

**PROSES EKSTRAKSI DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*) DENGAN
METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* (MAE) SEBAGAI
PENGHAMBAT LAJU KOROSI BAJA**

SKRIPSI

Oleh:

ADI RENIE HAPPY
NIM. 19640004



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PENGAJUAN

**PROSES EKSTRAKSI DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*) DENGAN
METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* (MAE) SEBAGAI
PENGHAMBAT LAJU KOROSI BAJA**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

ADI RENIE HAPPY
NIM. 19640004

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

PROSES EKSTRAKSI DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*) DENGAN
METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* (MAE) SEBAGAI
PENGHAMBAT LAJU KOROSI BAJA

SKRIPSI

Oleh:

ADI RENIE HAPPY
NIM. 19640004

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 6 September 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dr. Umaiatus Syarifah, M.A.
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 197407302003121002

HALAMAN PENGESAHAN

PROSES EKSTRAKSI DAUN KETAPANG (*Terminalia Catappa*) DENGAN
METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE) SEBAGAI
PENGHAMBAT LAJU KOROSI BAJA

SKRIPSI

Oleh :

ADI RENIE HAPPY
NIM. 19640004

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima
Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada tanggal, 20 September 2023

Ketua Penguji	<u>Drs. Cecep Rustana, B.Sc(Hons), Ph.D</u> NIP. 19590729 198602 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. Umayyatus Syarifah, M.A.</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adi Renie Happy

NIM : 19640004

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Proses Ekstraksi Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) dengan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) Sebagai Penghambat Laju Korosi Baja

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, 4 Oktober 2023
Yang Membuat Pernyataan



Adi Renie Happy
NIM.19640004

MOTTO

“Sesempurna apapun kita merencanakan masa depan, tetap sisakan ruang untuk ridha bahwa hari esok memang diluar kehendak kita “The future’s not our to see” dan isi ruang itu dengan penuh tawakkal bahwa apapun yang terjadi di luar perencanaan kita nantinya, itu adalah ketetapan dari Allah, keinginan Allah, dan percaya sepenuhnya bahwa itulah yang terbaik dari Allah”

“Bersabarlah yang baik, maka niscaya kelapangan begitu dekat. Barangsiapa yang bergitu yakin dengan Allah, maka pasti ia tidak merasakan penderitaan. Barangsiapa yang selalu berharap padaNya, maka Allah pasti memberi pertolongan”

Imam syafi’l

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 ibu Karsiti dan Alm. Bapak mukandar yang selalu mendo'akan, mendukung, dan selalu memberi semangat. Terima kasih atas kasih sayang dan menjadi penyemangat dalam hidupku.
2. untuk keluarga besar saya yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada saya.
3. Dosen pembimbing saya ibu Dr. Erna Hastuti, M. Si dan Dr. Umaiatus Syarifah, M.A yang telah membimbing saya dengan sabar selama penulisan skripsi ini. Dan terimakasih kepada Bapak / ibu dosen yang telah membimbing dan mendampingi saya dalam menuntut ilmu di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Untuk teman-temanku yang telah memberikan dukungan dan semangat.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
6. Yang terakhir untuk diri saya sendiri, terimakasih karena mau berjuang dan bertahan sampai mampu berada dititik ini.

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 **“Proses Ekstraksi Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) Sebagai Penghambat Laju Korosi Baja”**. Sholawat serta salam senantiasa turunkan 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. Bapak ibu 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.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Sri Hariani, 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 menyelesaikan seminar hasil 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, yang telah mendukung dan memberi semangat kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam menyelesaikan seminar hasil 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 skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 21 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص البحث	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ketapang (<i>Terminalia catappa</i>)	7
2.2 Inhibitor korosi	12
2.3 Metode Microwave Assisted Extraction (MAE)	16
2.4 FTIR (Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red)	19
2.5 Spektrofotometri UV-Vis	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Jenis Penelitian	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 Alat Penelitian	24
3.3.2 Bahan Penelitian	25
3.3.3 Alat Karakterisasi	25
4.4 Prosedur Penelitian	26
4.4.1 Pembuatan ekstrak daun ketapang	26
4.4.2 Karakterisasi sampel ekstrak daun ketapang	27
4.4.3 Aplikasi sampel ekstrak daun ketapang pada uji laju korosi	28
4.5 Diagram Alir Penelitian	29
4.5.1 Diagram Alir Preparasi Sampel	29
4.5.2 Diagram Alir Proses Ekstraksi Daun Ketapang	30
4.5.3 Diagram Alir uji laju korosi baja	31
4.6 Analisa Data	32
4.6.1 Analisa Gugus Fungsi Ekstrak Daun Ketapang Menggunakan FTIR	32

3.6.2	Analisa Konsentrasi Senyawa Tanin pada Ekstrak Daun Ketapang dengan UV-Vis.....	32
3.6.3	Analisa Nilai Laju Korosi	33
3.6.4	Analisa Permukaan Baja dengan Mikroskop Optik.....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Data Hasil Penelitian	36
4.1.1	Karakterisasi Ekstrak Daun Ketapang	36
4.1.2	Uji Laju Korosi Baja.....	41
4.2	Pembahasan	45
4.3	Kajian Keislaman	49
BAB V	PENUTUP.....	52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun Ketapang (<i>Terminalia Catappa L</i>)	8
Gambar 2.2 Struktur inti tanin (Handayani, 2013)	9
Gambar 2.3 <i>Struktur gallotannis</i>	10
Gambar 2.4 struktur <i>catechin</i> (Ismarani, 2012)	11
Gambar 2.6 pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe ³⁺	16
Gambar 2.7 Perbedaan Pemanasan Konvensional dan Microwave	18
Gambar 2.8 Proses pengeluaran sampel menggunakan gelombang mikro.....	19
Gambar 2.9 Analisis Fourier-Transform Infrared (FTIR) pada ekstrak daun.....	21
Gambar 2.10 prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis.....	22
Gambar 2.11 Kurva Panjang Gelombang	23
Gambar 4.1 Plot grafik FTIR Ekstrak tanin daun ketapang.....	37
Gambar 4.2 Plot grafik panjang gelombang ekstrak daun ketapang.....	38
Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Tanin	40
Gambar 4.4 Grafik Laju Korosi Baja	43
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Korosi Baja	43
Gambar 4.6 Permukaan baja	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis Kualitatif Ekstrak Daun Ketapang	12
Tabel 2.2 Senyawa utama daun ketapang yang berpengaruh sebagai inhibitor....	13
Tabel 2.3 Identifikasi Gugus Fungsi	21
Tabel 3.1 Rancangan Perlakuan	26
Tabel 3.2 Keterangan Kode Sampel Baja Terhadap Perlakuan Uji	28
Tabel 3.3 rencana tabel data analisa FTIR	32
Tabel 3.4 Rencana analisa data spektrofotometri UV-Vis.....	33
Tabel 3.5 Rencana Analisa Data Pengujian Nilai Laju Korosi	34
Tabel 4.1 Gugus fungsi ekstraksi daun ketapang dengan metode MAE.....	37
Tabel 4.2 panjang gelombang senyawa pada ekstrak daun ketapang	39
Tabel 4.2 Tabel hasil konsentrasi Tanin dengan spektrofotometri UV-Vis.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar prosedur kerja selama penelitian	61
Lampiran 2. Data FTIR	63
Lampiran 3. Data dan perhitungan UV-Vis	65
Lampiran 4. Uji Mikroskop optik dan imagej.....	69

ABSTRAK

Happy, Adi Renie. 2023. **Proses Ekstraksi Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) Sebagai Pemngambat Laju Korosi Baja**. 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. Umairatus Syarifah, M.A.

Kata Kunci : Ekstraksi, *microwave assisted extraction*, inhibitor korosi, *Terminalia catappa*

Ketapang merupakan tumbuhan yang umumnya belum dimanfaatkan secara optimal, padahal daun ketapang memiliki kandungan senyawa tanin dominan sebesar 11-23 %. Tanin merupakan senyawa kompleks yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi. Tanin dapat diperoleh dengan metode MAE (*microwave assisted extraction*) yaitu energi yang memanfaatkan gelombang mikro. Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi metode MAE dengan variasi waktu 1,3,5,7,9, dan 11 menit untuk memperoleh ekstrak daun ketapang dengan kadar tanin yang optimal. Ekstrak daun dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi senyawa tanin dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kadar tanin. Aplikasi inhibitor korosi pada baja SS400 dilakukan dengan merendam baja pada HCl yang ditambahkan ekstrak daun ketapang (larutan korosif) selama 15 hari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan ekstrak daun ketapang mengandung tanin pada analisa FTIR dan memiliki kandungan tanin tertinggi pada sampel tanin dengan ekstraksi 7 menit sebesar 40,7087 ppm. Adapun pada uji laju korosi dan efisiensi menunjukkan baja dengan nilai laju korosi terendah yaitu pada sampel BT7 sebesar 0,752 mm/y dan efisiensi tertinggi pada sampel BT7 sebesar 92,687%. Permukaan baja diamati menggunakan mikroskop optik dan dianalisa dengan software imagej menghasilkan sampel dengan korosi paling sedikit pada sampel BT7.

ABSTRACT

Happy, Adi Renie. 2023. **Extraction Process of Ketapang Leaves (*Terminalia catappa*) Using the Microwave Assisted Extraction (MAE) Method as an Inhibitor of Steel Corrosion Rate**. Thesis. Physics Study Program. Faculty of Science and Technology. University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I) Dr. Erna Hastuti, M.Si. (II) Dr. Umayatus Syarifah, M.A

Keyword : Extraction, microwave assisted extraction, inhibitor corrosion, Terminalia catappa

Ketapang is a plant that generally has not been used optimally, even though ketapang leaves contain a dominant tannin compound of 11-23%. Tannins are complex compounds that can be used as corrosion inhibitors. Tannins can be obtained by the MAE (microwave assisted extraction) method, which is energy that utilizes microwaves. In this research, the extraction process of the MAE method was carried out with time variations of 1,3,5,7,9 and 11 minutes to obtain ketapang leaf extract with optimal tannin content. Leaf extracts were characterized using FTIR to determine the functional groups of tannin compounds and were characterized with a UV-Vis spectrophotometer to determine tannin content. Corrosion inhibitor application on SS400 steel was carried out by immersing the steel in HCl added with ketapang leaf extract (corrosive solution) for 15 days. The results of this study indicate that the content of ketapang leaf extract contains tannin in FTIR analysis and has the highest tannin content in the tannin sample with 7 minute extraction of 40.7087 ppm. As for the corrosion rate and efficiency tests, it showed that the steel with the lowest corrosion rate value was in the BT7 sample of 0.752 mm/y and the highest efficiency was in the BT7 sample of 92.687%. The steel surface was observed using an optical microscope and analyzed with imagej software to produce samples with the least corrosion in the BT7 sample.

