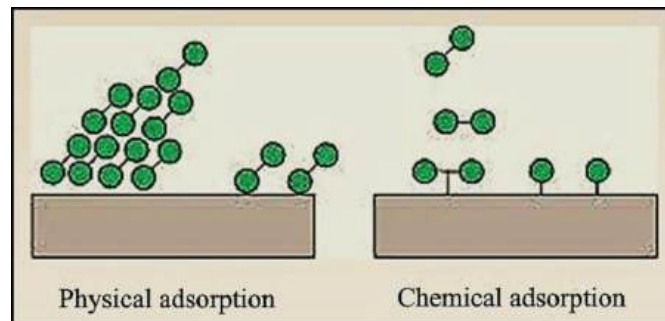
Keterangan :

EI : efisiensi inhibisi (%)

P_{cor} : pengurangan berat baja tanpa inhibitor (g)

P_{corr} : pengurangan berat baja dengan inhibitor (g)

Beberapa inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi. Proses ini membentuk suatu lapisan tipis yang tidak tampak ketebalan beberapa molekul saja, ada pula inhibitor yang membentuk endapan karena pengaruh lingkungan kemudian melindungi logam dari medium korosif yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif. Proses adsorpsi dapat dilihat pada gambar 2.2:



Gambar 2.2 Mekanisme adsorpsi pada inhibitor (Nagham, 2021)

Proses adsorpsi pada logam terbagi menjadi 3 mekanisme yaitu (Pramana, 2012) :

a. Physical adsorption (Fisisorpsi)

Proses adsorpsi yang dihasilkan dari daya tarik menarik elektrostatik antara inhibitor dan permukaan logam memiliki muatan positif maka inhibitor dengan muatan negatif akan mudah teradsorpsi. Tetapi jika molekul muatan positif maka molekul bergabung dengan molekul negatif dan menjadi perantara untuk menghambat muatan positif logam.

b. Chemisorption (Kemisorpsi)

Proses adsorpsi yang terjadi melibatkan proses berbagi muatan atau serah terima muatan antara molekul inhibitor dan permukaan logam.

c. Film Forming (Pembentukan film)

Molekul inhibitor yang teradsorpsi dapat mengalami reaksi dipermukaan sehingga dapat terbentuk film polymeric dengan ketebalan sekitar 100 angstrom.

2.5 Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*)

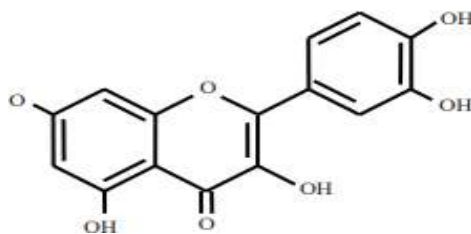


Gambar 2.3 Tanaman Biduri (Sotyati, 2016)

Tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) merupakan tanaman gulma yang biasa tumbuh disekitar area pantai dan padang rumput (Kumar, et al., 2013). Tanaman biduri biasanya hidup terabaikan karena tumbuh tinggi di lingkungan yang ekstrim kering dan panas. Ciri morfologi dan kandungan kimia tanaman biduri yaitu daun tanaman biduri memiliki daun tunggal dan memiliki bentuk bulat telur atau bulat panjang (Agra, 2008). Daun biduri mengandung bahan aktif seperti flavonoid, alkaloid dan tanin (Kongkow, 2007). Pada penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2013) dikonfirmasi adanya senyawa organik dalam ekstrak etanol 70% bahan

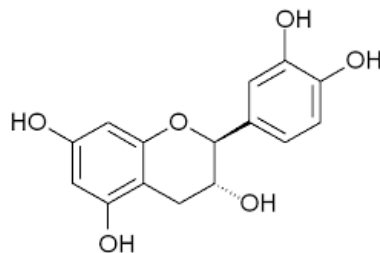
dengan uji skrining fitokimia. Senyawa ini termasuk flavonoid, saponin dan tanin (Pratiwi, 2013) Senyawa tersebut dapat digunakan sebagai inhibitor korosi karena dapat bereaksi dengan logam sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada suatu bahan. Sebelumnya Anshori (2021) melakukan penelitian menggunakan ekstrak daun biduri sebagai inhibitor korosi baja lunak memanfaatkan senyawa tanin dengan metode kehilangan berat dan didapatkan laju korosi terendah dengan penambahan konsentrasi inhibitor 400 ppm pada medium korosif dan didapatkan hasil laju korosi sebesar 8,374 mpy.

Flavonoid merupakan metabolit sekunder dan dapat ditemukan pada daun biduri (Rajamohan et al., 2014). Flavonoid juga merupakan senyawa fenolik dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆ yang memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan yang bisa dimanfaatkan untuk mencegah penyakit kanker. Potensi ekstrak sebagai inhibitor korosi juga dipengaruhi oleh adanya atom elektronegatif (seperti N dan O) serta ikatan ganda pada kelompok alkena (Kurniawan, 2015). Flavonoid bertindak sebagai antioksidan dengan melepaskan atom hidrogen atau mengikat logam, dan bisa ditemukan sebagai glikosida atau aglikon bebas (Cuppet et al., 1954). Pada daun biduri ditemukan kandungan flavonoid sebesar 9,94% (Elly, 2020) dan pada sumber lain didapatkan kadar flavonoid 8,39604 % dengan kadar etanol yang lebih tinggi.



Gambar 2.4 Struktur molekul flavonoid (Redha, 2019)

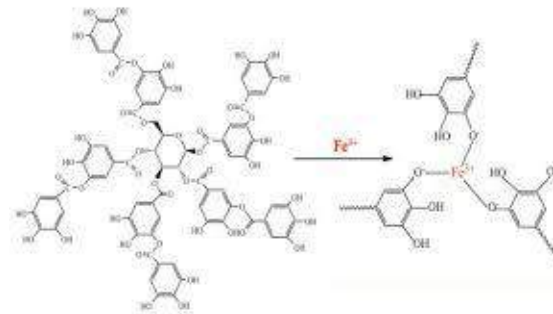
Tanin merupakan salah satu senyawa organik yang berpotensi sebagai inhibitor korosi. Tanin memiliki rumus kimia $C_{76}H_{52}O_{46}$ yang merupakan senyawa organik yang sangat kompleks dan banyak terdapat pada ekstrak tumbuhan. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang dapat menurunkan laju korosi dengan menghambat proses oksidasinya (Yanuar, 2016). Senyawa dapat membentuk senyawa kompleks dengan Fe (III) dipermukaan logam, sehingga laju reaksi korosi akan mengalami penurunan. Senyawa kompleks ini akan menghalangi serangan ion-ion korosif pada permukaan logam.



Gambar 2.5 Struktur molekul tanin (Ashari, 2013)

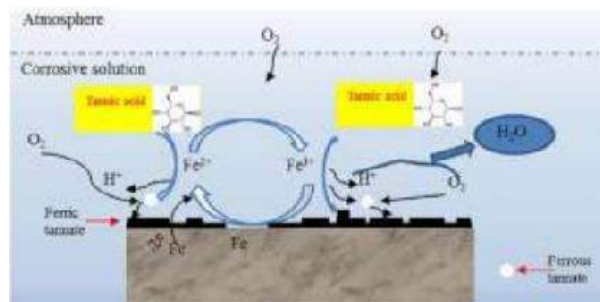
Tanin mampu menyerap logam-logam berat dan uranium, hal ini membuat tanin memiliki potensi untuk digunakan sebagai inhibitor logam. Tanin akan membentuk senyawa kompleks dengan ion besi menjadi Fe-tanat. Asam tanat dapat mempercepat proses korosi dengan menurunkan pH dan membentuk kompleks dengan besi yang menempel dipermukaan, seperti pada gambar 2.4. Tanin memiliki dua jenis yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi (Murni Yuniwati et al., 2019). Tanin terhidrolisis merupakan tannin yang memiliki gugus karbohidrat ditengah-tengahnya seperti asam galat atau asam ellagat sedangkan tannin terkondensasi merupakan tanin golongan metabolit sekunder yang memiliki ikatan

karbon berupa catechin dan gallo catechin (Patra Saxena, 2010).



Gambar 2.6 Pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe^{3+} (Wang Z, 2019)

Asam tanat dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe^{2+} menjadi ferro-tanat yang mudah teroksidasi menjadi ferri-tanat jika ada kehadiran oksigen. Selain itu tanin dapat bereaksi langsung dengan ion Fe^{3+} membentuk ferri-tanat, karena kemampuan sifat reduksi dari tanin Fe_2O_3 dapat direduksi menjadi ion Fe^{2+} . Ferro tanat dapat secara langsung direduksi menjadi ferri-tanat ketika kontak dengan O_3 dan H_2O . Mekanisme tannin sebagai inhibitor dapat dilihat pada gambar 2.5.



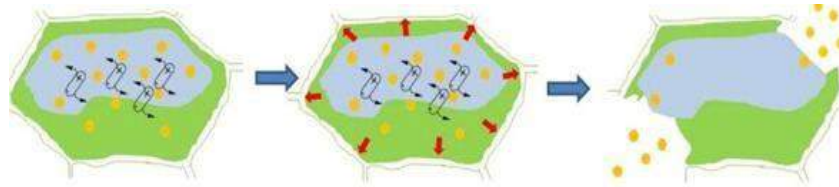
Gambar 2.7 Mekanisme tanin sebagai inhibitor korosi (Rochmat, 2019)

2.4.2 Proses Ekstraksi Tanin dan Flavonoid dari Daun Biduri

Ekstraksi merupakan salah satu metode pemisahan dua atau lebih komponen dengan menambahkan suatu pelarut. Pelarut yang banyak digunakan

adalah air, ethanol, aquades. Banyak metode yang bisa digunakan untuk mengekstraksi senyawa dari daun biduri seperti ekstraksi menggunakan ultrasonik bath (UAE), ekstraksi berbantuan gelombang mikro (MAE) dan beberapa metode konvensional seperti maserasi dan soxhletasi. Salah satu metode yang efektif untuk mengekstraksi senyawa tanin dan flavonoid pada daun biduri adalah metode MAE.

Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) merupakan salah satu metode ekstraksi senyawa kimia dari bahan alami yang menggunakan microwave sebagai sumber energi, MAE memiliki beberapa kelebihan diantaranya control suhu yang baik, waktu ekstraksi lebih singkat, konsumsi energy dan pelarut yang lebih sedikit serta akurasi dan presisi yang lebih tinggi (Aulia, 2018). Dalam ekstraksi senyawa bioaktif seperti tanin dan flavonoid, MAE menggunakan pemanasan elektrik yang dihasilkan oleh gelombang mikro untuk mempercepat proses pelarutan komponen bioaktif dalam pelarut yang sesuai. Proses pengekstrakan komponen bioaktif pada MAE dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Proses pengeluaran bioaktif dengan gelombang mikro (Li et al., 2013)

Berdasarkan penelitian oleh Qian et al (2004) mengenai kekuatan antioksidan dari daun jambu menggunakan pelarut etanol 50% dan air didapatkan hasil bahwa kandungan fenolik yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan pelarut etanol lebih besar daripada kadar fenolik daun jambu biji yang diekstraksi menggunakan air. Sehingga dalam penelitian ini akan digunakan pelarut etanol 70 % dalam proses

ekstraksi.

2.5 Pati

Pati merupakan hasil ekstrak dari singkong atau ubi kayu. Umumnya pati berbentuk butiran yang banyak terdapat didalam sel singkong (Razif, 2006; Astawan, 2009). Pati dibuat dengan cara mengekstrak umbi singkong dengan beberapa tahapan seperti pencucian, pamarutan, penyaringan, pengendapan, pencucian pati dan pengeringan barulah didapatkan pati singkong atau tepung tapioka.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkaji efektivitas pati sebagai campuran inhibitor korosi. Pada penelitian Rasyid et al. (2016) menguji pati sebagai inhibitor korosi pada baja karbon dalam larutan asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pati dalam larutan korosif dapat mengurangi laju korosi dan meningkatkan ketahanan baja karbon terhadap serangan korosi. Pati yang ditambahkan ke inhibitor dapat membantu meningkatkan viskositas inhibitor sehingga dapat menempel lebih baik pada permukaan logam dan membentuk lapisan pelindung yang baik. Namun penambahan pati yang berlebihan justru dapat mengurangi efisiensi inhibitor.

2.6 FTIR (Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red)

FTIR (Fourier Transform Infrared) adalah salah satu teknik analisis spektroskopi yang digunakan untuk menganalisis senyawa kimia. Prinsip kerja FTIR didasarkan pada hukum getaran molekul, yaitu bahwa setiap molekul memiliki frekuensi getaran yang berbeda. Ketika sinar inframerah melewati sampel, molekul dalam sampel akan menyerap sinar inframerah pada frekuensi getaran yang sesuai

dengan molekul tersebut. Spektrum inframerah yang dihasilkan oleh FTIR mencerminkan frekuensi getaran molekul dalam sampel, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa dalam sampel. (Suryanti, V., et al. 2019) dan (Kusuma, H.S., et al. 2020). Gugus fungsi mengidentifikasi pita serapan khas yang membentuk dasar interpretasi spektrum inframerah, Gugus fungsi spesifik yang ada dalam senyawa ditunjukkan oleh puncak serapan di wilayah gugus fungsi. Demikian pula, tidak adanya puncak untuk bagian tertentu dari gugus fungsi berarti bahwa gugus tersebut tidak diserap (Lestari dan Kautsar, 2019).

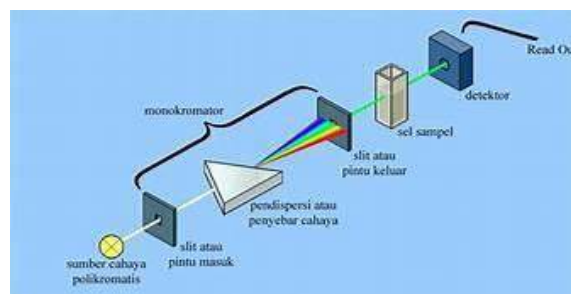
Dalam pengujian inhibitor korosi, FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa dan gugus fungsi yang terkandung dalam inhibitor organik, seperti tanin dan flavonoid. Dengan menggunakan FTIR, dapat diketahui karakteristik spectrum inframerah dari senyawa tanin dan flavonoid sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa tersebut. Sebagai contoh hasil spectrum FTIR flavonoid tersebut menunjukkan bilangan gelombang $1367,9\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan puncak serapan cincin aromatik dan terlihat adanya pita serapan kuat karbonil di angka $1648,3\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan karakteristik senyawa flavonoid (Aisyah, 2015). Pada inhibitor campuran FTIR digunakan untuk mengetahui ikatan gugus fungsi yang terdapat pada inhibitor tersebut.



Gambar 2.8 Spektrum FTIR senyawa flavonoid (Aisyah, 2015)

2.6 Spektrofotometri Uv-Vis

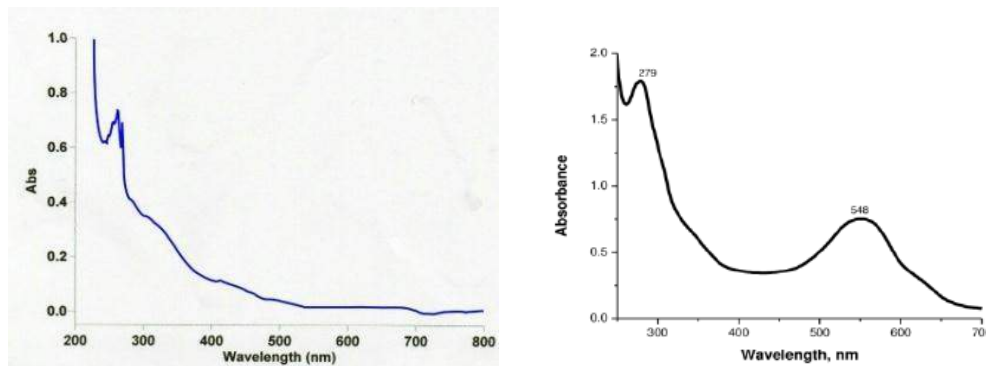
Spektrofotometer UV-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur absorbansi suatu zat pada berbagai panjang gelombang cahaya ultraviolet dan cahaya tampak. Alat terdiri dari sumber cahaya, monokromator, sampel holder, dan detector. Sampel yang akan diuji nantinya akan ditempatkan pada sampel holder dan cahaya yang dilewatkan melalui sampel akan diukur oleh detector. Alat ini dapat digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi kadar dan struktur flavonoid secara kuantitatif.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Spektrofotometer UV-Vis (Efelina, 2015)

Perangkat spektrofotometer memungkinkan kita mengukur banyak cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang tertentu, sehingga dapat memberikan informasi tentang keberadaan atau konsentrasi senyawa tertentu dalam sampel (Dachriyanus, 2004). Rentang frekuensi yang umum digunakan untuk

mengukur kadar tanin adalah 280-320 nm (Khopkar, 1990). Pada serapan tersebut merupakan tannin terkondensasi, dimana tannin terkondensasi memiliki serapan dibawah 300 nm khususnya pada panjang 200-280 nm (Barbehenn, 2011) sedangkan



Gambar 2.9 Kurva Panjang Gelombang Flavonoid (kiri) dan Tanin (kanan)

tannin terhidrolisis memiliki serapan pada 270 – 280 nm. Sedangkan untuk senyawa flavonoid rentang yang digunakan untuk mengukur kadar flavonoid berkisar 400-800 nm (Yeti & Yuniarti, 2021). Hasil absorbansi pada rentang frekuensi tersebut digunakan dalam perhitungan menentukan kadar tanin dan flavonoid yang ada pada sampel. Berikut hasil Panjang gelombang tannin dan flavonoid pada pengujian UV-Vis (Yasser, 2020) (Kurnia, 2017).

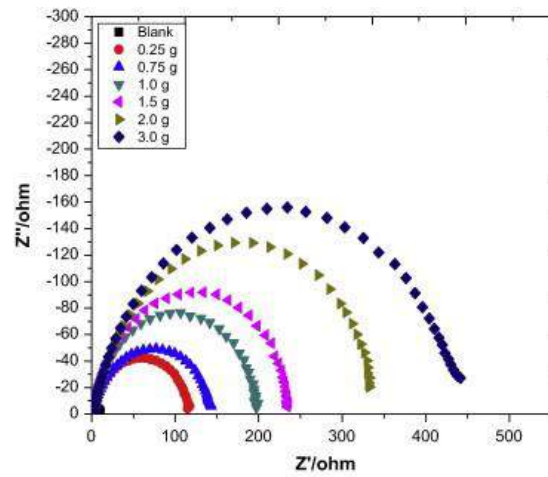
2.7 EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy)

EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) merupakan salah satu teknik analisis elektrokimia yang digunakan untuk mengukur impedansi elektrokimia suatu material dalam berbagai frekuensi termasuk baja. Dalam EIS, sinyal listrik yang diberikan pada sampel baja adalah sinyal AC (Alternating Current) dengan frekuensi yang bervariasi. Data input dan output dari pengujian ini meliputi jenis logam yang akan diuji, larutan elektrolit yang digunakan, frekuensi sinyal AC yang digunakan,

parameter pengujian lain sebagai input, serta grafik impedansi kompleks, spectrum impedansi dan nilai resistansi (Syaf, 2022).

Hasil uji EIS akan memberikan informasi tentang sifat elektrokimia dari sampel baja, termasuk resistansi, kapasitansi, dan konduktansi. Informasi ini dapat digunakan untuk mempelajari sifat-sifat korosi yang terjadi pada sampel baja, termasuk kecepatan korosi, jenis korosi, dan mekanisme korosi. (Zhang, Y., et al. 2019). Kinerja inhibitor korosi terhadap material uji dilakukan dengan menggunakan metode EIS yang memantau aspek-aspek seperti tahanan larutan (R_s), tahanan polarisasi (R_p), elektroda dan kapasitansi lapisan rangkap listrik (C_{DL}).

$R_{p (inh)}$ tahanan polarisasi dengan inhibitor dan R_p tahanan polarisasi tanpa inhibitor. Hasil pengukuran EIS digambarkan dalam kurva Nyquist yang dinyatakan dalam fungsi Z' (Z riil) yang menyatakan impedansi real dan fungsi Z'' (Z imajiner) yang menyatakan impedansi imajiner. Dalam kurva Nyquist, sumbu horizontal mewakili komponen resistansi (Z riil) sedangkan sumbu vertikal mewakili komponen reaktansi (Z imajiner). Kurva Nyquist akan memberikan informasi tentang karakteristik elektrokimia system yang diuji seperti laju korosi, efisiensi inhibitor dan perubahan permukaan kondisi logam (Rahayu, 2015). Berikut merupakan kurva nyquist pengujian EIS pada baja lunak pada gambar 2.7 (Ramananda, 2015).



Gambar 2.10 Kurva Nyquist Pengujian EIS Baja Lunak

Terbentuknya selaput tipis pada permukaan material uji dapat berfungsi sebagai lapisan isolator listrik, dengan demikian hambatan polarisasi (R_p) tersebut akan meningkat disertai dengan penurunan kapasitansi lapisan rangkap listriknya. Parameter kinerja inhibitor dinyatakan dengan % Efisiensi (% EI) atau (% P) dengan persamaan (Ismail, 2007):

$$\% \text{ EI} = \frac{R_p (\text{inh}) - R_p}{R_p (\text{inh})} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen proses penambahan pati dalam inhibitor ekstrak daun biduri. Metode ekstraksi menggunakan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dengan daya 100 W dan waktu 7 menit. Selanjutnya dianalisis gugus fungsi penambahan pati pada senyawa ekstrak daun biduri (flavonoid dan tanin) dengan FT-IR dan menguji kadar senyawa tanin dan flavonoid menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Kemudian ditambahkan campuran pati pada inhibitor ekstrak daun biduri dengan variasi konsentrasi pati. Selanjutnya diaplikasikan sebagai penghambat laju korosi baja lunak dengan parameter uji kehilangan berat (*weight loss*), EIS dan analisis permukaan baja.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada bulan November 2023.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

1. Microwave
2. Ayakan 50 mesh
3. Aluminium foil
4. Spatula

5. Blender kering
6. Gelas beaker 5 ml
7. Gelas ukur 100 ml
8. Timbangan digital
9. Botol kaca 10 ml
10. Pipet tetes
11. Termometer
12. Enlemeyer 250 ml
13. Corong kaca
14. Kertas saring

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Daun Biduri diperoleh dari Porong, Sidoarjo.
2. Aquades
3. Baja lunak
4. Pelarut etanol 70%
5. Quercetin sebagai larutan standart flavonoid
6. Folin cicalteu sebagai larutan standart tanin
7. Kalium Asetat 1M
8. HCL 1M
9. Pati singkong
10. AlCl_3 2%
11. Na_2CO_3 15%

3.3.3 Alat Karakterisasi

1. FTIR 1000 Scimitar Series
2. Spektrofotometer UV-Vis Cary 50
3. Kehilangan berat (*Weight Loss*)
4. Mikroskop Optik
5. EIS

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Tepung Pati

1. Singkong dikupas dan dicuci hingga bersih
2. Singkong diparut
3. Hasil parutan singkong diberi air lalu diperas sambil disaring dengan kain
4. Didiamkan 3 jam hingga air dan pati terpisah lalu air dibuang
5. Pati dikeringkan di oven 40°C hingga kering dan tidak ada kandungan air
6. Pati yang telah dikeringkan dihaluskan hingga menjadi tepung pati

3.4.2 Pembuatan Ekstrak Daun Biduri dengan Penambahan Tepung Pati

1. Daun Biduri sebanyak 3 kg, dicuci bersih dengan air mengalir dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50 ° C selama 2 jam dan 1 jam. Daun biduri kering ditandai dengan daun yang bergemerisik ketika diremas dan berubah serpihan (Herawatiet al., 2012)
2. Daun biduri yang telah kering dihaluskan menggunakan blender kering lalu diayak dengan ayakan 50 mesh agar didapatkan serbuk yang halus dan

homogen.