ملخص البحث

حايي، عدي ريني. 2023. عملية استخراج أوراق الكتافا (*Terminalia catappa*) بطريقة الاستخراج بمساعدة الميكروويف (MAE) كمثبط لمعدل تآكل الصلب. البحث العلمي. قسم الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفة (1) الدكتورة ارنا هاستوتي، الماجستير (2) الدكتورة أمياتوس شريفة، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: الاستخراج، الاستخراج بمساعدة الميكروويف، مثبطات التآكل، *Terminalia catappa*

الكتافا هو أحد النباتات التي تحتوي على مركبات التانين بنسبة 11-23% ويمكن استخدامها كمثبط للتآكل. يمكن الحصول على العفص بطريقة الاستخراج بمساعدة الميكروويف (MAE)، في هذا البحث تم تنفيذ عملية استخراج طريقة MAE مع اختلافات زمنية تبلغ 1 و 3 و 5 و 7 و 9 و 11 دقيقة للحصول على مستخلص أوراق الكتافا بمستويات التانين المثلى. أظهرت نتائج مستخلص أوراق الكتافا الذي تم اختياره باستخدام مقياس الطيف الضوئي FTIR و UV-Vis وجود مجموعات وظيفية من مركبات التانين مع عدة تركيبات مطبقة كمثبطات للتآكل. يتم تطبيق مثبطات التآكل على صلب SS400 عن طريق نقع الصلب على HCl مع إضافة مستخلص أوراق الكتافا لمدة 15 يوما. أظهرت اختبارات معدل التآكل وكفاءة المثبطات أن الصلب بأقل قيمة لمعدل التآكل في عينات BT7 تبلغ 0.752 mm/y وكفاءة 92.687%. تمت ملاحظة السطح الصلب باستخدام مجهر بصري وتحليله باستخدام برنامج الصور لإنتاج عينات بأقل تآكل في عينات BT7.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman ketapang (*Terminalia Catappa L*) merupakan jenis tanaman tersebar luas di seluruh daerah Asia Tenggara termasuk negara Indonesia terutama di pulau Jawa (Widjaja, 2020). Tanaman ketapang banyak dijumpai di tepi jalan dan daerah pantai karena bentuk daun yang rimbun sehingga dimanfaatkan sebagai peneduh (Ariyanto, 2018). Tanaman ketapang di Indonesia belum banyak dimanfaatkan secara optimal, bahkan sebagian besar daun ketapang dibiarkan berguguran sehingga lingkungan menjadi kotor. Padahal banyak senyawa yang terkandung pada daun ketapang seperti lemak, protein, dan senyawa aktif (flavonoid, saponin, alkaloid, fenolik, tanin) (Gani & Pw, 2017). Dari beberapa senyawa aktif yang terkandung pada daun ketapang, senyawa tanin lebih dominan yaitu sebesar 11-23%. Senyawa tanin yang diolah dengan benar akan meningkatkan nilai ekonomis (Irawati & Prastica, n.d.).

Dalam Q.S As-Syu'ara' [26]: 7 dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan tumbuh-tumbuhan yang banyak memberi manfaat

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ

Artinya : *“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?” (Q.S Asy-Syuara [26] : 7).*

Pada Q.S Asy syuara' [26] : 7, menurut tafsir Al-Qurthubi ada tiga kata yang ditekankan yaitu يَرَوْا yang artinya memperhatikan, زَوْجٍ yang artinya tumbuh – tumbuhan dan karim artinya baik dan mulia. Dalam ayat tersebut menjelaskan

bahwa manusia diperintahkan untuk memperhatikan tumbuh-tumbuhan yang baik dan mulia yang telah Allah tumbuhkan dimuka bumi ini. Tumbuh-tumbuhan baik dapat diartikan tumbuhan yang memiliki berbagai manfaat di dalamnya (Al-Qurthubi, 2009). Allah mengajak manusia untuk belajar dari alam untuk memperhatikan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik dan membawa banyak manfaat bagi manusia (Kementrian Agama RI, 2012). Pada tumbuhan daun ketapang mempunyai kandungan senyawa yang dapat dimanfaatkan salah satunya yaitu senyawa tanin. Tanin merupakan senyawa kompleks dengan berat molekul antara 500-3000. Tanin dapat dimanfaatkan berbagai macam aplikasi potensial seperti antioksidan, perlindungan jamur pada kayu, antibakteri, zat pewarna dan inhibitor korosi (Das et al., 2020)

Penggunaan inhibitor korosi sangat penting karena dapat menghambat peristiwa korosi baja yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik (Tri Reksa et al., 2018). Inhibitor anorganik memiliki kelemahan yaitu tidak ramah lingkungan, bersifat toksik dan harganya mahal. Oleh karena itu, dikembangkan inhibitor organik yang aman, bersifat biodegradabel, biaya murah, bersifat non-toksik dan ramah lingkungan (Samosir & Oko, 2023). Inhibitor organik diperoleh dari ekstrak bahan alam yang mengandung senyawa yang dapat menghambat laju korosi. Salah satu senyawa yang dapat menghambat laju korosi yang terkandung pada daun ketapang yaitu senyawa tanin karena sifatnya yang dapat membentuk kompleks dengan ion-ion logam. Terbentuknya tanin dan ion-ion logam khususnya besi (Fe) mampu menghambat laju korosi (Xu et al., 2019). Penelitian tentang inhibitor organik dari ekstrak daun telah dilakukan. Yona et al (2020) melakukan penelitian

tentang laju korosi baja dalam medium asam klorida menggunakan ekstrak daun teh diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 74,32% yang direndam selama 6 hari. Rondang et al (2015) melakukan penelitian tentang inhibitor korosi dari ekstrak daun jambu biji dalam medium asam diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 90,05%. Penelitian Tambun et al (2015) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar senyawa tanin maka efisiensi inhibisinya semakin tinggi.

Senyawa tanin dapat diperoleh melalui berbagai macam metode ekstraksi, yaitu metode konvensional seperti maserasi dan soxhletasi. Namun metode konvensional memiliki beberapa kelemahan yaitu dibutuhkan massa sampel dan pelarut yang banyak serta waktu ekstraksi lebih lama sehingga kurang efisien (Rizki et al., 2022). Oleh karena itu, dikembangkan metode ekstraksi modern yaitu *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dan *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) (Daniswara et al., 2017). Metode *microwave Assisted Extraction* (MAE) merupakan suatu metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang mikro dengan frekuensi 0,3-300 GHz dalam bentuk radiasi non-ionisasi elektromagnetik (Delazar et al., 2012). Metode ekstraksi dengan microwave mempunyai keunggulan antara lain waktu ekstraksi yang dibutuhkan lebih cepat, mudah dalam penggunaan alat, penggunaan pelarut yang lebih sedikit, serta akurasi dan presisi lebih tinggi (Chémat & Cravotto, 2013). Florentina (2017) Mengekstrak daun pinus dengan metode MAE dan diperoleh senyawa tanin sebanyak 19,429 mg/L. selain itu, penelitian menggunakan metode MAE pada daun salam selama 8 menit menghasilkan senyawa tanin total 79,68 mg/L (Lamadi et al., 2022). Farid dkk (2015) melakukan perbandingan metode ekstraksi pada daun sirsak menggunakan

MAE, UAE, dan konvensional diperoleh metode terbaik yaitu metode MAE selama 1 menit dengan senyawa tanin sebesar 32,65 mg/L.

Beberapa penelitian mengenai proses ekstraksi daun ketapang sudah pernah dilakukan, salah satunya ekstraksi daun ketapang dengan metode maserasi selama 6 hari dan menghasilkan senyawa tanin dengan konsentrasi 12,01 mg/L (Eriani, 2017). Akan tetapi metode tersebut masih konvensional dan kurang optimal, maka pada penelitian ini mengembangkan metode ekstraksi pada daun ketapang menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Berdasarkan penelitian terdahulu, ekstraksi tanin daun ketapang dengan metode microwave dilakukan dengan dengan variasi waktu (1, 3, 5, 7, 9, dan 11 menit) yang bertujuan memperoleh kadar tanin yang lebih optimal. Hasil ekstraksi tanin selanjutnya dianalisis secara kualitatif dengan karakterisasi FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi senyawa tanin. Kemudian, menggunakan karakterisasi UV-Vis untuk mengetahui konsentrasi tanin yang terekstrak. Selanjutnya ekstrak daun ketapang diaplikasikan sebagai penghambat laju korosi pada baja dengan peredaman untuk mengetahui nilai laju korosi yang dihitung dengan metode kehilangan berat (*Weight Loss*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana gugus fungsi senyawa tanin daun ketapang yang diekstraksi dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) ?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu ekstraksi metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) terhadap konsentrasi tanin daun ketapang?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak tanin daun ketapang sebagai penghambat laju korosi baja?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui gugus fungsi senyawa tanin daun ketapang yang diekstraksi dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) menggunakan karakterisasi FTIR
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu ekstraksi MAE terhadap konsentrasi tanin daun ketapang yang di karakterisasi dengan spektrofotometri UV-Vis
3. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak tanin daun ketapang sebagai penghambat laju korosi baja dengan parameter uji laju korosi menggunakan metode kehilangan berat (*Weight Loss*)

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kandungan tanin diperoleh dari daun ketapang kota Malang
2. Proses ekstraksi menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

3. Pelarut yang digunakan adalah aquades
4. Proses ekstraksi dan ketapang dilakukan pada daya microwave 100 W
5. Karakterisasi menggunakan uji FTIR dan spektrofotometer UV-Vis
6. Sampel baja yang digunakan adalah baja SS400
7. Material baja dianggap homogen dan bebas cacat

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan nilai mutu dari daun ketapang yang belum dimanfaatkan secara optimal
2. Memberikan informasi kepada mahasiswa dan masyarakat bahwa ekstrak tanin daun ketapang dapat dimanfaatkan sebagai penghambat laju korosi
3. Memberikan informasi perbedaan waktu metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) untuk memperoleh kadar ekstrak tanin daun ketapang yang optimal

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketapang (*Terminalia catappa*)

Terminalia catappa L. merupakan tumbuhan yang tersebar luas di daerah pantai. Tanaman ini berasal dari daerah tropis di India, kemudian menyebar ke Asia Tenggara. Di Indonesia tumbuhan ketapang sering kali dijumpai di pinggir-pinggir jalan sebagai pohon hias dan peneduh (Nopitasari, 2004). *Terminalia catappa* L. biasa disebut sebagai “katapiang” oleh bahasa Minang. Ketapang adalah tanaman serbaguna dari akar, batang, daun dan buah (Hevira et al., 2015)

Menurut Tjitrosoepomo (2002), klasifikasi tanaman ketapang tersusun dalam sistematika sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Ordo : Myrtales

Family : Combretaceae

Genus : *Terminalia*

Species : *Terminalia catappa*

Tumbuhan *Terminalia catappa* L. memiliki batang bertajuk rindang dengan cabang-cabang yang tumbuh mendatar dan bertingkat-tingkat. Sebagian besar daun berjejaran di ranting. Helaian daun berbentuk bulat telur terbalik dengan panjang 8-38 cm dan lebar 5-19 cm, dengan ujung lebar dan pangkal yang menyempit, helaian

di pangkal berbentuk jantung, dibagian sisi bawah pangkal daun terdapat kelenjar di kiri-kanan ibu tulang daun, permukaan atas licin dan bagian bawah berambut halus. Bunga berukuran kecil, terkumpul dalam bulir dekat ujung ranting yang memiliki panjang 4-8 cm. Buah berbentuk bulat telur gepeng, bersegi atau bersayap sempit (Skunda, 2020). Pohon *Terminalia catappa* L. memiliki tinggi mencapai 40 m dengan batangnya berwarna abu-abu sampai abu-abu kecoklatan. Batangnya memiliki lima lobed dan memiliki bau tidak sedap. Daun memiliki ujung yang berbentuk bulat tumpul, mengkilap, kasar, dan berwarna hijau tua yang kemudian akan berubah menjadi kuning dan merah ketika akan gugur (Perdana et al., 2021).

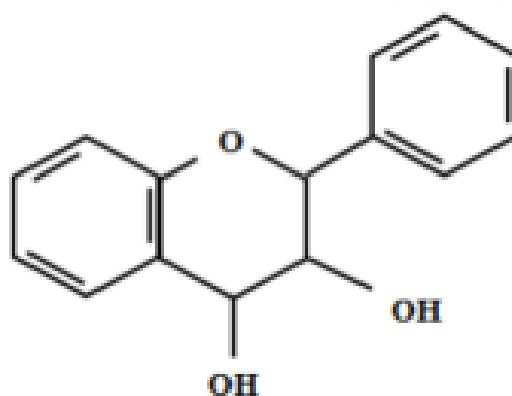


Gambar 2.1 Daun Ketapang (*Terminalia Catappa* L)

Kandungan pada daun ketapang yaitu lemak 51,8%, protein 23,8%, dan senyawa aktif (flavonoid, saponin, alkaloid, fenolik, tanin) (Gani & Pw, 2017). Dari beberapa senyawa polifenol yang terkandung pada daun ketapang, senyawa tanin lebih dominan yaitu sebesar 11-23% (Dwiguna, 2021)

Tanin adalah senyawa fenolik kompleks dengan berat molekul 500-3000. Tanin mempunyai struktur kimia (Anam, 2020). Tanin merupakan komponen yang banyak ditemukan di tanaman, seperti daun, batang, buah yang belum matang, kulit kayu dan juga lebih banyak terdapat pada tumbuhan dikotil daripada monokotil.