3. Bubuk daun biduri dimasukkan dalam enlenmeyer 50 ml ditambahkan pelarut ethanol 70% sebanyak 50 ml dengan 1 gram serbuk daun biduri.
4. Sampel distirrer selama 5 menit agar pelarut tercampur rata.
5. Proses ekstraksi dimasukkan ke microwave pada daya 100 W dengan waktu 7 menit
6. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring
7. Volume inhibitor yang digunakan 10 ml untuk setiap sampel dan jumlah tidakdivariasikan
8. Sebagai campuran inhibitor ditambahkan variasi pati ke dalam inhibitor, untuk mempermudah maka dibuat penamaan kode sampel sebagai berikut :

Table 3.1 Keterangan Nama Sampel Inhibitor

Kode Sampel	Keterangan
BHCl	HCl 1 M
BTP	Inhibitor daun biduri tanpa pati
BP1	Inhibitor daun biduri dengan pati 0,125 gram
BP2	Inhibitor daun biduri dengan pati 0,25 gram
BP3	Inhibitor daun biduri dengan pati 0,5 gram
BP4	Inhibitor daun biduri dengan pati 0,75 gram

3.4.3 Karakterisasi Sampel Ekstrak Daun Biduri

1. Sampel ekstrak di uji menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi tepung pati dan kandungan senyawa flavonoid dan tanin pada ekstrak daun biduri

2. Sampel ekstrak di uji menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui konsentrasi flavonoid dan tanin pada ekstrak daun biduri.

3.4.4 Preparasi Spesimen Baja Lunak

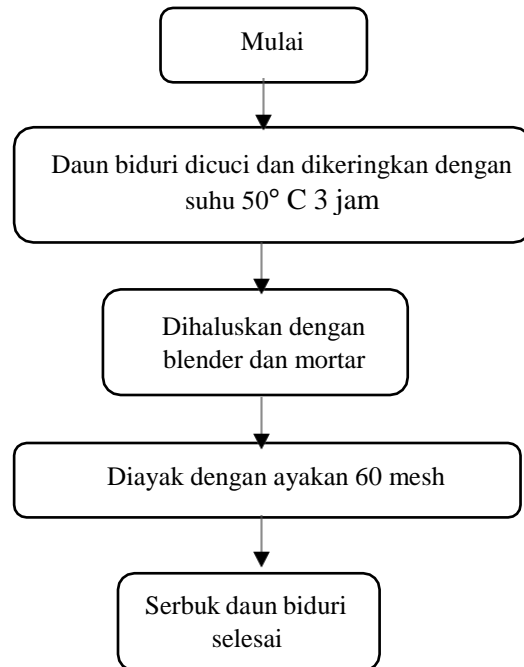
1. Plat baja lunak dipotong dengan ukuran (2 x 2 x 0,2) cm lalu dihaluskan menggunakan amplas
2. Plat baja lunak yang telah dipotong direndam dengan aquades selama 5 menit lalu dibilas dengan etanol, lalu dikeringkan dengan suhu 60° C selama 1 jam dan ditimbang sebagai berat awal (m1)

3.4.5 Pembuatan Larutan Korosif dan Pengujian Laju Korosi Baja

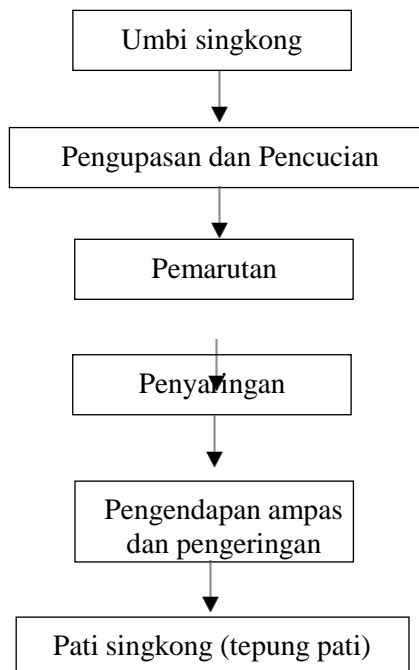
1. Medium korosif yang digunakan ialah medium korosi HCl 1M sebesar 10 ml tiap sampel
2. Medium korosi ditempatkan dalam chamber plastik lalu dicampurkan dengan campuran inhibitor kedalam masing-masing media korosi.
3. Membuat inhibitor campuran dengan menambahkan pati pada ekstrak daun biduri di setiap konsentrasi dan ditambahkan 10 ml HCl lalu direndam selama 3, 6, 9 hari.

3.5 Diagram Alir Penelitian

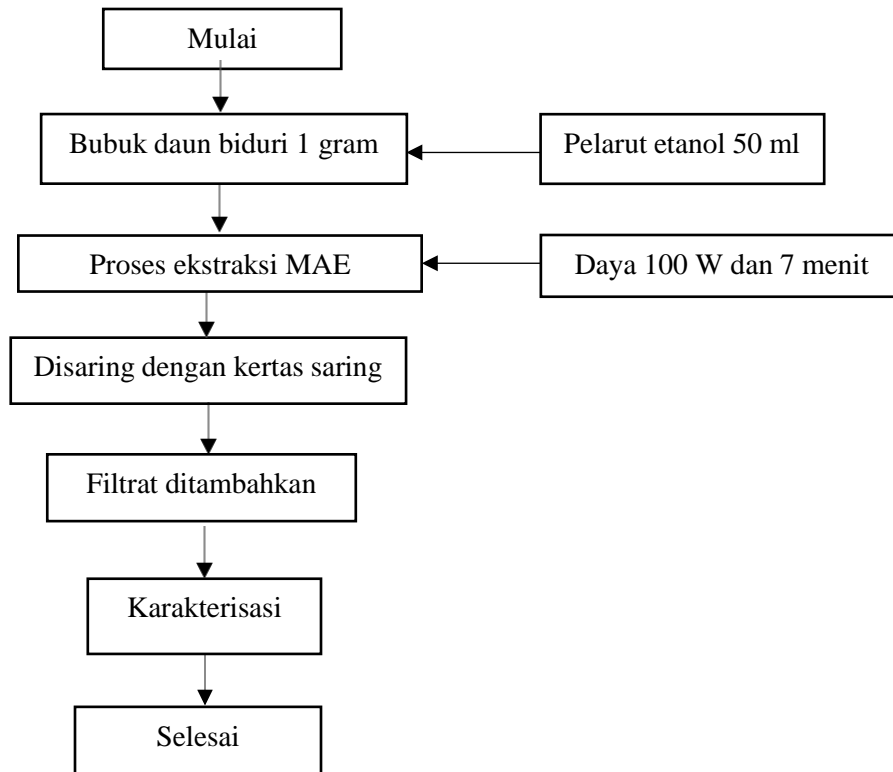
3.5.1 Diagram Alir Preparasi Sampel



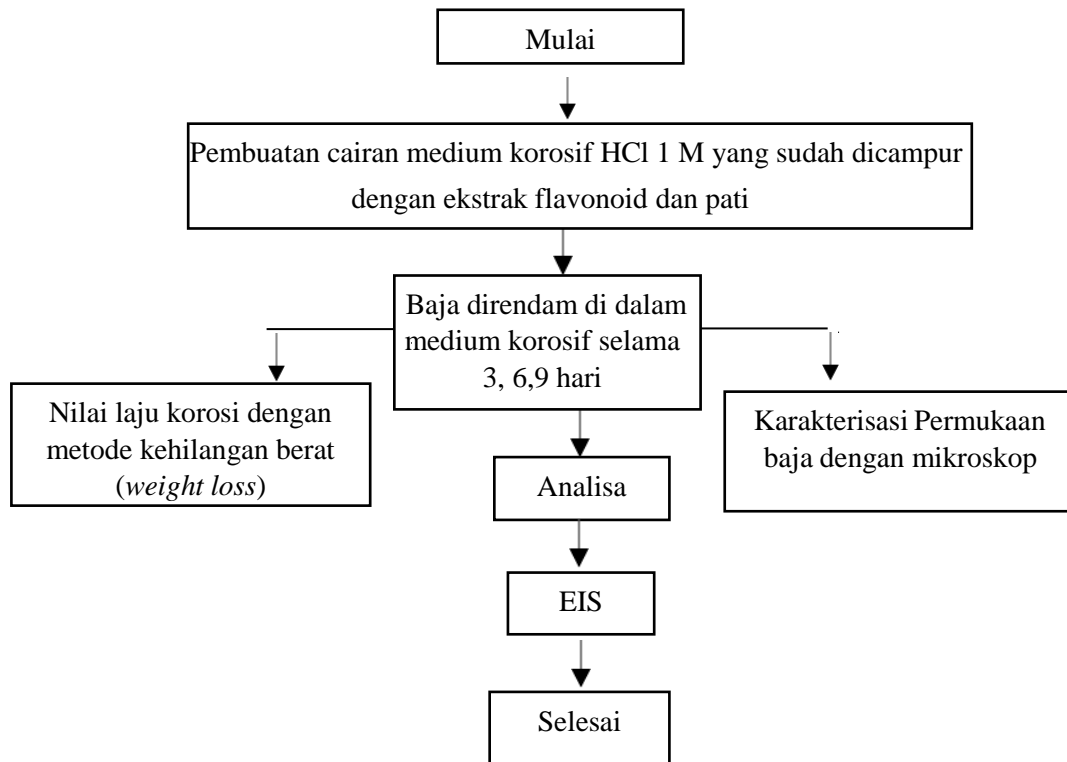
3.5.1 Pembuatan Tepung Pati



3.5.2 Diagram Alir Proses Ekstraksi dan Karakterisasi Daun Biduri



3.5.3 Diagram Alir Penghambat Laju Korosi Baja



3.6 Rencana Analisis Data

3.6.1 Analisa Gugus Fungsi Pada Ekstrak Daun Biduri Menggunakan FTIR

Pada penelitian ini dianalisis gugus fungsi yang ada pada kandungan ekstrak daun biduri menggunakan FTIR agar diketahui gugus fungsi senyawa flavonoid, Tanin dan gugus fungsi ekstrak flavonoid dan tanin yang telah dicampur dengan tepung pati. Gugus fungsi dari sampel selanjutnya akan diolah menggunakan software origin sehingga diperoleh grafik. Puncak-puncak yang didapatkan akan dibandingkan dengan literatur.

Tabel 3. 1 Rencana analisa gugus fungsi ekstrak daun biduri menggunakan FTIR

Inhibitor Daun Biduri	Gugus Fungsi	Panjang Gelombang
Ekstrak daun biduri tanpa campuran pati		
Ekstrak daun biduri dengan campuran pati		

3.6.2 Analisa Konsentrasi Flavonoid Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis

a. Pembuatan Larutan Standart Flavonoid dan Tanin

Ditimbang sebanyak 25 mg kuersetin dan dilarutkan kedalam 25 ml etanol. Larutan dipipet sebanyak 1 ml dan dicukupkan volumenya hingga 10 ml dengan etanol sehingga didapatkan konsentrasi 100 ppm, kemudian dibuat beberapa konsentrasi yaitu 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm, 12 ppm dan 14 ppm. Dari masing-masing konsentrasi larutan standart kuersetin dipipet 1 ml kemudian ditambahkan AlCl₃ 2% dan 1 ml, kalium asetat 120 mg. sampel diinkubasi 1 jam pada suhu ruang. Absorbansi ditentukan menggunakan metode spektrofotometri Uv-Vis di panjang gelombang 435 nm (Stankovic, M.S., 2011, h. 65). Pembuatan larutan standart asam tanat dibuat dengan pelarutan 10 mg asam tanat dilarutkan dalam 100 ml aquades. Proses pengenceran dibuat dengan seri 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Diambil masing-masing 1 ml dari seri pengenceran dan dimasukkan pada labu ukur 10 ml yang berisi 7,5 ml aquades kemudian ditambahkan 0,5 ml reagen folin dan 1 ml larutan Na₂CO₃ selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas 10 ml. diinkubasi selama 15 menit kemudian diuji Uv-Vis pada panjang gelombang 740 nm

(Mukhriani et al., 2014).

b. Pembuatan Kurva Baku

Kurva baku dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standart dengan hasil serapannya yang diperoleh dari pengukuran spektrofotometer UV-Vis pada Panjang gelombang 740 nm dan flavonoid dengan Panjang gelombang 435 nm.

c. Penetapan Kadar Flavonoid dan Tanin Total Ekstrak Daun Biduri

15 mg ekstrak daun biduri dilarutkan dalam 10 ml etanol sehingga diperoleh konsentrasi 1500 ppm. Dari larutan tersebut dipipet 1 ml dan ditambahkan 1 ml larutan $AlCl_3$ 2% dan 1 ml kalium asetat 120 mM. Sampel diinkubasi selama 1 jam di suhu ruang. Absorbansi ditentukan menggunakan metode spektrofotometri Uv-Vis paa panjang gelombang maksimum 435 nm. Sampel dibuat dalam 3 replikasi untuk analisis dan diperoleh nilai rata-rata absorbansi (Stankovic,M.S.,2011, h, 65).

Sebanyak 0,5 gram serbuk daun biduri ditimbang dan dilarutkan dengan aquades hingga 10 ml. Dipipet 1 ml sampel lalu dimasukkan kedalam glass beaker 10 ml lalu dicampur dengan 7,5 ml aquades, ditambahkan folin cicalteu 0,5 ml didiamkan 3 menit, ditambahkan 1,0 ml. Diinkubasi 15 menit kemudian dibaca serapannya pada panjang gelombang maksimum dan dihitung menggunakan kurva baku yang telah didapat sehingga diketahui konsentrasi dari sampel yang diukur.

3.6.3 Analisis Permukaan Baja dengan Mikroskop Optik

Analisa ini dilakukan pada baja yang telah direndam dalam medium korosif dengan dan tanpa penambahan ekstrak flavonoid daun biduri, kemudian dianalisis permukaan bajamenggunakan mikroskop optik.

3.6.4 Analisa Laju Korosi dengan Metode Weight Loss

Pengujian ini ditujukan untuk melihat produk korosi dan mengetahui kehilangan berat yang dihasilkan dengan mengurangi massa akhir dari massa awal :

1. Sampel baja lunak ditimbang sebelum proses perendaman sebagai massa awal
2. Sampel baja lunak yang telah dipreparasi dimasukkan kedalam medium korosif HCL tanpa inhibitor terlebih dahulu lalu didiamkan selama 3 hari , 6 hari dan 9 hari dimana tiap sampel berada dalam gelas kimia berbeda.
3. Memasukkan sampel pada medium yang telah ditambahkan inhibitor dan campuran pati seperti tabel 3.2, kemudian didiamkan selama 3 hari , 6 hari, 9 hari.
4. Setelah proses perendaman selesai sampel diangkat dan dibilas menggunakan aquades agar produk korosi hilang.
5. Sampel dikeringkan di suhu ruang
6. Sampel yang telah kering ditimbang sebagai massa akhir.
7. Dicatat hasil pengamatan perendaman dalam medium korosif tanpa inhibitor dan dengan inhibitor sebagai berikut:

Table 3.2 Tabel data hasil uji Weight Loss

Nama Sampel	Waktu (Hari)	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)	Selisih Massa (gr)	Laju Korosi (mpy)	Efisiensi (%)
BHCl	3					
	6					
	9					
BTP	3					
	6					
	9					
BP1	3					
	6					
	9					
BP2	3					
	6					
	9					
BP3	3					
	6					
	9					
BP4	3					
	6					
	9					

3.6.5 Pengukuran Efisiensi Inhibitor menggunakan Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)

Electrochemical Impedance Spectroscopy adalah suatu metode untuk menganalisis respons suatu elektrode yang terkorosi terhadap sinyal potensial AC sebagai fungsi frekuensi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui mekanisme inhibisi

pada sampel baja lunak dalam medium korosif HCl 1M. Hasil pengujian EIS akan diolah menggunakan software Origin.

Table 3.3 Rencana hasil pengujian EIS

Konsentrasi Campuran Pati Pada Inhibitor (ppm)	R_s (Ω)	R_p (Ω)	CPE (F)
HCL 1M 10 ml			
HCL 1M + Inhibitor			
HCL 1M + Inhibitor + Pati			

3.5.6 Analisa Permukaan Baja

Analisis permukaan baja dilakukan pada baja lunak yang telah direndam dalam campuran medium korosif HCL 1 M dengan dan tanpa penambahan inhibitor daun biduri, kemudian dianalisis permukaan baja untuk mengamati korosi yang terjadi pada baja lunak.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi daun biduri dan pembuatan sari pati di Laboratorium Riset Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Ekstraksi daun biduri dilakukan menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE) dan diaplikasikan sebagai inhibitor korosi untuk yang berguna untuk mengurangi laju korosi baja. Inhibitor daun biduri ditambahkan dengan pati agar penghambatan laju korosi lebih maksimal. Dibuat 6 sampel dengan variasi tambahan pati yang berbeda, kemudian diuji menggunakan FTIR, UV-Vis, EIS, weight loss, dan Mikroskop optik.

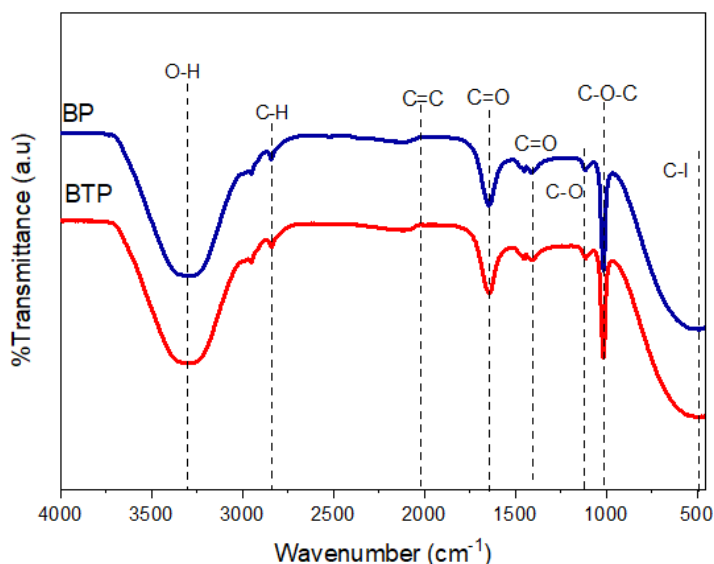
4.1.1 Karakterisasi Ekstrak Daun Biduri

Proses ekstraksi daun biduri dilakukan dengan mencuci daun biduri hingga bersih, kemudian dikeringkan menggunakan oven. Setelah itu, daun yang telah kering dihaluskan menggunakan blender kering sehingga diperoleh serbuk daun biduri. Serbuk daun biduri tersebut kemudian dicampur dengan pelarut etanol 70% dan diaduk menggunakan stirrer selama 10 menit. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam microwave dengan daya 100 W selama 7 menit. Ekstrak yang dihasilkan kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat yang akan diuji. Filtrat yang didapat ditambahkan dengan pati lalu diuji menggunakan FT-IR. Untuk memudahkan penamaan dibuat kode sampel yaitu BP (biduri dengan pati) dan BTP (biduri tanpa pati).

Untuk mengetahui adanya kandungan senyawa tanin dan flavonoid dalam daun biduri, dilakukan pengujian menggunakan FT-IR. Tujuan pengujian ini adalah untuk

mengidentifikasi gugus fungsi senyawa tanin dan flavonoid yang terbentuk dari hasil ekstraksi. Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Bea Cukai Surabaya.

Hasil FT-IR yang digunakan dalam pengujian adalah panjang gelombang transmitansi. Bilangan gelombang FT-IR menunjukkan vibrasi struktur kimia yang terkandung dalam sampel, sedangkan transmitansi menunjukkan korelasi linier dengan variasi komposisi sampel. Plot grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.10 Plot Grafik FTIR Ekstrak Daun Biduri

Spektrum FTIR untuk tannin dan flavonoid ekstrak daun biduri menggunakan bilangan gelombang 400-4000. Hasil pembacaan spektrum ditunjukkan pada tabel 4.1

Table 4.1 Gugus Fungsi Ekstrak Daun Biduri dan Pati

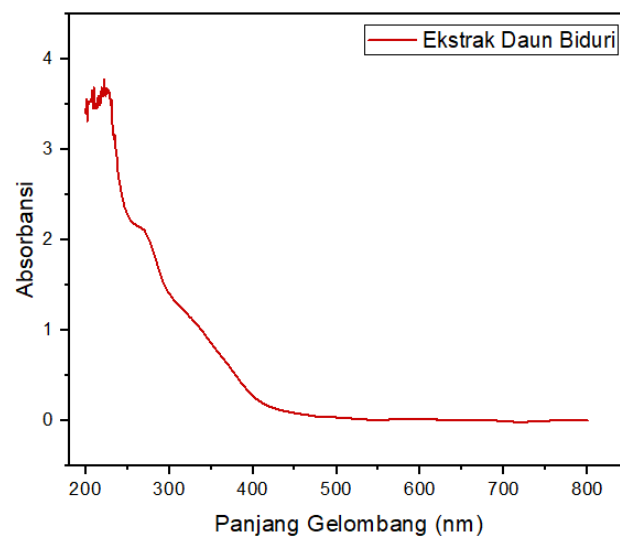
Wavenumbers Ekstrak daun biduri (cm-1)	Wavenumbers Ekstrak daun biduri dan pati (cm-1)	Wavenumbers Range (cm-1)	Ikatan	Jenis Senyawa
3280,40	3281,10	3230-3400	O-H	Alkohol dan fenol
2840,91	2840,84	2850-2960	C-H	Alkana
2123,89	2125,53	2100-2500	C=C	Alkana
1643,66	1644,17	1620-1670	C=O	Amide, Aromatic

				ketones
1408,12	1408,18	1400-1460	C=O	Carboxylic Acid
1112,61	1113,31	1125-1085	C-O	Secondary alcohol
1014,02	1014,04	1050-1000	C-O-C	Ether
492,57	495,47	490-620	C-I	Halogen compound

Berdasarkan tabel 4.1 analisis spektrum FTIR yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel memiliki gugus fungsi dan puncak yang angkanya berdekatan. Pada hasil FTIR yang diperoleh terdapat beberapa pita yang menunjukkan keberadaan gugus fungsi yang relevan dengan tannin dan flavonoid. Gugus hidroksil (O-H) yang terdeteksi pada sekitar 3280 cm^{-1} dan gugus karbonil (C=O) pada sekitar $1643\text{-}1644\text{ cm}^{-1}$ merupakan tanda adanya kandungan tanin. Selain itu keberadaan gugus ether (C-O-C) pada serapan 1014 cm^{-1} dan gugus hidroksil (O-H) dalam serapan $3230\text{-}3400\text{ cm}^{-1}$ juga menandakan adanya kandungan flavonoid dalam sampel (Sieniawska, 2018). Hasil FT-IR ini menunjukkan bahwa daun biduri benar mengandung senyawa tannin dan flavonoid. Gugus hidroksil dari tannin dan gugus karbonil dari flavonoid berperan dalam adsorpsi permukaan baja membentuk lapisan protektif untuk mengurangi laju korosi.