Tanin membentuk warna kehitaman dengan beberapa ion logam misalnya ion besi, kalsium, tembaga dan magnesium. Senyawa tanin terdiri dari katekin, luekoantioasin dan asam galat, asam kafeat dan klorogenat serta ester dari asam asam tersebut yaitu 3-galloilepikatekin, fenilkafeate dan sebagainya. Senyawa tanin tidak larut dalam pelarut non polar, seperti eter, kloroform dan benzena tetapi mudah larut dalam air, dioksan, aseton, dan alkohol serta sedikit larut dalam etil asetat (Handayani, 2013). Struktur inti tanin dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



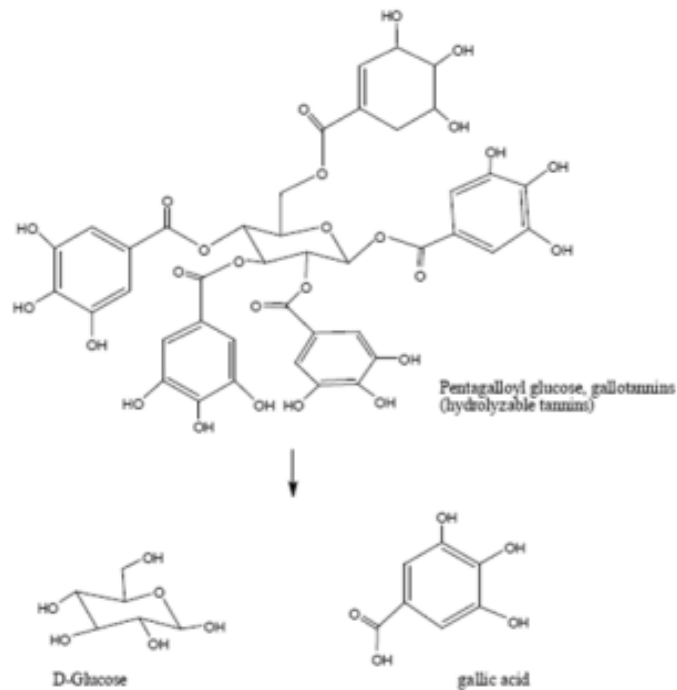
Gambar 2.2 Struktur inti tanin (Handayani, 2013)

Tanin dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi (Murni Yuniwati et al., 2019).

a. Tanin terhidrolisis

Tanin terhidrolisis merupakan tanin dengan struktur molekul yang di tengah-tengahnya memiliki gugus karbohidrat (biasanya D-glukosa), yaitu hidroksil dari karbohidrat atau *phenolic esterified* seperti asam gallat (dalam gallotanins) atau asam ellagat (dalam ellagitanins). Tanin yang dihidrolisis oleh asam lemah atau basa lemah menghasilkan karbohidrat dan asam phenolik. Contoh gallotanins adalah ester asam 8 *gallic* glukosa dalam asam

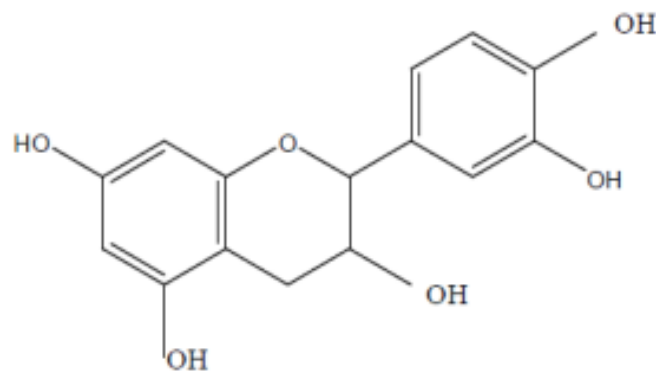
tannic ($C_{76}H_{52}O_{46}$), ditemukan dalam daun dan kulit di banyak spesies tanaman (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Struktur *gallotannis* (Ismarani, 2012)

b. Tanin terkondensasi

Tanin terkondensasi (*condensed tanin*) merupakan golongan metabolit tanaman sekunder yang dapat ditemukan pada beberapa tanaman hijau dengan ikatan karbon-karbon berupa *catechin* dan *gallocatechin* (Patra & Saxena, 2010). Tanin yang berasal dari hijau (*leguminosa*) umumnya membentuk tanin terkondensasi dan mempunyai ikatan kompleks dengan protein yang lebih kuat (Hidayah, 2016). Modifikasi tanin selama ini berperan penting dalam pengawetan kayu, adsorben logam berat, obat-obatan dan antimikroba (Ismarani, 2012). Struktur dari tanin terkondensasi dapat dilihat pada (Gambar 2.4):



Flavan-3-ols (catechin)

Gambar 2.4 struktur *catechin* (Ismarani, 2012)

Berikut ini adalah sifat fisika dan kimia dari tanin (Ismarani, 2012) :

a. Sifat fisika tanin

1. Pada umumnya tanin memiliki berat molekul yang besar dan cenderung mudah teroksidasi menjadi polimer, dan kebanyakan tanin bersifat amorf dan tidak memiliki titik leleh
2. Tanin berwarna putih kekuningan sampai coklat muda, tergantung dari sumber taninnya
3. Tanin berbentuk bubuk atau berlapis seperti kulit kerang yang berbau khas dan mempunyai rasa sepat
4. Warna tanin akan menggelap jika terkena sinar matahari langsung atau dibiarkan di luar ruangan
5. Tanin memiliki sifat atau kekuatan bakteristatik (senyawa anti bakteri) dan fungistatik (senyawa anti jamur)

b. Sifat kimia tanin

1. Sifat umum tanin yaitu memiliki gugus fenolik dan bersifat koloid

2. Memiliki kelarutan yang tinggi, dan ketika dilarutkan dalam air panas, kelarutannya meningkat. Demikian pula, tanin larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton, dan pelarut organik lainnya,
3. Bila dipanaskan sampai suhu 210 – 215 (98,89 – 101,67), tanin akan terurai menjadi pyrogallol, phloroglucinol dan pyrocatechol
4. Tanin dihidrolisis oleh asam, basa dan enzim
5. Ikatan kimia yang terjadi antara protein tanin atau polimer lainnya terdiri dari ikatan hidrogen, ionik dan kovalen.

2.2 Inhibitor korosi

Senyawa pada daun ketapang khususnya tanin dapat diaplikasikan sebagai inhibitor korosi, perlindungan jamur pada kayu, sebagai antioksidan, antibakteri (Anam, 2020). Kandungan daun ketapang setelah diekstrak yang dapat diaplikasikan sebagai inhibitor korosi, pada hasil uji fitokimia menunjukkan senyawa yang paling tinggi adalah tanin, saponin jumlah sedang sedangkan steroid dan alkaloid dalam jumlah normal seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1 (Ihuma et al., 2021)

Tabel 2.1 Analisis Kualitatif Ekstrak Daun Ketapang

Phytochemical constituents	Degree of occurrence
Alkaloids	+
Tannins	+++
Steroids	+
Resins	-
Saponins	++

Keys: +++ = Strongly present; ++ = moderately present; + = Present; - = absent

Skринing fitokimia senyawa utama pada daun ketapang yang berpengaruh sebagai inhibitor korosi adalah sebagai berikut (Triana, 2016) :

Tabel 2.2 Senyawa utama daun ketapang yang berpengaruh sebagai inhibitor korosi

Senyawa	Keampuan inhibitor korosi	referensi
Tanin	95%	(Guedes et al., 2019)
Alkaloid	51,70%	(Alexander, n.d.)
Saponin	76,6%	(Touhami et al., 2000)
Steroid atau Triperpenoid	83,1%	(Cheng et al., 2022)

Berdasarkan penelitian terdahulu tanin memiliki kemampuan inhibitor korosi sebesar 95% lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain. Maka pada penelitian kali ini ekstrak daun ketapang akan digunakan sebagai penghambat laju korosi dengan menghitung konsentrasi senyawa tanin, dimana semakin besar konsentrasi tanin semakin besar pengaruh inhibitor korosi. Korosi adalah gejala penurunan kualitas permukaan material, yang prosesnya berlangsung lambat. Korosi harus segera ditangani karena jika tidak menimbulkan masalah seperti kerugian finansial dan keamanan. Masalah korosi memerlukan perhatian yang serius mengingat dua pertiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan tingkat curah hujan dan konsentrasi klorida yang tinggi, dimana lingkungan ini dikenal sebagai lingkungan yang korosif (Nugroho et al., 2017).

Korosi disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor yang disebabkan oleh benda logam itu sendiri dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut dapat berupa polusi udara, kelembaban, interaksi logam dengan zat korosif, dan lain-lain (Widiyana, 2020). Ada beberapa cara untuk memperlambat laju korosi yaitu pelapisan, proteksi anodik atau katodik dan penambahan inhibitor. Diantara berbagai cara pengendalian laju korosi, penggunaan inhibitor merupakan cara yang paling populer karena terbukti praktis, ekonomis dan efektif dalam mencegah korosi (Widiyana, 2020).

Proses terjadinya korosi merupakan proses elektrokimia reaksi redoks (reduksi oksidasi), dimana logam akan mengalami reaksi oksidasi sedangkan oksigen mengalami reaksi reduksi. Oksida besi (karat) dapat mengelupas, secara bertahap dapat menimbulkan korosi pada permukaan yang baru saja terbuka atau terkelupas. Pada korosi besi, bagian tertentu dari besi bertindak sebagai anoda dimana besi teroksidasi.

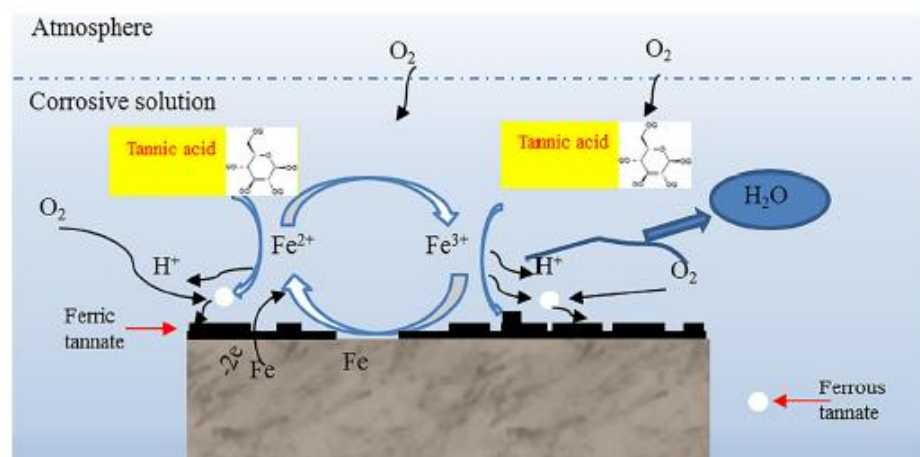
Elektron yang dilepaskan dalam oksidasi mengalir ke bagian lain untuk mereduksi oksigen. Ion besi (II) yang terbentuk pada anoda akan teroksidasi membentuk besi (III) yang kemudian membentuk senyawa oksida terhidrasi yakni x yang biasa disebut karat (Haruna et al., 2018).

Inhibitor korosi berdasarkan sumbernya dibagi menjadi inhibitor organik dan anorganik. Pemilihan inhibitor tidak hanya bergantung pada kemampuannya untuk mencegah korosi secara efektif, tetapi juga pada aspek toksisitas, terutama bila digunakan dalam industri makanan, dan dampak lingkungannya. Pada umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus elektron pasangan bebas seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin dan senyawa amina. Penggunaan inhibitor dengan senyawa kimia tersebut kurang efektif karena relatif mahal, mengandung bahan kimia berbahaya dan tidak ramah lingkungan (Widiyana, 2020). Mengingat biaya tinggi dan toksisitas tinggi dari bahan kimia sintetik, pengembangan alternatif sumber inhibitor organik yang murah dan ramah lingkungan dari ekstrak bahan alami sangat dianjurkan (Kayadoe et al., 2015).