Penambahan pati pada sampel inhibitor daun biduri tidak menyebabkan perubahan yang signifikan dalam gugus fungsi utama inhibitor seperti O-H, C=O, dan C-O-C. Hal ini menunjukkan bahwa pati berfungsi untuk mendukung senyawa aktif inhibitor tanpa mengubah struktur kimianya, Pati hanya mengubah viskositas inhibitor agar lebih mudah menempel pada sampel baja yang akan direndam.

Pengujian kualitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia UIN Malang dan pengujian kuantitatif kadar tanin dan flavonoid dilakukan di Laboratorium Materia Medica Batu. Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa banyak kadar tanin dan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak daun biduri. Jumlah cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi dan diplot terhadap panjang gelombang cahaya yang digunakan. Puncak-puncak pada spektrum menunjukkan panjang gelombang pada molekul yang menyerap cahaya paling banyak. Dilakukan pengujian panjang gelombang untuk mengidentifikasi senyawa pada sampel dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.11 Plot Grafik Panjang Gelombang Ekstrak Daun Biduri

Pada grafik UV-Vis ekstrak daun biduri, tannin ditunjukkan pada puncak serapan maksimum rentang 200-271 nm, dimana rentang tersebut merupakan rentang yang menandakan adanya senyawa tanin terkondensasi. Tannin terkondensasi memiliki rentang panjang gelombang 200-280 nm (Barbehenn, 2011) sehingga daun biduri memiliki kandungan senyawa tanin jenis terkondensasi yang terdiri dari unit flavonoid

yang membentuk ikatan karbon-karbon. Struktur ini menyebabkan serapan pada panjang gelombang lebih kecil karena mirip dengan senyawa aromatic. Grafik UV-Vis juga menunjukkan adanya kandungan flavonoid dengan puncak absorbansi maksimum pada panjang rentang 300-350 nm, hal ini menunjukkan karakteristik flavonoid yang memiliki puncak serapan sekitar 250-380 nm karena memiliki cincin aromatic pada strukturnya. Puncak serapan didaerah yang sama pada grafik tersebut dikarenakan tannin dan flavonoid termasuk senyawa fenol sehingga memiliki spektrum yang mirip dengan tanin.

Pengujian kuantitatif kadar flavonoid dan tannin dilakukan di Laboratorium Materia Medika Batu dengan sampel yang berbeda karena sebelumnya dilakukan pembuatan kurva baku terlebih dahulu. Pembuatan kurva baku bertujuan untuk memperoleh persamaan kurva baku dari asam tanat yaitu $y = 0,0047x - 0,0076$ dengan nilai 0,9955 dan quercetin yaitu $y = 0,0064x - 0,0204$ dengan nilai 0,9843 yang dihitung dari rumus berikut (Draper dan Smith, 1998).

$$Y=AX+B.....(4.1)$$

Pada persamaan tersebut, Y adalah absorbansi dan X adalah (ppm) sedangkan A adalah kemiringan garis dan B adalah intercept. Persamaan ini digunakan untuk menghitung konsentrasi flavonoid ataupun tannin pada pengujian spektrofotometer UV-Vis. Sehingga jika hasil pengujian dalam tabel dihitung menggunakan rumus didapatkan bahwa kadar flavonoid dalam 1 gram ekstrak daun biduri adalah 5,6814 mg EQ/g. Kadar flavonoid ini bisa dikategorikan tinggi jika dibandingkan dengan ekstrak daun lainnya seperti daun teh hijau (Lin Y, 2006), daun kemangi (Kokate, 2008) dan daun jambu biji (Metwally, 2015) yang memiliki kadar flavonoid dibawah 4 mg EQ/g.

Sedangkan kadar tanin ekstrak daun biduri diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 725 nm dan didapatkan hasil kadar tanin sebesar 3,1429 mg ET/g lebih besar dari daun kemangi yang memiliki kadar tannin sebesar 2,32 mg/g hal ini menunjukkan potensi dari ekstrak daun biduri sebagai inhibitor korosi yang baik (Smith et al, 2018).

4.1.2 Uji Laju Korosi Baja

Pengujian *weight loss* untuk laju korosi baja dilakukan di Laboratorium Riset Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pengujian *weight loss* dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan inhibitor terhadap laju korosi baja lunak dalam medium korosi HCl 1M. Metode dilakukan dengan merendam spesimen baja dalam media korosif selama 3, 6, 9 hari dan pengambilan data. Setelah perendaman selama 9 hari, diperoleh data laju korosi dan persen inhibisi inhibitor.

Data yang diperoleh dari pengujian adalah massa baja awal, massa baja akhir, luas permukaan, massa jenis, waktu perendaman dan kehilangan masa (*w*). Untuk memudahkan penamaan sampel dibuat kode sampel yaitu BTP (ekstrak biduri tanpa pati 10 ml), BP1(ekstrak biduri dengan pati 0,125 gr), BP2 (ekstrak biduri dengan pati 0,25 gr), BP3 (ekstrak biduri dengan pati 0,5), BP4 (ekstrak biduri dengan pati 0,75g) Dari data yang telah didapat dihitung selisih massa akhir dikurangi massa awal lalu dihitung laju korosi dan efisiensi inhibitor (EI%) dengan persamaan 4.1 dan 4.2 (Callister, 2018).

$$CR = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \quad (4.2)$$

$$\% EI = \frac{CR_{uninhibitor} - CR_{inhibitor}}{CR_{uninhibitor}} \times 100\% \quad (4.3)$$

Keterangan :

CR = Laju korosi (mpy)

K = Konstanta

T = Waktu ekspos (year)

A = Luas permukaan specimen logam terendam (mm^2)

W = Kehilangan berat (mg)

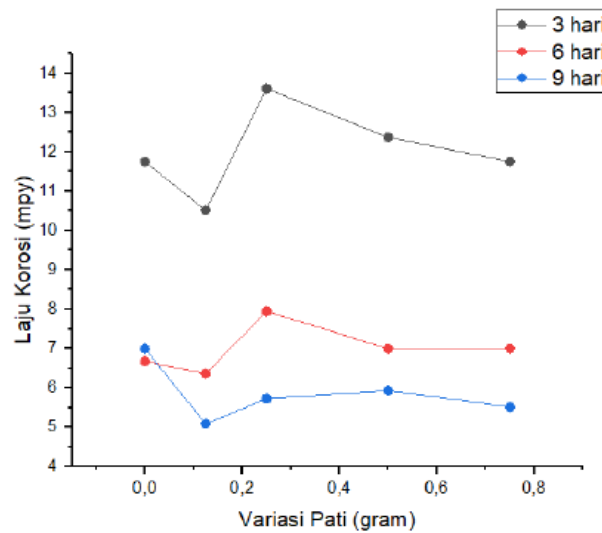
D = Densitas logam (mg/mm^3)

EI = Efisiensi Inhibisi (%)

Table 5 Hasil Analisis Pengujian EIS

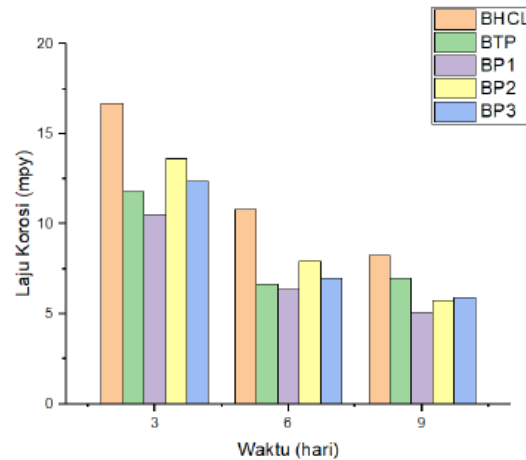
Nama Sampel	Waktu (Hari)	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)	Selisih Massa (gr)	Laju Korosi (mpy)	Efisiensi (%)
HCl	3	5,183	5,156	0,027	16,703	0
	6	5,192	5,158	0,034	10,809	0
	9	5,180	5,141	0,039	8,266	0
BTP	3	5,212	5,193	0,019	11,754	29,63%
	6	5,226	5,205	0,021	6,676	38,24%
	9	5,230	5,197	0,033	6,994	15,39%
BP1	3	5,862	5,845	0,017	10,517	37,06%
	6	5,235	5,215	0,020	6,358	41,17%
	9	5,315	5,291	0,024	5,086	38,50%
BP2	3	5,257	5,235	0,022	13,610	18,50%
	6	5,293	5,268	0,025	7,948	26,48%
	9	5,249	5,222	0,027	5,722	30,77%
BP3	3	5,221	5,201	0,020	12,373	25,93%
	6	5,273	5,251	0,022	6,995	35,30%
	9	5,268	5,240	0,028	5,934	28,23%
BP4	3	5,120	5,101	0,019	11,754	29,63%
	6	5,238	5,216	0,022	6,994	35,29%
	9	5,188	5,162	0,026	5,511	33,35%

Laju korosi dan efisiensi baja dengan metode weight loss dapat dilihat pada tabel 4.2. Tabel 4.2 menampilkan nilai laju korosi dan efisiensi yang telah dihitung menggunakan persamaan 4.1. Data yang diperoleh kemudian diolah menjadi grafik yang menunjukkan hubungan antara sampel dan laju korosi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



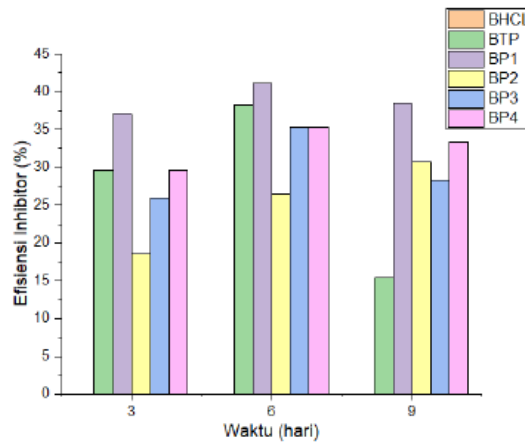
Gambar 4.12 Grafik hubungan antara variasi pati dan laju korosi

Grafik menunjukkan hubungan antara variasi jumlah pati (dalam gram) pada sumbu horizontal dengan laju korosi baja (dalam mpy) pada sumbu vertikal, dengan pengamatan dilakukan untuk waktu perendaman 3 hari, 6 hari, dan 9 hari. Penambahan pati dalam larutan inhibitor efektif menurunkan laju korosi baja ringan, terutama pada konsentrasi 0,125 gram dan waktu perendaman lebih panjang (9 hari). Hal ini disebabkan oleh kemampuan pati untuk meningkatkan viskositas larutan dan membentuk lapisan pelindung yang lebih stabil pada permukaan baja. Semakin banyak pati tidak memberikan efisiensi tertinggi untuk pengurangan laju korosi, namun ada titik optimal dimana pati memberikan efisiensi tertinggi. Jumlah pati berlebih justru menurunkan efisiensi karena lapisan yang menjadi terlalu tebal dan tidak stabil seperti pada sampel BP4.



Gambar 4.13 Grafik Laju Korosi Baja

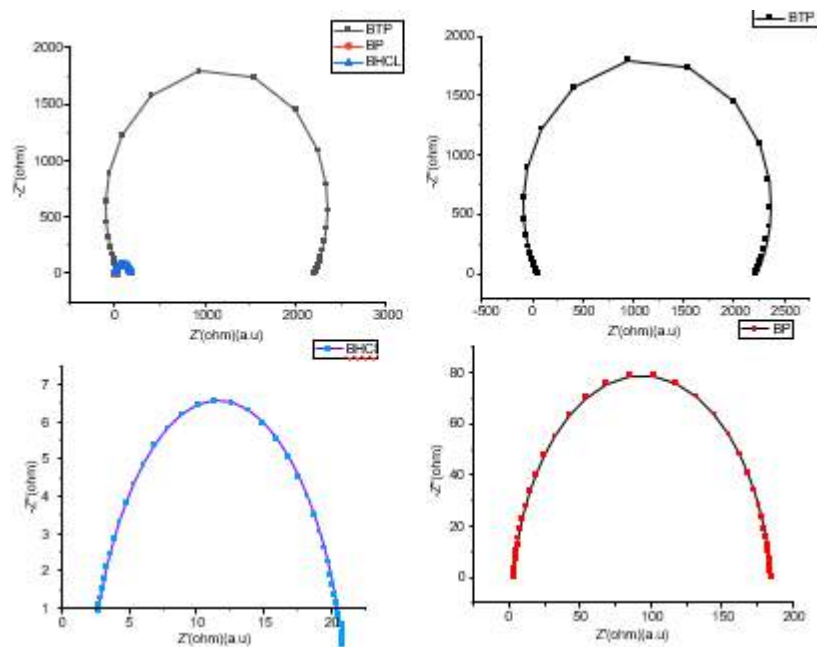
Gambar 4.3 menunjukkan grafik penambahan inhibitor dan pati terhadap laju korosi baja lunak dengan nilai terendah yaitu pada sampel BP1 di hari ke 9 sebesar 5,086 mpy dan nilai tertinggi yaitu sampel BHCL tanpa penambahan inhibitor di hari ke 3 sebesar 16,703 mpy. Selain komposisi antara inhibitor dan pati, waktu perendaman juga berpengaruh dalam pengujian weight loss. Laju korosi terendah rata-rata didapatkan dalam perendaman selama 9 hari sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka semakin rendah pula nilai laju korosi. Waktu perendaman sangat berpengaruh pada laju korosi baja, Hal ini karena inhibitor bekerja dengan membentuk lapisan pelindung (film forming) pada permukaan baja lunak. Lapisan ini dapat mengurangi transfer massa dan ion antara permukaan baja dengan medium korosif. Seiring lamanya waktu perendaman, lapisan pelindung dari inhibitor ini akan menjadi lebih stabil, sehingga formasi lapisan pelindung akan semakin kuat dan efektif dalam menghambat laju korosi (Faizal,2017). Nilai laju korosi yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan 4.2 untuk mendapatkan persentase efisiensi inhibitor korosi yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Inhibitor

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa presentase efisiensi terbesar adalah pada sampel BP1 dihari ke 6 sebesar 41,17% dan dihari ke 9 sebesar 38,50%. Peningkatan konsentrasi inhibitor dan pati berbanding lurus dengan penurunan laju korosi, ini membuktikan bahwa sampel BP1 memiliki kemampuan yang baik dalam menghambat korosi baja lunak.

Sampel baja dilakukan pengujian EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*) untuk menilai efisiensi penambahan pati pada inhibitor serta mekanisme inhibisi pada baja dalam medium korosif HCl. Hasil pengujian EIS digambarkan dalam kurva Nyquist yang menunjukkan hubungan antara impedansi real (Z') dan impedansi imajiner (Z''). Software yang digunakan untuk olah data adalah software Zview dan Origin Lab. Kurva Nyquist ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Kurva Nyquist Baja

Dari gambar 4.4 diketahui bahwa diameter sampel BP3 memiliki diameter yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan diameter dari kurva Nyquist BTP dan BHCL. Perbedaan diameter ini berhubungan dengan nilai hambatan larutan atau R_s (*Solution Resistance*), R_p (*Polarization Resistance*), serta kapasitansi yang berupa CPE (*Constant Phase Element*) yang ditunjukkan pada tabel 4.4. Peningkatan nilai R_p dan R_{ct} pada sampel dengan inhibitor menunjukkan peningkatan resistensi terhadap transfer muatan, yang mengindikasikan bahwa lapisan pelindung yang terbentuk semakin kuat. Semakin lebar kurva Nyquist yang didapatkan menunjukkan bahwa hambatan dari sampel semakin besar.

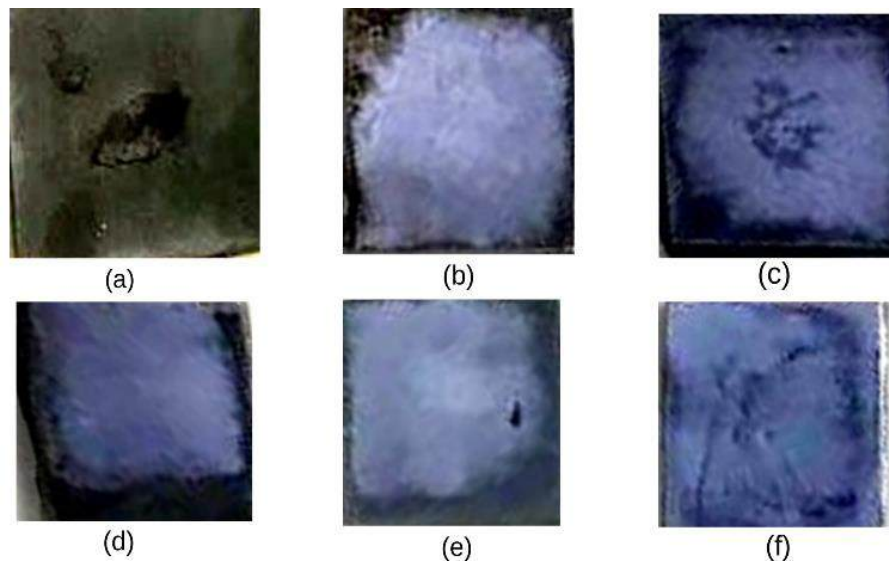
Table 6 Hasil Analisis Pengujian EIS

Nama Sampel	R_s (Ω)	R_p (Ω)	R_{ct} (Ω)	CPE (T)	CPE (P)	EI (%)
BHCL	2,313	18,59	16,277	4,7619E-6	0,78263	0
BTP	46,64	2129	2082,95	6,1555E-6	1,297	92,91%
BP3	2,932	232,5	229,568	0,00074107	0,86534	99,22%

Berdasarkan data tabel 4.4 menunjukkan bahwa penambahan inhibitor baik dengan pati atau hanya inhibitor biduri, secara signifikan meningkatkan resistansi pada transfer muatan (R_{ct}) baja dalam medium korosif HCl. Nilai R_s yang lebih tinggi pada sampel BTP menunjukkan bahwa inhibitor ini mempengaruhi resistansi larutan lebih banyak dibandingkan dengan sampel BP. Hal ini juga menunjukkan bahwa inhibitor biduri dengan tambahan pati efektif dalam menghambat laju korosi baja dengan nilai efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 99,22% yang berarti hampir seluruh proses korosi berhasil dihambat.

4.1.3 Karakteristik Permukaan Baja

Sampel baja dilakukan pengujian secara kualitatif untuk mengetahui permukaan korosi baja. Baja yang telah diamati kemudian dianalisis menggunakan software imageJ. Berikut merupakan gambar permukaan baja setelah direndam dengan dan tanpa penambahan inhibitor dengan campuran pati dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Gambar sampel baja yang terkorosi, (a) BHCl, (b) BTP, (c) BP1, (d) BP2, (e) BP3, (d) BP4

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa penambahan inhibitor menyebabkan luas korosi baja berkurang. Baja yang direndam dengan HCl tanpa inhibitor mengalami korosi yang merata. Sedangkan pada baja yang direndam menggunakan inhibitor dengan tambahan pati memiliki luas korosi yang paling kecil terutama pada sampel BP1 dengan penambahan inhibitor 10 ml dan pati 0,125 gram, sampel BP1 hanya mengalami korosi pada pinggiran baja, hal ini menunjukkan bahwa sampel BP1 menghambat laju korosi paling baik dibandingkan dengan sampel lainnya.

4.2 Pembahasan

Pembuatan ekstrak daun biduri dilakukan menggunakan metode MAE (Microwave Assisted Extraction) yaitu proses ekstraksi dengan memanfaatkan gelombang mikro. Serbuk daun biduri diekstrak menggunakan elarut etanol 70% sehingga bentuk ekstrak daun biduri berupa cairan yang digunakan sebagai inhibitor, kemudian ditambahkan 4 variasi pati pada setiap sampel inhibitor. Ekstrak daun biduri dan pati kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui gugus fungsi serta kadar tanin dan flavonoid pada ekstrak. Uji laju korosi baja lunak menggunakan metode kehilangan berat (*Weight Loss*), pengujian EIS (*Electrochemical Impedantion Spectroscopy*) dan Mikroskop Optik.

Hasil pengujian FTIR didapatkan bahwa sampel inhibitor daun biduri memiliki gugus fungsi tanin dan flavonoid, dalam pengujian didapatkan gugus hidroksil (O-H) yang terdeteksi pada 3280 cm^{-1} dan gugus karbonil (C=O) pada $1643\text{-}1644\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan tanda adanya kandungan tanin lalu ditemukan juga gugus ether (C-O-C) paa serapan 1014 cm^{-1} dan gugus hidroksil (O-H) dalam serapan $3230\text{-}3400\text{ cm}^{-1}$ yang menandakan adanya kandungan flavonoid pada inhibitor daun biduri

(Sieniaswaka,2018). Selain itu diuji juga gugus fungsi pada inhibitor daun biduri yang telah dicampur dengan pati namun tidak ditemukan perubahan signifikan dalam gugus utama inhibitor, hal ini menunjukkan bahwa pati berfungsi untuk mendukung senyawa aktif inhibitor tanpa mengubah struktur kimianya yaitu dengan mengubah viskositas inhibitor agar lebih mudah menempel pada permukaan baja yang direndam (Liu Y dan Zhang Y, 2015).

Pengujian spektrofotometri UV-Vis dilakukan untuk mengetahui kadar tanin dan flavonoid pada daun biduri. Kadar flavonoid diuji menggunakan gelombang 435 nm sedangkan kadar tanin diuji pada gelombang 725 nm lalu hasil absorbansi dimasukkan kedalam persamaan 4.1 untuk mengetahui kadar tanin dan flavonoid pada sampel. Hasil identifikasi UV-Vis menunjukkan bahwa ekstrak daun biduri memiliki kadar tanin sebesar 3,1429 mg ET/g dan kadar flavonoid 5,6814 mg EQ/g. Kadar tanin dan flavonoid ekstrak daun biduri dikategorikan tinggi jika dibandingkan dengan beberapa tanaman lain seperti daun teh hijau (Smith et al, 2018) dan daun kemangi (Kokate, 2008).

Baja lunak yang telah dipreparasi direndam selama 3, 6, 9 hari dengan pengamatan dan pengambilan data setiap 3 hari. Setelah perendaman dilakukan pengujian dengan metode *Weight Loss* untuk mengetahui efisiensi inhibitor daun biduri dan pati. Pada pengujian *Weight Loss* dihitung selisih kehilangan berat baja sebelum dan sesudah perendaman lalu dihitung laju korosi serta efisiensi inhibitor menggunakan persamaan 4.2 dan 4.3. Hasil laju korosi tertinggi yaitu pada sampel BHCl atau larutan HCl tanpa penambahan inhibitor dan pati yang memiliki laju korosi sebesar 11,926 mpy dan terendah yaitu sampel BP1 dengan laju korosi 7,320 mpy.