Inhibitor organik bekerja dengan membentuk senyawa kompleks yang mengendap (adsorpsi) ke permukaan logam sebagai lapisan pelindung hidrofobik

yang dapat mencegah logam bereaksi dengan lingkungannya. Reaksi dapat bersifat anodik dan katodik atau keduanya. Inhibitor organik dapat menetralkan dan mengadsorbsi bagian korosif tersebut (Utomo, 2015). Baja yang dilindungi dengan penambahan inhibitor menjadi baja yang lebih tahan korosi, memperpanjang umur baja dan mengurangi biaya pemeliharaan terhadap korosi baja (Widiyana, 2020). Jika tidak ditambahkan inhibitor maka baja akan bersentuhan langsung dengan lingkungan korosif, sehingga proses oksidasi pada baja akan berlangsung lebih cepat.

Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi. Proses ini untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak nampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang nampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, mekanisme inhibitor anodik dalam mempertahankan lapisan dapat dilihat pada Gambar 2.5 (Siyao, 2022).



Gambar 2.5 Mekanisme Tanin sebagai inhibitor korosi

Tanin terdapat gugus fungsi hidroksil yang melekat pada cincin aromatik sehingga tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan dan kemudian

kompleks tersebut berubah menjadi kompleks fe-tannat karena adanya oksigen. Senyawa inilah yang akan menghambat proses oksidasi, karena senyawa kompleks tersebut akan membentuk lapisan pelindung tipis yang bersifat hidrofobik.



Gambar 2.6 pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe^{3+} (Xu et al., 2019)

Pada gambar 2.6 menunjukkan tanin banyak mengandung gugus hidroksil (-OH) yang berpotensi sebagai penghambat laju korosi atau inhibitor korosi. Tanin akan membentuk senyawa kompleks dengan ion besi menjadi Fe-tannat. Fe-tannat akan membentuk ikatan kovalen koordinasi yang merupakan lapisan tipis untuk mencegah kontak langsung antara logam dengan lingkungannya.

2.3 Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

Ekstraksi merupakan salah satu metode pemisahan dua atau lebih komponen dengan menambahkan suatu pelarut yang tepat. Pelarut yang umum dipakai adalah air dan pelarut organik lain seperti kloroform, eter, dan alkohol. Pemisahan secara ekstraksi ada dua macam yaitu ekstraksi padat-cair dan ekstraksi cair-cair atau dikenal sebagai ekstraksi pelarut. Metode ekstraksi yang digunakan untuk mengisolasi suatu senyawa dari bahan alam tergantung pada tekstur, kandungan senyawa, dan sifat senyawa yang diisolasi (Setyawati & Daryanti, 2020).

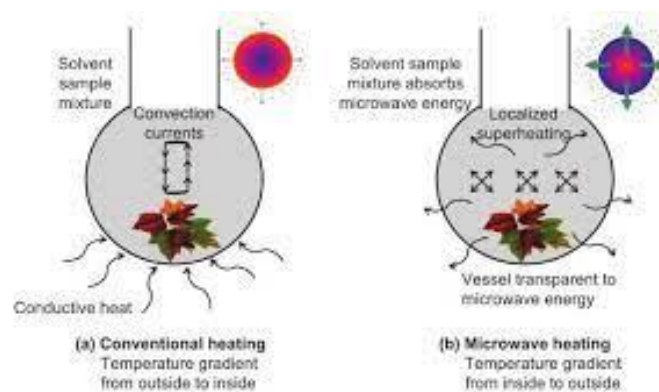
Banyak metode yang digunakan untuk ekstraksi khususnya dari daun ketapang seperti ekstraksi berbantuan gelombang mikro (MAE), ekstraksi berbantuan ultrasonik, ekstraksi berbantuan enzim, dan beberapa metode konvensional seperti maserasi dan ekstraksi soxhlet. Salah satu metode ekstraksi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode microwave. MAE merupakan metode ekstraksi yang efektif dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional (Li et al., 2017). MAE memiliki beberapa kelebihan diantaranya kontrol suhu yang lebih baik, waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan pelarut yang lebih sedikit, serta akurasi dan presisi yang lebih tinggi (Aulia, 2018)

MAE (Microwave Assisted Extraction) atau ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro merupakan proses ekstraksi yang memanfaatkan energi yang ditimbulkan oleh gelombang mikro dengan frekuensi 0.3-300 GHz dalam bentuk radiasi non-ionisasi elektromagnetik (Delazar et al., 2012). Radiasi gelombang mikro berfungsi untuk memanaskan pelarut secara cepat dan efisien, pemanasan terjadi pada seluruh bagian bahan atau larutan reaksi, tanpa melibatkan wadah sehingga mempercepat terjadi pemanasan yang merata dan tercapainya reaksi yang baik (Aulia, 2018). Gelombang mikro dari microwave yang diserap oleh bahan dapat meningkatkan suhu larutan ekstrak.

Prinsip metode MAE didasarkan pada efek langsung gelombang mikro pada molekul material. Transformasi energi elektromagnetik menjadi energi panas terjadi oleh dua mekanisme, yaitu konduksi ionik dan rotasi dipol, baik dalam pelarut dan sampel. Pada banyak aplikasi, kedua mekanisme ini berlangsung secara bersamaan karena efektif mengubah energi gelombang mikro menjadi energi panas

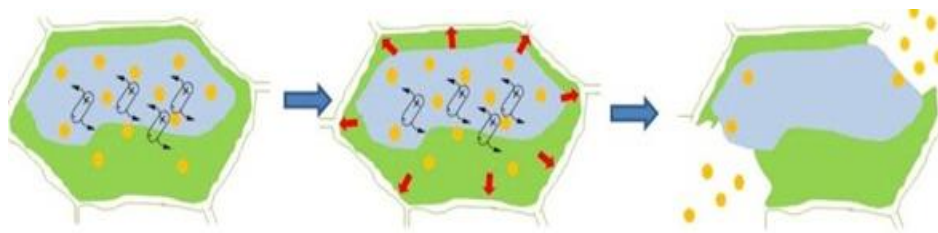
(Zahar et al., 2021). Semakin besar intensitas gelombang mikro yang diberikan menghasilkan panas yang lebih besar sehingga pada bahan menyebabkan suhu meningkat. Meningkatnya suhu menyebabkan penurunan viskositas dan tegangan permukaan sedangkan kemampuan pelarut dalam melarutkan bahan menjadi semakin baik. Namun, penggunaan daya microwave yang terlalu besar menyebabkan suhu larutan menjadi terlalu tinggi mendekati titik didih pelarut sehingga akan ada pelarut yang menguap (Iriany et al., 2017).

Metode MAE berbeda dengan metode ekstraksi konvensional. Pada metode ekstraksi konvensional, panas menembus perlahan dari luar ke dalam suatu bahan, sedangkan dalam metode MAE, pemanasan muncul tepat di inti bahan yang sedang dipanaskan dan panas menyebar dari dalam ke luar bahan tersebut (Zahar et al., 2021). Perbedaan proses pemanasan pada metode ekstraksi konvensional dengan metode MAE ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.7 Perbedaan Pemanasan pada Ekstraksi Konvensional dan Microwave (Rostagno, 2013)

Proses pengeluaran bioaktif sampel menggunakan gelombang mikro yaitu sampel berotasi dibawah radiasi gelombang mikro selanjutnya terjadi peningkatan suhu dan tekanan yang cepat di dalam sel yang mengakibatkan sel pecah dan melepaskan molekul seperti pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Proses pengeluaran bioaktif sampel menggunakan gelombang mikro (Li et al., 2013)

Metode ekstraksi MAE yang digunakan untuk ekstraksi pada daun ketapang dapat dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi senyawa tanin dan dikarakterisasi dengan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui nilai konsentrasi senyawa tanin.

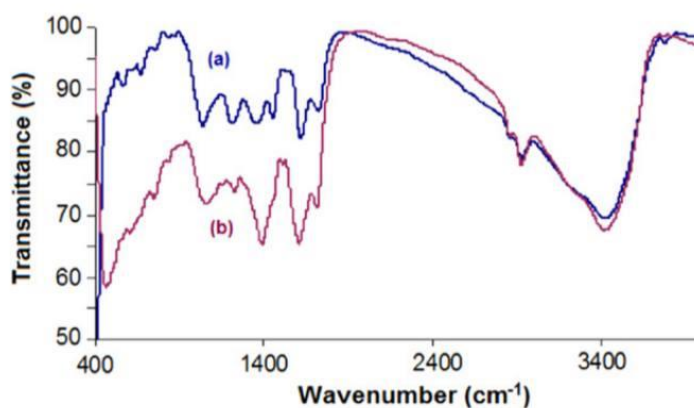
2.4 FTIR (*Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red*)

Ekstraksi daun ketapang yang dihasilkan dapat dikarakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transformed Infrared* (FTIR), merupakan salah satu alat atau instrument yang dapat digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel. Daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik dimulai dari panjang gelombang 14000 hingga (Sari & Fajri, 2018).

Berdasarkan panjang gelombang tersebut, rentang inframerah dibagi menjadi tiga rentang, yaitu rentang IR dekat (14000-4000) yang peka terhadap vibrasi overtone, rentang IR sedang (4000-400) berkaitan dengan transisi energi vibrasi dari molekul yang memberikan informasi mengenai gugus-gugus fungsi dalam molekul tersebut, dan IR jauh (400-10) untuk analisis molekul yang mengandung atom-atom berat seperti senyawa anorganik tapi butuh teknik khusus (Sari & Fajri, 2018)

Prinsip kerja FTIR adalah interaksi antara energi dan materi. Radiasi Infra merah memasuki sampel melalui celah, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang dikirim ke sampel. Kemudian sebagian sinar infra merah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dipancarkan melalui permukaan sampel, sehingga sinar infra merah sampai ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak (Lestari & Kautsar, 2019).

Spektrofotometer FTIR merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa, khususnya senyawa organik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Metode fourier transform infrared (FTIR) yang merupakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita serapan yang terbentuk pada spektrum infra merah menggunakan spektrum senyawa pembanding (yang telah diketahui). 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 & Kautsar, 2019). Berikut merupakan gambar grafik dan tabel analisa FTIR pada ekstrak daun ketapang (Mohamed El-Rafie & Abdel-Aziz Hamed, 2014)



Gambar 2.9 Analisis Fourier-Transform Infrared (FTIR) pada ekstrak daun ketapang

Tabel 2.3 Identifikasi Gugus Fungsi

Daerah frekuensi	Gugus fungsi
3200 – 3600	O-H
2300 – 3600	O-H
2050 – 2267	C-H Alkana
1610 – 1680	C=C Alkena
1050 – 1300	C-C
1000 - 1400	C-O Alkohol, ester
1750 - 1715	C=O ester

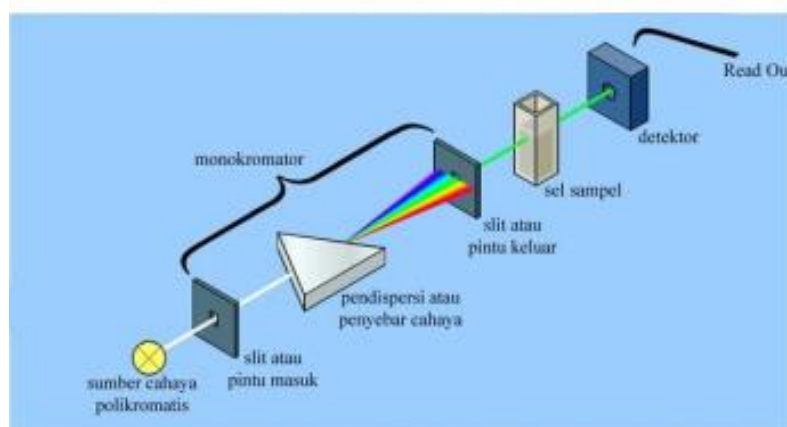
2.5 Spektrofotometri UV-Vis

Ekstraksi daun ketapang dapat diketahui nilai konsentrasinya dengan menggunakan karakterisasi Spektrofotometri UV-VIS, merupakan metode pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diserap oleh suatu sampel. Spektrofotometri UV-Vis menggunakan dua gabungan sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan visible (Aminah et al., 2017).