Efisiensi tertinggi didapatkan pada sampel BP1 yaitu sebesar 38,621 % lalu disusul BP4 dengan efisiensi 32,190 % hal ini membuktikan bahwa inhibitor dengan tambahan pati memiliki efisiensi lebih baik daripada inhibitor tanpa tambahan pati. Hal ini juga didukung dengan pengujian EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*) yang dilakukan untuk mengetahui efisiensi penambahan pati pada inhibitor serta mekanisme inhibisi pada baja. Hasil pengujian EIS menunjukkan bahwa penambahan pati berpengaruh terhadap nilai R_p , R_s serta R_{ct} , yang menunjukkan bahwa inhibitor bekerja dengan cara film forming atau membuat lapisan tipis pada permukaan baja lunak, inhibitor dengan tambahan pati menunjukkan peningkatan nilai R_s menjadi $2,932 \Omega$ yang mengindikasikan bahwa inhibitor dengan pati meningkatkan resistansi larutan. Hal ini bisa disebabkan karena viskositas inhibitor yang lebih besar (Barsoukov, 2005). Peningkatan viskositas akibat penambahan pati dalam inhibitor cenderung mengurangi mobilitas ion dalam larutan yang dapat meningkatkan R_s dan mengurangi laju transfer muatan pada baja (Pujari, 2017). Efisiensi inhibisi sampel dengan tambahan pati memiliki efisiensi sebesar 99,22% yang artinya hampir seluruh proses korosi baja berhasil terhambat, sehingga menunjukkan bahwa penambahan pati dalam inhibitor efektif dalam menghambat laju korosi.

Baja dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 2-3 kali kemudian dianalisis menggunakan software imageJ agar gambar terlihat lebih terang dan jelas. Permukaan sampel baja tanpa penambahan inhibitor (BHCl) memiliki korosi merata yang hampir menyeluruh menutupi permukaan baja. Sedangkan luas korosi pada sampel dengan inhibitor memiliki area terkorosi lebih kecil daripada sampel BHCl. Sampel dengan korosi paling sedikit yaitu pada sampel BP1, pada

gambar sampel BP1 terlihat bahwa korosi hanya terjadi dibagian tepi baja namun permukaan tengah tidak ditemukan adanya korosi. Hampir seluruh sampel baja mengalami korosi pada tepi baja hanya berbeda luas area yang terkorosi. Semakin sedikit korosi yang terbentuk menandakan bahwa laju korosi semakin rendah (Roberge, 2008). Hal ini juga mendukung hasil pengujian diatas bahwa sampel inhibitor daun biduri dengan penambahan pati terbukti efektif dalam penghambat laju korosi baja lunak.

4.3 Kajian Keislaman

Saat ini perkembangan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan berkembang dengan sangat pesat, terutama dalam bidang industri. Baja lunak merupakan material utama yang digunakan sebagai bahan baku peralatan untuk meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian ini mengkaji pembuatan inhibitor alami sebagai upaya mengurangi korosi pada baja lunak yang rentan mengalami kerusakan. Rasulullah bersabda bahwa besi merupakan bahan yang memiliki banyak manfaat bagi manusia di bumi.

عَنْ أَبِي مُوسَى الْأَشْعَرِيِّ قَالَ، قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

"إِنَّ اللَّهَ عَزَّ وَجَلَّ أَنْزَلَ أَرْبَعَ بَرَكَاتٍ مِنَ السَّمَاءِ إِلَى الْأَرْضِ: الْحَدِيدَ وَالنَّارَ وَالْمَاءَ وَالْمِلْحَ"

Artinya: "Sesungguhnya Allah Azza Wa Jalla telah menurunkan 4 keberkahan dari langit ke bumi, yaitu: besi, api, air dan garam." (HR. Al-Bazzar)

Hadist ini menjelaskan bahwa besi termasuk benda yang memiliki keberkahan dan fungsi yang luas. Dalam masa ini besi dan baja memiliki banyak manfaat yang mempengaruhi kehidupan manusia maka sepatasnya dijaga dan dilindungi agar tidak terjadi kerusakan dan korosi pada baja. Salah satu upaya menjaga dan memanfaatkan baja adalah dengan penggunaan inhibitor korosi yang berbahan alami, inhibitor dengan

bahan alami menjadi pilihan karena ramah lingkungan dan tidak merusak ekosistem.

Tanaman biduri memiliki banyak manfaat untuk manusia. Tanaman ini tersedia di alam liar dengan jumlah yang sangat berlimpah dan jarang dimanfaatkan oleh manusia, pada teknologi yang telah maju tanaman biduri telah diteliti dan dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai inhibitor. Pada penelitian ini digunakan daun biduri dan singkong sebagai bahan baku pembuatan inhibitor alami untuk menghambat korosi baja. Dalam islam manusia diberikan amanah untuk memelihara dan menjaga bumi beserta segala isinya, Manusia diharapkan menggunakan sumber daya alam dengan bijak dan tidak merusak lingkungan. Allah SWT telah menciptakan sumber daya alam agar dimanfaatkan sebaik mungkin namun dengan batasan agar tidak terjadi eksploitasi berlebihan yang mengakibatkan kerusakan pada alam (Kementerian Agama RI, 2012).

Hal ini tertulis dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah 2:205:

اللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: “Dan apabila ia berpaling dari kamu, ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya dan merusak tanaman-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kerusakan.”

Ayat ini menjelaskan bahwa perilaku merusak alam termasuk tanaman dan hewan merupakan hal yang tidak disukai oleh Allah. Karena itu, dalam penelitian ini digunakan bahan alami yaitu ekstrak tanin dan flavonoid dari daun biduri sebagai inhibitor korosi dengan tujuan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, ekstrak ini memiliki limbah yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan tidak merusak lingkungan. Selain itu dijelaskan pula pada surah Al- An'am 6 : 141 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكْلُهُ وَالرَّيُّثُونَ وَالرُّمَانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۗ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ ۗ وَلَا تُسْرِفُوا ۗ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya: “Dan Dialah yang menciptakan kebun-kebun yang berumpun dan tidak berumpun, pohon-pohon kurma dan tanaman yang beraneka ragam, ada yang serupa dan ada yang tidak serupa. Makanlah dari buah-buahannya jika dia berbuah, dan berikanlah haknya pada hari memetik hasilnya. Dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.”

Ayat ini mengajarkan keseimbangan dalam memanfaatkan sumber daya alam. Prinsip tidak berlebihan (mubazir) dalam ayat ini mencakup tindakan manusia dalam menggunakan bahan dan sumber daya. Penggunaan daun biduri dan umbi singkong memungkinkan untuk memanfaatkan sumber daya alam secara efisien tanpa mengeksploitasi berlebihan. Penelitian ini menjadi salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan korosi pada baja dengan menghambat laju korosi menggunakan inhibitor dari ekstrak daun biduri dan pati.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak daun biduri memiliki kadar flavonoid sebesar 5,6814 mg EQ/g dan kadar tanin sebesar 3,1429 mg ET/g yang menunjukkan kadar flavonoid dan tanin pada ekstrak daun biduri termasuk tinggi dibandingkan dengan beberapa ekstrak daun lainnya.
2. Penambahan pati pada inhibitor daun biduri tidak menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap gugus fungsi utama yaitu gugus hidroksil (O-H), gugus karbonil (C=O), gugus ether (C-O-C) yang merupakan pita keberadaan gugus tannin dan flavonoid. Penambahan pati hanya mendukung senyawa aktif pada inhibitor dengan meningkatkan viskositas inhibitor tanpa mengubah struktur kimianya.
3. Penambahan pati pada inhibitor ekstrak daun biduri meningkatkan efisiensi inhibisi korosi baja lunak. Sampel dengan efisiensi tertinggi yaitu BP1 dengan penambahan 0,125 g. Sedangkan efisiensi tertinggi pada pengujian weightloss yaitu sampel BP1 dihari ke 6 sebesar 41,17% dan efisiensi pada pengujian EIS tertinggi yaitu pada sampel BP3 sebesar 99,22%, Sehingga dapat disimpulkan bahwa inhibitor dengan tambahan pati efisien dalam menghambat laju korosi.
4. Baja yang direndam dengan inhibitor dengan tambahan pati menunjukkan luas area yang terkorosi lebih kecil dibandingkan dengan

5. baja yang direndam hanya dengan inhibitor. Sampel BP1 dan BP3 menunjukkan paling sedikit area yang terkorosi yaitu hanya pada tepian permukaan baja. Sampel dengan area korosi terbanyak yaitu pada sampel BHCl dengan korosi merata.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk menguji EIS semua sampel agar diketahui hasil efisiensi terbaik dari semua sampel. Selain itu dilakukan pengenceran pati terlebih dahulu dengan pelarut yang sama dan temperatur tertentu agar dihasilkan inhibitor yang memiliki viskositas lebih tinggi. Uji weight loss baiknya ditimbang setiap hari agar diketahui perubahan berat baja secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Groysman. 2010. Corrosion for Everybody. Springer Science . Business Media B.
- A.Hakim, Alfin.2011. Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasiskan Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Baja Karbon pada Lingkungan 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 % NaCl yang Mengandung GasCO₂. Departemen Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia.
- A.Ramsay and Mueller Harvey. 2015. Procyanidins from Averrhoa bilimbi fruits and leaves. Journal of Food Composition and Analysis , 16-20
- Abdullah, M. 2007. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i. Ad-Dymasyqi. Abdurohman, D. 1998. Isolasi Tanin dari Daun Kaliandra (Calliandra calothyrsus). Laporan Praktek Tidak diterbitkan. Bogor: Departemen Kimia FMIPA IPB.
- Ali, Farida, dkk. 2014. Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium guajava, Linn) sebagai Inhibitor terhadap Laju Korosi Baja SS 304 dalam Larutan Garam dan Asam. Teknik Kimia No.1, Vol. 20, Januari 2014. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Anonim. 1999. ASTM G1: Standart practice for preparing, cleaning, and evaluation corrosion test specimens. ASTM international.
- Arsyad H dan Suhardi. 2011, Studi Degradasi Material Pipa Jenis Baja ASTM A53 Akibat Kombinasi Tegangan dan Media Korosif Air Laut In-Situ dengan Metode pengujian C-Ring. FT. Universitas Hasanuddin.
- Asmarawati, Reni A Dkk. 2016. Characteristic Amylum Jackfruit Seeds Artocarpus Heterophyllus Lamk.) And In Vitro Antioxidant Activity Test. Esa Unggul University.
- Aulia, L. P., dan Widjanarko, S. B, 2018, Optimasi Proses Ekstraksi Daun Sirsak (Annona Muricata L) Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) Dengan Respon Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol. Jurnal argoindustri Halal, 4(April),79-87.
- Chaubey, N.; Singh, V. K.; Quraish, M. A.: Papaya peel extract as potential corrosion inhibitor for aluminium alloy in 1 M HCl: Electrochemical and quantum chemical study. Ain shams Engineering Journal 2016, 1-10
- Cheng, C.-R., Emori, W., Wei, K., Louis, H., Unimuke, T. O., Okonkwo, P. C., Njoku, D. I., & Okafor, P. C. (2022). Natural triterpenoids of Ganoderma 57 lucidum as new, green, and effective corrosion inhibitor for steel in acidic medium: Characterization, experimental and theoretical investigations. Journal of Adhesion Science and Technology, 36(23–24), 2708–2731.

- Cheong, W.J., et.al. 2005. Determination Of Catechin Compounds In Korea Green Tea Infusions Under Various Extraction Conditions By High Performance Liquid Chromatography. department of chemistry and institute of basic research, inhauniversity, bull. Korea chem.sec.2005.vol.26, no.5.
- Cicek, Volkan and Bayan Al-Numan. 2011. Corrosion Chemistry 1 st Edition Chapter
- Gumelar, Agung Akhmad. 2011. Studi Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Teh Rosella (Hibiscus Sabdariffa) sebagai Green Corrosion Inhibitor untuk Material Baja Karbon Rendah Di Lingkungan NaCl 3,5% pada Temperatur 50 Derajat Celcius. Depok: Teknik Metalurgidan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Gusti, D.R.; Emriadi.; Alif, A.; Efdi, M.: Corrosion nhibition of ethanol extract of cassava(Manihot esculenta) leaf on mild steel in sulfuric acid. International Journal of ChemTech Research
- Pramana, Rakhmad Indra. 2012. Studi Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea Indica Less.) SebagaiInhibitor Korosi Ramah Lingkungan Terhadap Baja Karbon Rendah Di Lingkungan 3,5% NaCl. Depok: Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik UniversitasIndonesia.
- Pratiwi, Dina, dkk. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Daun Bawang Mekah (Eleutherineamericana Merr.) dengan Metode DPPH. Traditional Medicine Journal
- Priest, D., 1992, Measuring Corrosion Rates Fast, J. Chemical Engineering, 169-172.
- Rahmi, A.; Emriadi.; Jamrun, N.; Gunawarman.: Corrosion inhibitor efficiency of mild steel inhydrochloric acid by adding Theobroma cacao peel extract. International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences 2014, 14-15.
- Redha, Abdi. 2019. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam SistemBiologis. Jurnal Belian Vol. 9 No. 2.
- Rochmat, Agus Dkk. 2019. Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang sebagai Inhibisi Korosi pada BajaMild Steel dalam Pipeline. Jurnal Integrasi Proses Vol. 8, No. 1
- Rosliza, R. and Nik, W.B. Wan. 2009. Improvement of corrosion resistance of AA6061 alloy by tapiocastarch in seawater. Current Applied Physics.
- Rosliza, R. and Nik, W.B. Wan. 2013. Anti-Corrosive Performances of Natural Products on Al-Mg-Si Alloy. International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET'2013) Dec. 25-26, 2013 Bangkok (Thailand).