Spektrofotometri UV-Vis adalah salah satu metode instrumentasi yang paling banyak digunakan untuk analisis kimia, yang tujuannya adalah untuk mendeteksi senyawa (padat atau cair) berdasarkan penyerapan foton dalam rentang UV-Vis pada panjang gelombang 200-800 nm (Zarwinda & Sartika, 2019). Metode pengukuran berdasarkan adanya absorpsi cahaya pada suatu Panjang gelombang

tertentu melalui larutan yang mengandung kontaminan yang kemudian akan ditentukan konsentrasinya (Zarwinda & Sartika, 2019)

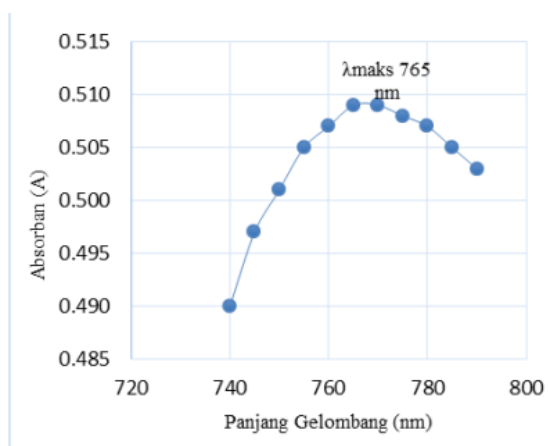
Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmisi pada padatan atau larutan yang transparan. Prinsip dasar spektrofotometri UV-Vis ini adalah ditembakkan sinar ke sampel yang akan diuji. Detektor mendeteksi cahaya yang menembus (melalui) sampel. Cahaya yang tidak menembus sampel diserap oleh beberapa molekul dalam sampel, menunjukkan struktur dan ikatan kimia yang muncul sebagai puncak pada panjang gelombang tertentu. Spektrum UV-Vis dicatat sebagai kurva absorbansi terhadap panjang gelombang. Hasil adsorbansi kemudian diplot untuk memperoleh persamaan regresi untuk menghitung konsentrasi senyawa (Cut Annisa, 2021).



Gambar 2.10 prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis (Efelina, 2015)

Panjang gelombang maksimum pada pengukuran uv vis adalah panjang gelombang pada saat serapannya maksimum dengan cara membaca serapan larutan standar asam tanat dan kemudian diubah-ubah panjang gelombangnya. Pemilihan panjang gelombang yang tepat akan meningkatkan kualitas hasil analisis, sepanjang tidak dipengaruhi oleh komponen pengganggu atau variasi yang mungkin terjadi selama proses analisis (Afrianto 2008). Penetapan panjang gelombang maksimum

bertujuan untuk mengetahui besarnya panjang gelombang yang dibutuhkan larutan asam tanat untuk mencapai serapan maksimum. Berikut merupakan gambar grafik panjang gelombang maksimum spektra uv-vis senyawa tanin standar atau asam tanat diperoleh sebesar 765 nm (Rahmat Dewangga, 2022)



Gambar 2.11 Kurva panjang gelombang maksimum asam tanat

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimen proses ekstraksi daun ketapang. Ekstraksi dilakukan dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) dengan variasi waktu untuk memperoleh konsentrasi tanin optimal. Selanjutnya di analisis kandungan tanin dengan karakterisasi FT-IR dan Spektrofotometri UV-Vis. Kemudian di aplikasikan untuk penghambat laju korosi baja dengan parameter uji kehilangan berat (*weight loss*) dan mikroskop optik.

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 Desember 2022.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Oven
2. Ayakan 50 mesh
3. Blender
4. Microwave
5. Kertas saring
6. Corong kaca
7. Alumunium foil

8. Labu ukur
9. Gelas ukur
10. Pipet tetes
11. Gelas beaker
12. Spatula
13. Elenmeyer
14. Timbangan Analitik

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelintian ini yaitu :

1. Daun ketapang
2. Aquades
3. Asam tanat
4. Baja
5. HCl 1 M
6. Folin-Ciocalteu
7. Natrium Karbonat

3.3.3 Alat Karakterisasi

Alat karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. FTIR
2. Uv-vis
3. Kehilangan berat (*Weight Loss*)
4. Mikroskop Optik

4.4 Prosedur Penelitian

4.4.1 Pembuatan ekstrak daun ketapang

1. Daun ketapang dicuci sampai bersih, kemudian dikeringkan dengan oven 55C selama 2 jam.
2. Daun ketapang dihaluskan dengan blender lalu diayak dengan ukuran 50 mesh agar lebih halus.
3. Serbuk daun ketapang sebanyak 2 gr dimasukkan ke dalam elenmeyer, lalu ditambahkan pelarut aquades 30 ml.
4. Sample distirrer selama 5 menit bertujuan untuk pengadukan bahan dan pelarut tercampur.
5. Proses ekstraksi dimasukkan ke dalam microwave pada daya 100 W dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7, 9, dan 11 menit.
6. Hasil ekstraksi yang diperoleh selanjutnya disaring menggunakan kertas saring.
7. Sampel dianalisa menggunakan FT-IR dan UV-Vis.

Pada penelitian ini proses ekstraksi daun ketapang menggunakan metode Microwave Assisted Extraction daya 100 W dengan variasi lama waktu ekstraksi 1, 3, 5, 7, 9, dan 11 menit.

Tabel 3.1 Rancangan Perlakuan

Daya (W)	Waktu (menit)
100 W	0 (Blanko)
	1
	3
	5
	7
	9
	11

4.4.2 Karakterisasi sampel ekstrak daun ketapang

1. Sampel diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi kandungan tanin pada ekstrak
2. Sampel diuji menggunakan UV-Vis untuk mengetahui konsentrasi tanin pada sampel ekstrak daun ketapang.

4.4.3 Preparasi pengujian konsentrasi senyawa tanin dari ekstrak daun ketapang dengan UV-Vis

a. Pembuatan Larutan Standar Asam tanat

Pembuatan larutan standart asam tanat dibuat dengan pelarutan 10 mg asam tanat dilarutkan dalam 100 ml aquades. Proses pengenceran dibuat dengan seri 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm. Diambil masing-masing 1 ml dari seri pengenceran dan dimasukkan pada labu ukur kemudian ditambahkan 0,1 ml reagen folin dan 0,11 ml larutan Na_2CO_3 selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas 10 ml. diinkubasi selama 15 menit kemudian diuji uv vis pada panjang gelombang 740 nm (Sartini et al., 2017)

b. Pembuatan Kurva Baku

Kurva baku dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan hasil absorbansi yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 740 nm.

c. Penentuan Kadar Tanin

Sebanyak 1 ml ekstrak dilarutkan ke labu ukur 10 ml ditambahkan aquades sampai tanda batas. Kemudian diambil 1 ml ke dalam labu ukur dengan menambahkan 0,1 ml reagen folin dan 0,11 ml larutan Na_2CO_3 selanjutnya ditambahkan aquades sampai tanda batas 10 ml. diinkubasi 15 menit,

kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Dihitung dengan kurva baku yang di dapat sehingga diketahui konsentrasi sampel

4.4.3 Aplikasi sampel ekstrak daun ketapang pada uji laju korosi

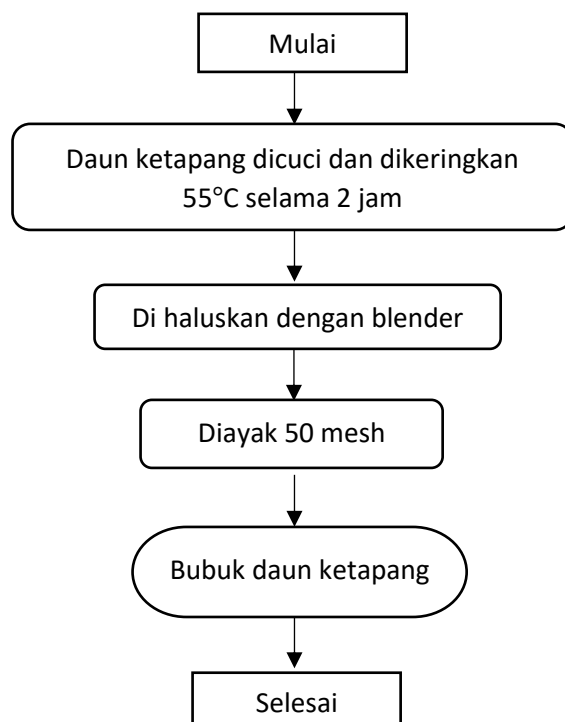
1. Ekstrak daun ketapang 10 ml kemudian dicampur dengan larutan HCl 1 M sebanyak 5 ml sehingga di dapatkan medium korosif HCl 1 M 15 ml
2. Baja ukuran 2 x 1 cm direndam dengan ekstrak daun ketapang dalam medium korosif HCl 1 M
3. Di rendam selama 15 hari pada suhu ruang
4. Sampel baja kemudian dikeringkan dan ditimbang

Tabel. 3.2 Keterangan Kode Sampel Baja Terhadap Perlakuan Uji

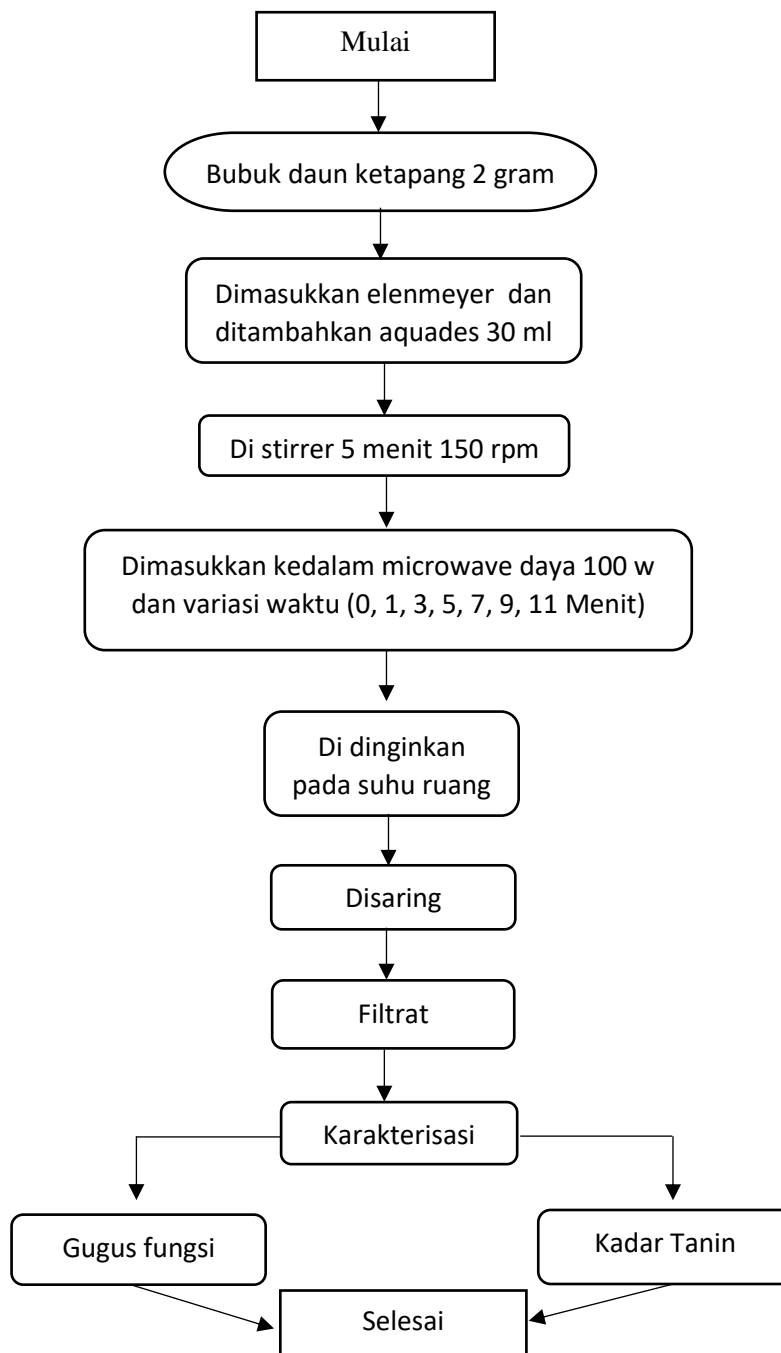
Kode Sampel Baja	Perlakuan
BHCl	Baja direndam pada larutan HCl
BT0	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 0 menit
BT1	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 1 menit
BT3	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 3 menit
BT5	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 5 menit
BT7	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 7 menit
BT9	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 9 menit
BT11	Baja direndam pada larutan HCl dan ekstrak 11 menit

4.5 Diagram Alir Penelitian

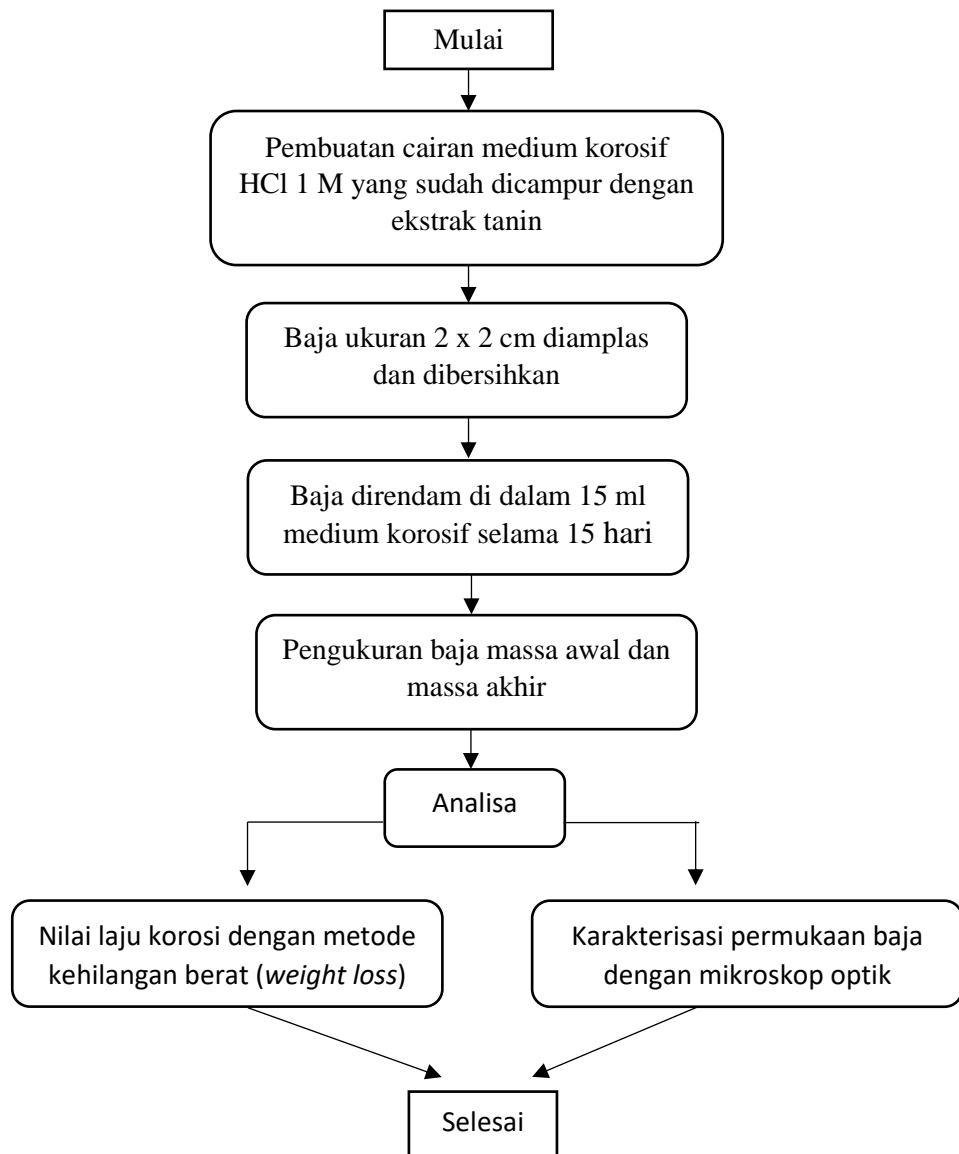
4.5.1 Diagram Alir Preparasi Sampel



4.5.2 Diagram Alir Proses Ekstraksi Daun Ketapang



4.5.3 Diagram Alir uji laju korosi baja



4.6 Analisa Data

4.6.1 Analisa Gugus Fungsi Ekstrak Daun Ketapang Menggunakan FTIR

Pada penelitian ini analisis gugus fungsi ekstrak daun ketapang menggunakan FTIR. Data yang diperoleh berupa spektrum hubungan antara bilangan gelombang dengan transmitasi. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh variasi waktu metode ekstraksi microwave pada ekstrak daun ketapang. Berikut rencana tabel analisa FTIR :

Tabel 3.3 rencana tabel data analisa FTIR

Ekstrak daun variasi waktu (menit)	Gugus Fungsi	Panjang gelombang
0		
1		
3		
5		
7		
9		
11		

3.6.2 Analisa Konsentrasi Senyawa Tanin pada Ekstrak Daun Ketapang dengan UV-Vis

1. Pembuatan grafik kurva standar dibuat dengan menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan hasil absorbansi yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm memperoleh nilai regresi linier $y = a + bx$
2. Hasil absorbansi senyawa tanin pada ekstrak daun ketapang kemudian dihitung dengan rumus regresi linier yang diperoleh dari kurva standar untuk mengetahui konsentrasi senyawa tanin pada daun ketapang

3. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh hubungan konsentrasi senyawa tanin pada ekstrak daun ketapang dengan variasi waktu ekstraksi.
4. Berikut rencana tabel analisa konsentrasi tanin dengan spektrofotometri UV-Vis

Tabel 3.4 Rencana analisa data spektrofotometri UV-Vis

Ekstrak daun variasi waktu (menit)	Konsentrasi Tanin (mg/L)
0	
1	
3	
5	
7	
9	
11	

3.6.3 Analisa Nilai Laju Korosi

Data yang diambil pada penelitian ini merupakan data pengujian nilai laju korosi pada baja yang di rendam di medium korosif HCl 1 M dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun ketapang. Analisa data didapatkan melalui metode kehilangan berat (*weight loss*) dengan menghitung jumlah kehilangan berat akibat korosi yang terjadi. Selisih yang terjadi pada penimbangan berat dapat menentukan nilai laju korosi, sehingga dapat digunakan persamaan berikut (Callister W.D, 2008)

$$CR = \frac{K.W}{A.T.\rho}$$

$$EI(\%) = \frac{CR_{Uninhibitor} - CR_{inhibitor}}{CR_{Uninhibitor}} \times 100\%$$

Keterangan :

CR = Laju korosi (mm/y)

W = Kehilangan massa (mg)

K = Konstanta laju korosi = 87,6

A = Luas permukaan (mm^2)

T = Waktu perendaman (year)

ρ = Massa jenis baja = 7,85 (mg/mm^3)

EI = Efisiensi inhibitor (%)

C= Laju korosi dengan inhibitor (mm/y)

C= Laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh hubungan konsentrasi ekstrak daun dengan nilai laju korosi baja. Berikut merupakan rencana analisa data pengujian nilai laju korosi

Tabel 3.5 Rencana Analisa Data Pengujian Nilai Laju Korosi

Sampel	Massa Awal baja (mg)	Massa Akhir baja (mg)	Kehilangan Massa baja (mg)	Laju Korosi (mm/y)
Baja + HCl				
Baja + HCl + Ekstrak 0				
Baja + HCl + Ekstrak 1				
Baja + HCl + Ekstrak 3				
Baja + HCl + Ekstrak 5				
Baja + HCl + Ekstrak 7				
Baja + HCl + Ekstrak 9				
Baja + HCl + Ekstrak 11				

3.6.4 Analisa Permukaan Baja dengan Mikroskop Optik

Analisis mikroskop optik dilakukan pada baja yang direndam dalam medium korosif HCl 1 M dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun ketapang, kemudian dikeringkan dan dianalisis dengan mikroskop optik pada permukaan baja. Hasil uji kemudian dianalisis dengan software imagej

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi daun ketapang di Laboratorium Riset Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Proses ekstraksi daun ketapang dilakukan dengan metode *microwave assisted extraction* (MAE) dan diaplikasikan sebagai penghambat laju korosi baja. Dibuat 7 sampel dengan variasi waktu ekstraksi yang berbeda, kemudian diuji menggunakan FTIR, UV-Vis, *weight loss*, dan Mikroskop optik.

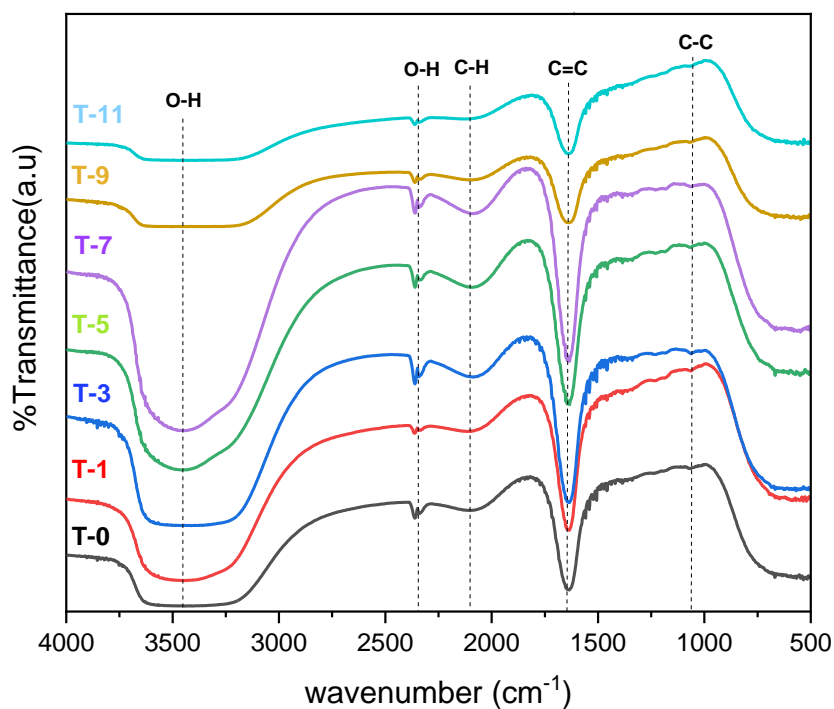
4.1.1 Karakterisasi Ekstrak Daun Ketapang

Proses ekstraksi pada daun ketapang yaitu dengan mengeringkan daun ketapang ke dalam oven kemudian dihaluskan sehingga diperoleh bubuk daun ketapang. Kemudian bubuk daun ketapang dicampur dengan pelarut aquades dan diaduk menggunakan stirer selama 5 menit, sampel kemudian dimasukkan kedalam microwave dengan variasi waktu yang berbeda. Kemudian ekstrak disaring untuk memperoleh filtrat yang akan diuji. Untuk memudahkan penamaan dibuat kode sampel yaitu T-0 (ekstrak daun 0 menit), T-1 (ekstrak daun 1 menit), T-3 (ekstrak daun 3 menit), T-5 (ekstrak daun 5 menit), T-7 (ekstrak daun 7 menit), T-9 (ekstrak daun 9 menit), dan T-11 (ekstrak daun 11 menit).

Untuk mengetahui adanya senyawa tanin pada sampel ekstraksi daun ketapang, maka dilakukan pengujian FTIR yang bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa tanin yang terbentuk dari hasil ekstraksi.