- Wang, L., dan Wang, Y, 2004, Application of High Intensity Ultrasound and Surfactants in RiceStarch Isolation, Journal Food Science University of Arkansas 81:1, 140- 144.
- Whitney, E. N., Hamilton , E. M. N. dan S. R. Rolfes. 1990. Understanding Nutrition, 5th ed. West Publishing, New York.
- Y. Yan, W. Li, L. Cai, and B. Hou. 2008. Electrochemical and Quantum Chemical Study of Purines as Corrosion Inhibitors for Mild Steel in 1 M HCl Solution. *Electrochimica Acta*, vol. 53, no. 20, pp. 5953– 5960.

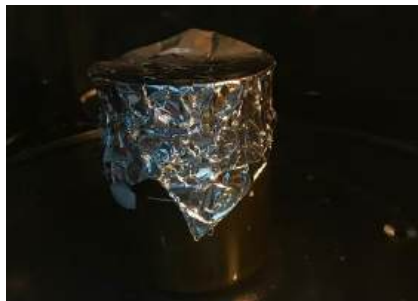
LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Prosedur Kerja Penelitian

Daun biduri dikeringkan



Serbuk daun biduri



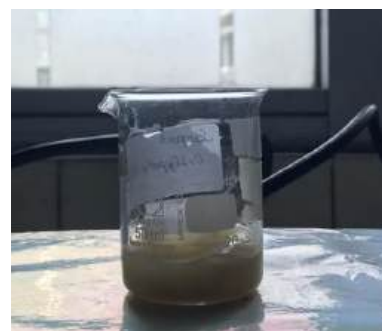
Ekstraksi dengan MAE



Penyaringan



Pembuatan pati



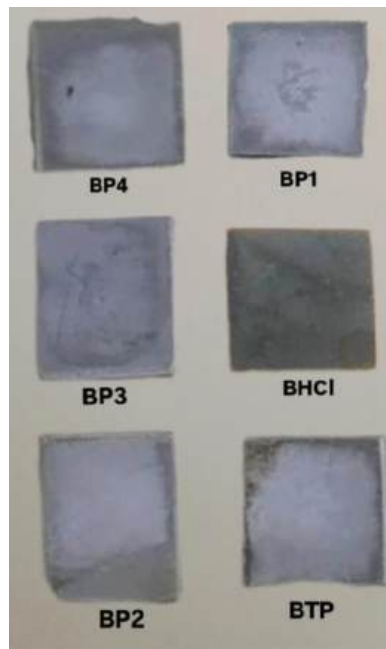
Pencampuran Inhibitor dengan pati



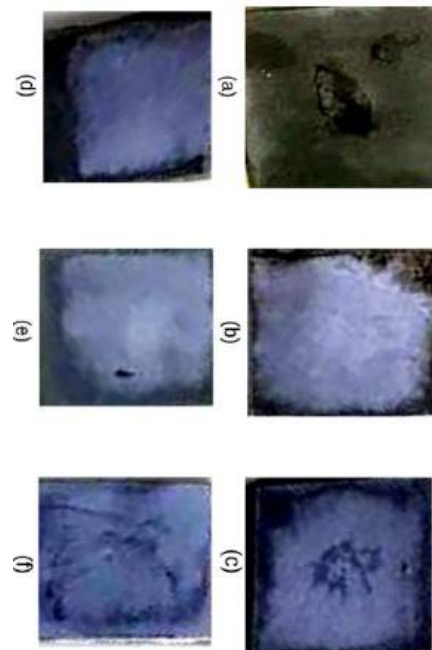
Pencucian baja sebelum perendaman



Perendaman sampel baja



Baja sebelum perendaman



Baja setelah perendaman

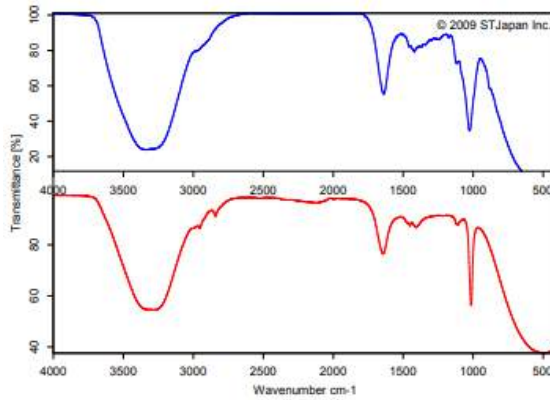


Baja sebelum dipotong

Lampiran 2. Data FTIR Tanin dan flavonoid serta campuran pati

Search Library

20/06/2024 4:41:39 PM



Compound Name	PREVENTOL D6
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Sample Preparation	ATR single bounce
Manufacturer	Lamess
Comment	Preservative
Reference	DK373/ NIC14905
Copyright	(c) 2009 Nicodrom
Entry No.	8521

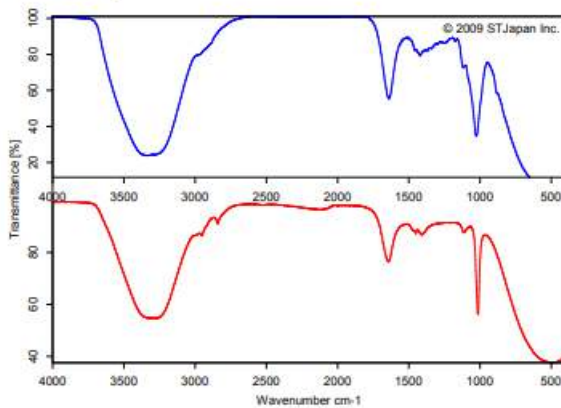
Color	Hit Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
Blue	904	PREVENTOL D6			

Color	File	Path	Spectrum Type
Red	2744 BIDURI DENGAN PATI.1	C:\Users\Public\Documents\Bruker\OPUS_7.5.18\MEAS\ANALIS\2024\02-FEBRUARI	Query Spectrum

Page 1 of 1

Search Library

20/06/2024 4:43:16 PM



Compound Name	PREVENTOL D6
Molecular Formula	
Molecular Weight	
CAS Registry Number	
Sample Preparation	ATR single bounce
Manufacturer	Lamess
Comment	Preservative
Reference	DK373/ NIC14905
Copyright	(c) 2009 Nicodrom
Entry No.	8521

Color	Hit Quality	Compound name	CAS Number	Molecular formula	Molecular weight
Blue	904	PREVENTOL D6			

Color	File	Path	Spectrum Type
Red	2743 BIDURI TANPA PATI.0	C:\Users\Public\Documents\Bruker\OPUS_7.5.18\MEAS\ANALIS\2024\02-FEBRUARI	Query Spectrum

Page 1 of 1

Lampiran 3. Data UV-Vis kadar tannin dan flavonoid

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL
MATERIA MEDICA BATU**

Jl. Labor 87 Kota Batu
Jl. Raya 228 Kejayan Kabupaten Pasuruan
Jl. Kolonel Sagomo 457 - 459 Kota Malang
Email : materiamedicabatu@jatimprov.go.id

**UPT LABORATORIUM HERBAL
MATERIA MEDICA
B A T U**

Noor : 400.7.21.4 / 2431 / 102.20 / 2024
Sifat : Biotek
Perihal : **Penelitian Batu Serbuk Pengajian**

Berikut ini kami sampaikan hasil analisa berikut ini :

1. Identitas Perolehan
Nama : Zulviani Nabil Anwar
Fakultas : UIN Malang
Alamat : Malang

2. Identitas Sampel
No. Serifikat Pengajian : 400.7.21.4 / 2431 / 102.20 / 2024
Kode sampel : 240717/P/P725
Nama sampel : Daun Hibiscus
Bentuk sampel : Serbuk

3. Hasil
Penimbangan : 1,00 mg serbuk Ekstrak Araf
Asam Polaris : Ekstrak p.a
Volume Pelarut : 10 mL
Konsentrasi Larutan Induk : 100 µg/mL

Persamaan : $Y = AX + B$
A = 0,0067
B = -0,0078
R² = 0,9955

Standar (µg/mL)	Absorbansi
5,00	0,0264
10,00	0,0508
15,00	0,1236
20,00	0,2029
25,00	0,3470
30,00	0,4642

UPT LH No.11 Tahun 2019 Pasal 3 Ayat 1
"Informasi Didukung Analisis Didukung Didukung dengan hasil analisa terapan ter hasil bahan yang ada."
"Dokumen ini tidak boleh dipergunakan secara sistematis tanpa izin tertulis dari instansi yang diterbitkan oleh."

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL
MATERIA MEDICA BATU**

Jl. Labor 87 Kota Batu
Jl. Raya 228 Kejayan Kabupaten Pasuruan
Jl. Kolonel Sagomo 457 - 459 Kota Malang
Email : materiamedicabatu@jatimprov.go.id

**UPT LABORATORIUM HERBAL
MATERIA MEDICA
B A T U**

Noor : 400.7.21.4 / 2432 / 102.20 / 2024
Sifat : Biotek
Perihal : **Penelitian Batu Serbuk Pengajian**

Berikut ini kami sampaikan hasil analisa berikut ini :

1. Identitas Perolehan
Nama : Zulviani Nabil Anwar
Fakultas : UIN Malang
Alamat : Malang

2. Identitas Sampel
No. Serifikat Pengajian : 400.7.21.4 / 2431 / 102.20 / 2024
Kode sampel : 240717/P/P725
Nama sampel : Daun Hibiscus
Bentuk sampel : Serbuk

3. Hasil
Penimbangan : 1,00 mg serbuk Quercetin
Asam Polaris : Ekstrak p.a
Volume Pelarut : 10 mL
Konsentrasi Larutan Induk : 100 µg/mL

Persamaan : $Y = AX + B$
A = 0,0064
B = 0,0034
R² = 0,9940

Standar (µg/mL)	Absorbansi
5,00	0,0277
10,00	0,0728
15,00	0,1018
20,00	0,1078
25,00	0,1130

UPT LH No.11 Tahun 2019 Pasal 3 Ayat 1
"Informasi Didukung Analisis Didukung Didukung dengan hasil analisa terapan ter hasil bahan yang ada."
"Dokumen ini tidak boleh dipergunakan secara sistematis tanpa izin tertulis dari instansi yang diterbitkan oleh."

Absorbansi : 0,0531
Total Tannin Content : 3,1429 mg EG / g

Dokumen disampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Batu, 25 Juli 2024
Kepala UPT Laboratorium Herbal
Materia Medica Batu

Absorbansi : 0,0223
Total Flavonoid Content : 5,8919 mg DQ / g

Dokumen disampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Batu, 25 Juli 2024
Kepala UPT Laboratorium Herbal
Materia Medica Batu

B. BATINA YULIANTI, MM
NIP. 1970711 2006021 002

Lampiran 4. Data uji EIS