Hasil FTIR yang digunakan dalam pengujian adalah panjang gelombang transmittansi. Bilangan gelombang FTIR menunjukkan vibrasi struktur kimia

yang terkandung di dalamnya, sedangkan transmitansi menunjukkan korelasi linier dengan variasi komposisi dari sampel. Plot grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Plot grafik FTIR Ekstrak daun ketapang

Spektrum FTIR ekstrak daun ketapang terdapat pada bilangan gelombang 400 – 4000 . Hasil pembacaan spektrum menggunakan FTIR ditunjukkan pada tabel 4.1

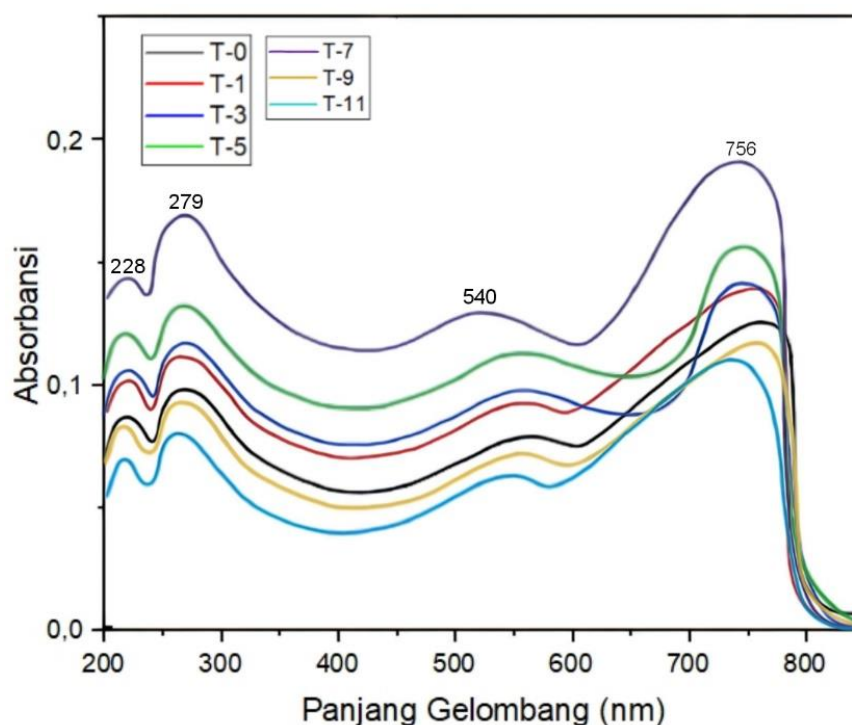
Tabel 4.1 Gugus fungsi ekstraksi daun ketapang dengan metode MAE

Bilangan Gelombang (1/cm)							Gugus fungsi
T-0	T-1	T-3	T-5	T-7	T-9	T-11	
3579.766	3459.806	3580.012	3457.714	3459.966	3585.846	3573.871	O-H
2361.158	2352.143	2361.304	2365.709	2359.325	2361.721	2361.738	O-H
2110.742	2110.241	2087.430	2097.511	2089.727	2096.731	2127.279	C-H
1641.017	1641.069	1637.498	1644.836	1644.734	1640.813	1640.937	C=C
1068.321	1061.787	1064.157	1076.151	1068.969	1068.213	1075.516	C-C

Berdasarkan tabel 4.1 gugus fungsi yang terbentuk pada sampel dengan variasi waktu ekstraksi daun ketapang menunjukkan bahwa sampel memiliki

gugus fungsi dan puncak-puncak transmittansi yang hampir sama. Gugus fungsi menunjukkan beberapa senyawa yang terkandung dalam ekstrak seperti tanin, alkaloid, steroid dan saponin. Kandungan tanin ditunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C=C dan C-C. kandungan alkaloid ditunjukkan pada gugus fungsi C-H, C=O. Steroid ditunjukkan pada gugus fungsi C=C, C-O, O-H dan saponin ditunjukkan pada gugus fungsi C-H, C-O, O-H (rizki, 2019).

Pengujian menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis dilakukan di jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji UV-Vis ini dilakukan untuk menentukan nilai konsentrasi senyawa tanin yang terkandung dalam ekstrak daun ketapang. Selain itu, dilakukan pengujian panjang gelombang setiap sampel untuk mengidentifikasi senyawa – senyawa yang terkandung pada ekstrak daun ketapang dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 plot grafik panjang gelombang ekstrak daun ketapang

Pada gambar 4.2 terdapat empat puncak absorpsi yang menunjukkan adanya beberapa senyawa yang berbeda pada ekstrak daun ketapang sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 panjang gelombang senyawa pada ekstrak daun ketapang

Panjang Gelombang							senyawa
0 menit	1 menit	3 menit	5 menit	7 menit	9 menit	11 menit	
218	219	227	230	228	220	227	Steroid
280	280	275	276	279	283	281	Saponin
556	553	542	573	540	561	557	Alkaloid
750	752	745	750	756	756	752	Tanin

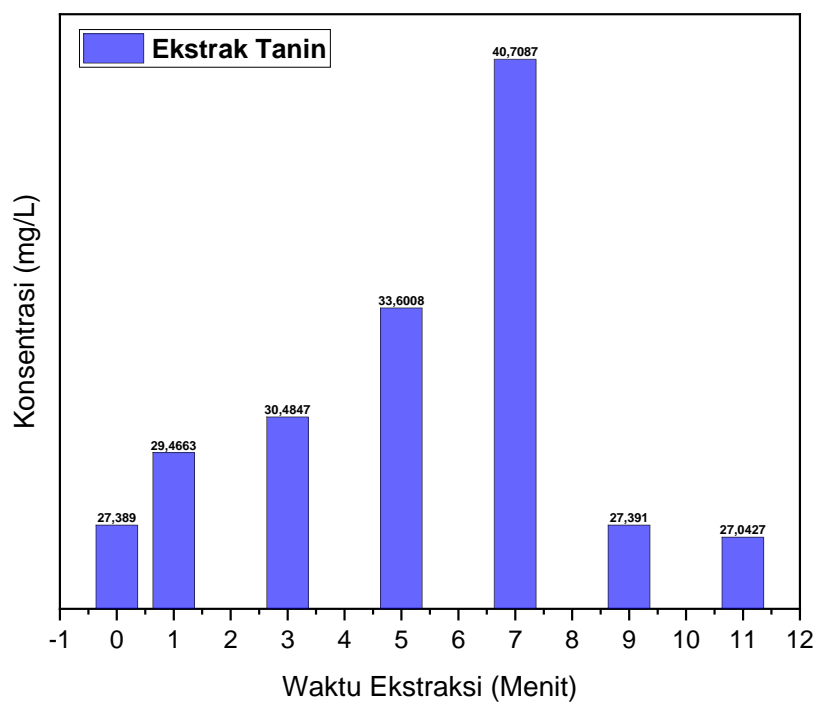
Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui beberapa senyawa yang terkandung dalam ekstrak ketapang yaitu panjang gelombang 203-276 nm adalah senyawa steroid (Fasya et al., 2020). Panjang gelombang antara 275-320 nm adalah saponin (Rahmawati et al., 2023). Sedangkan gelombang berkisar antara 500-560 nm adalah alkaloid (Harningsih, 2017). Dan panjang gelombang antara 700-800 nm adalah senyawa tanin (Ferdinan et al., 2022). Dimana pada hasil identifikasi senyawa dengan UV-Vis menunjukkan senyawa tanin memiliki tingkat absorpsi lebih tinggi daripada senyawa lain maka selanjutnya dilakukan uji kuantitatif secara khusus pada senyawa tanin. Sebelum dilakukan analisis kuantitatif, harus dilakukan pembuatan kurva baku terlebih dahulu. Pembuatan kurva baku bertujuan untuk memperoleh persamaan kurva baku dari larutan asam tanat yaitu $y = 0,00491x - 0,00338$ dengan nilai $r = 0,9969$ sehingga digunakan untuk menghitung konsentrasi tanin dan didapatkan data pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Tabel hasil konsentrasi Tanin dengan spektrofotometri UV-Vis

Waktu ekstraksi (menit)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
0	0,131	27,389
1	0,141	29,466
3	0,146	30,484

5	0,161	33,600
7	0,196	40,708
9	0,131	27,391
11	0,129	27,042

Pada Tabel 4.2 menunjukkan nilai konsentrasi tanin ekstrak daun ketapang yang telah diperoleh dari pengujian spektrofotometri UV-Vis. Selanjutnya data pada tabel tersebut diplot gambar grafik yang menunjukkan hubungan lama waktu ekstraksi dengan konsentrasi tanin ekstrak daun ketapang dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Tanin

Plot grafik pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi tanin mengalami kenaikan seiring lama waktu ekstraksi sampai waktu optimum pemaparan gelombang mikro selama 7 menit dengan konsentrasi sebesar 40,7087 mg/L kemudian konsentrasi tanin kembali menurun pada waktu 9 dan 11 menit.

4.1.2 Uji Laju Korosi Baja

Uji laju korosi baja dilakukan di Laboratorium Riset Fisika Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan merendam baja SS400 dengan ukuran 2x2 cm pada larutan HCl dengan dan tanpa penambahan inhibitor selama 15 hari. Pengaruh penambahan inhibitor pada laju korosi baja dilakukan dengan metode *weight loss*. Data yang diperoleh dari pengujian kali ini yaitu massa baja awal, massa baja akhir, luas permukaan, massa jenis, waktu perendaman dan kehilangan massa (w). Dari perubahan massa yang didapatkan kemudian dihitung laju korosi (CR) dan efisiensi inhibitor (EI%) dengan persamaan 4.1 dan 4.2 (Callister W.D, 2008).

$$CR = \frac{K.W}{A.T.\rho} \quad (4.1)$$

$$EI(\%) = \frac{CR_{Uninhibitor} - CR_{inhibitor}}{CR_{Uninhibitor}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Keterangan :

CR = Laju korosi (mm/y)

W = Kehilangan massa (mg)

K = Konstanta laju korosi = 87,6

A = Luas permukaan (mm^2)

T = Waktu perendaman (year)

ρ = Massa jenis baja = 7,85 (mg/mm^3)

EI = Efisiensi inhibitor (%)

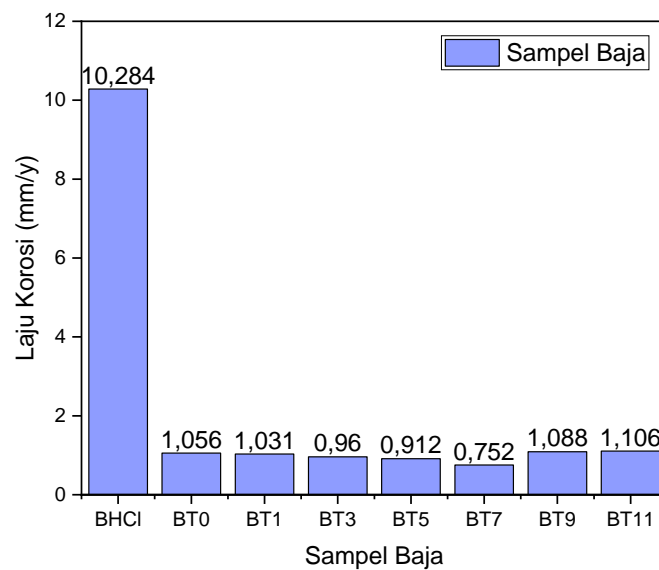
$C =$ Laju korosi dengan inhibitor (mm/y)

$C_0 =$ Laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)

Tabel 4.3 Laju korosi baja

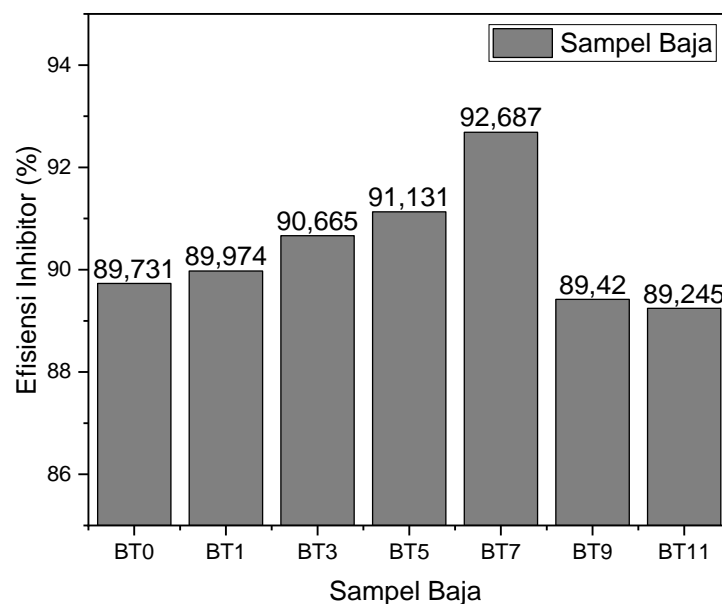
Sampel	Massa awal baja (mg)	Massa akhir baja (mg)	Kehilangan massa baja (mg)	Laju korosi baja (mm/y)	Rata-rata laju korosi (mm/y)	Efisiensi Inhibitor (%)
BHC1	3021,150	3054,706	33,556	10,378	10,284	0
	3015,076	3046,202	31,126	9,627		
	3023,021	3058,094	35,073	10,847		
BT0	3026,231	3029,58	3,349	1,035	1,056	89,731
	3023,314	3026,761	3,447	1,066		
	3027,251	3030,702	3,451	1,067		
BT1	3063,141	3066,527	3,386	1,047	1,031	89,974
	3025,171	3028,519	3,348	1,035		
	3053,031	3056,306	3,275	1,012		
BT3	2983,057	2986,161	3,104	0,960	0,960	90,665
	3067,481	3070,669	3,188	0,986		
	3002,579	3005,601	3,022	0,934		
BT5	3078,093	3081,090	2,997	0,926	0,912	91,131
	3051,117	3054,087	2,970	0,918		
	3069,040	3071,927	2,887	0,892		
BT7	3075,350	3077,839	2,489	0,769	0,752	92,687
	3014,571	3016,898	2,327	0,719		
	3071,185	3073,670	2,485	0,768		
BT9	3051,351	3054,927	3,576	1,106	1,088	89,420
	3072,086	3075,582	3,496	1,081		
	3061,054	3064,539	3,485	1,077		
BT11	3014,437	3017,976	3,539	1,094	1,106	89,245
	3025,361	3029,012	3,651	1,129		
	3019,613	3023,157	3,544	1,096		

Tabel 4.3 menunjukkan nilai laju korosi dan efisiensi yang telah dihitung dengan persamaan 4.1 kemudian data yang diperoleh dibuat grafik fungsi sampel dan laju korosi yang ditunjukkan gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Laju Korosi Baja

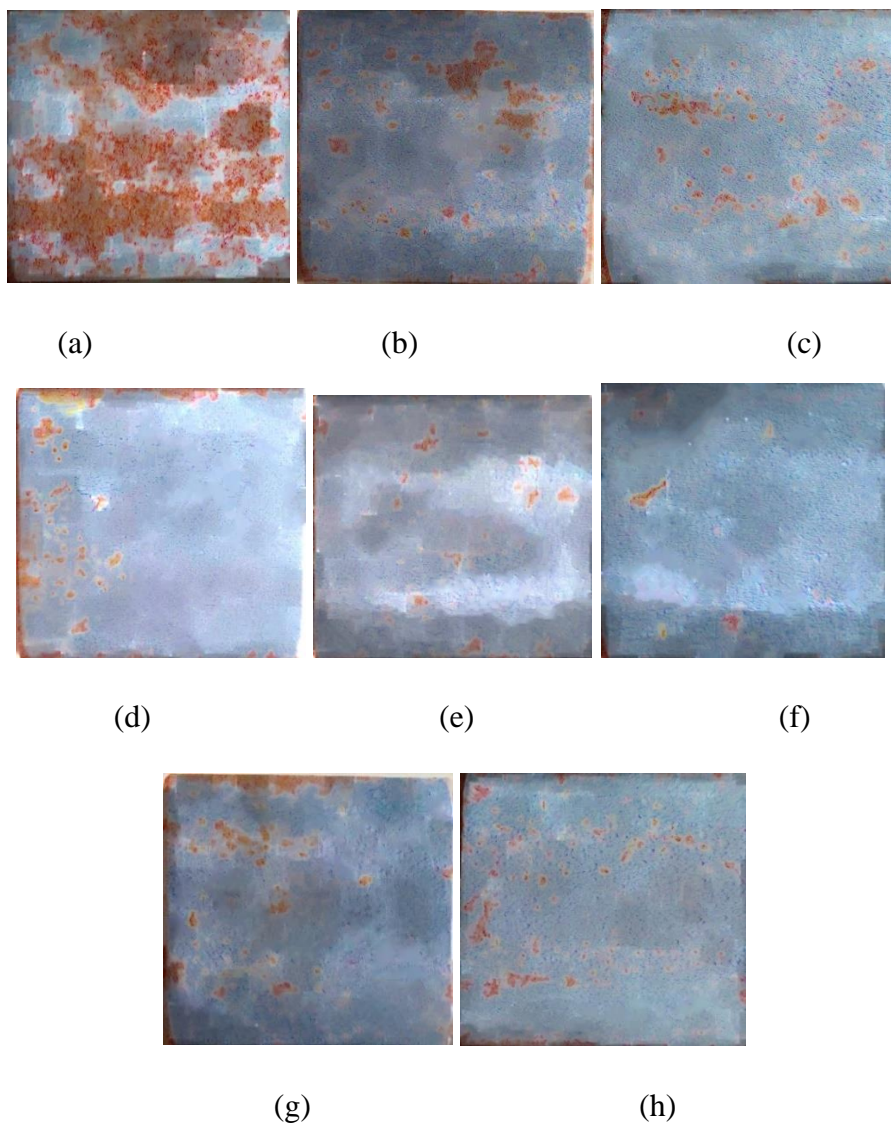
Gambar 4.4 menunjukkan penambahan inhibitor menurunkan laju korosi dengan nilai paling rendah pada sampel BT7 sebesar 0,752 mm/y. Nilai laju korosi yang didapatkan dihitung dengan rumus persamaan 4.1 untuk menghitung nilai persentase efisiensi inhibitor korosi yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Korosi Baja

Gambar 4.5 menunjukkan peningkatan nilai efisiensi pada sampel BT7 kemudian didapatkan nilai optimum sebesar 92,687% kemampuan dalam menghambat laju korosi baja.

Sampel baja dilakukan pengujian secara kualitatif dengan mikroskop optik untuk mengetahui permukaan korosi pada baja. Baja hasil pengamatan lalu dianalisis menggunakan software imageJ agar permukaan baja yang mengalami korosi terlihat lebih jelas. Berikut merupakan pengamatan gambar permukaan baja setelah direndam tanpa dan dengan penambahan inhibitor sesuai variasi konsentrasi waktu ekstraksi dapat kita lihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Permukaan baja (a) sampel BHCl (b) sampel BT0 (c) sampel BT1 (d) sampel BT3 (e) Sampel BT5 (f) Sampel BT7 (g) Sampel BT9 (h) Sampel BT11

Pada gambar 4.6 menunjukkan penambahan inhibitor menyebabkan perubahan luas korosi baja. Baja yang direndam dengan HCl tanpa penambahan inhibitor menunjukkan luas korosi hampir merata. Sedangkan luas korosi yang paling kecil yaitu pada gambar 4.6 (f) baja dengan penambahan inhibitor T-7 (BT7).

4.2 Pembahasan

Proses ekstraksi daun ketapang dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) merupakan pemisahan dua atau lebih komponen dengan menambahkan suatu pelarut dan diekstraksi menggunakan gelombang mikro. Ekstrak yang dihasilkan berupa cairan atau filtrat yang diaplikasikan sebagai penghambat laju korosi baja SS400. Filtrat ekstrak daun ketapang diuji menggunakan FTIR dan spektrofotometri UV-Vis. sedangkan uji laju korosi pada baja diuji menggunakan kehilangan berat (*Weight Loss*) dan Mikroskop optik.

Spektra FTIR dari ekstrak daun ketapang menunjukkan gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C=C dan C-C yang merupakan senyawa tanin. Gugus C-H, C=O merupakan senyawa alkaloid. Steroid ditunjukkan pada gugus fungsi C=C, C-O, O-H dan gugus fungsi C-H, C-O, O-H merupakan senyawa saponin (rizki, 2019). Variasi waktu pemaparan gelombang mikro berpengaruh terhadap intensitas serapan dari setiap sampel. Semakin lama waktu pemaparan tingkat serapan semakin tinggi dan didapatkan nilai serapan tertinggi pada sampel 7 menit, kemudian menurun pada pemaparan 9 dan 11 menit. Waktu pemaparan gelombang mikro berpengaruh pada intensitas jumlah serapan yang menunjukkan konsentrasi senyawa yang meningkat seiring lama waktu pemaparan. Pada penelitian Christina

dkk (2017) ekstraksi tanin tanaman pinus dengan variasi daya dan waktu microwave, pada waktu ekstraksi 5 menit daya 100 W diperoleh tanin sebesar 24,088 mg/L dan mengalami penurunan hingga menjadi 13,242 mg/L pada daya 600 W karena seiring penambahan waktu daya yang lebih besar menyebabkan konsentrasi tanin berkurang karena adanya tanin yang terdegradasi. Pada proses ekstraksi terjadi interaksi gelombang mikro dengan sampel yang menyebabkan peningkatan suhu dan tekanan sehingga mendorong dinding sel dari dalam, yang mengakibatkan peregangan dan pecahnya senyawa. Oleh karena itu waktu pemaparan gelombang mikro terlalu lama dapat merusak struktur kimia dan senyawa tanin jumlahnya berkurang (Marques et al., 2021). Hal ini ditunjukkan dari uji konsentrasi tanin menggunakan metode UV-Vis menunjukkan penurunan nilai konsentrasi.

Spektra hasil UV-Vis menunjukkan adanya senyawa yang terkandung pada ekstrak daun ketapang dengan terbentuknya beberapa puncak absorbansi. Pada daerah panjang gelombang 203-276 nm adalah senyawa steroid (Fasya et al., 2020). Panjang gelombang antara 275-320 nm adalah saponin (Rahmawati et al., 2023). Sedangkan gelombang berkisar antara 500-560 nm adalah alkaloid (Harningsih, 2017). Dan panjang gelombang antara 700-800 nm adalah senyawa tanin (Ferdinan et al., 2022). Pada hasil identifikasi UV-Vis menunjukkan senyawa tanin memiliki puncak serapan absorbansi paling tinggi, oleh karena itu dilakukan analisis lebih lanjut dengan menghitung konsentrasi tanin pada ekstrak daun ketapang. Dan didapatkan semakin besar nilai absorbansi maka konsentrasi tanin juga semakin besar. Pengaruh waktu ekstraksi dengan nilai konsentrasi yang dihasilkan bertambah seiring lamanya waktu ekstraksi dengan puncak optimum selama 7

menit menghasilkan jumlah tanin tertinggi sebesar 40,7087 mg/L kemudian pada waktu 9 dan 11 menit jumlah tanin menurun kembali akibat kerusakan senyawa saat pemaparan ekstraksi gelombang mikro.

Konsentrasi ekstrak dari daun ketapang yang dihasilkan kemudian diaplikasikan sebagai inhibitor. Baja SS400 dengan luas permukaan 2 x 2 cm dimasukkan dalam larutan HCl dengan dan tanpa penambahan inhibitor selama 15 hari untuk mengetahui nilai laju korosi baja pada setiap sampel. Penambahan inhibitor menunjukkan nilai laju korosi yang semakin menurun. Laju korosi baja paling rendah yaitu pada sampel BT7 sebesar 0,752 mm/y dengan penambahan konsentrasi inhibitor tanin paling tinggi sebesar 40,7087 mg/L. Sedangkan baja tanpa penambahan inhibitor memiliki nilai laju korosi paling tinggi pada sampel BHCl sebesar 10,284 mm/y. Hal ini disebabkan sampel baja yang dimasukkan dalam larutan asam tanpa penambahan inhibitor akan terjadi interaksi antara permukaan baja (Fe) dan larutan HCl. Dalam reaksi ini, baja (Fe) melepaskan dua elektron ($Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$) yang diambil oleh ion hidrogen (H^{+}) dari HCl, membentuk gas hidrogen (H^2). Sementara itu, ion besi (II) (Fe^{2+}) dan ion klorida ($FeCl^2$) membentuk senyawa besi (II) klorida (Fe) dan menyebabkan baja mengalami korosi. Sedangkan reaksi baja dengan HCl dan penambahan inhibitor tanin yaitu tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion hidrogen ($2e^{-}$) Dalam larutan HCl yang dapat mengakibatkan penurunan konsentrasi ion hidrogen yang ada, sehingga dapat mengurangi tingkat keasaman larutan HCl (Pranata, 2015). Tanin juga memiliki sifat pasif dan mempunyai afinitas dengan permukaan baja. Ketika ditambahkan ke dalam larutan HCl, inhibitor tanin akan terabsorpsi pada permukaan baja dan membentuk lapisan pelindung yang stabil yang dapat

menghambat reaksi korosi dan memperlambat laju korosi (Febriyanto, 2017). Penambahan inhibitor menyebabkan penurunan laju korosi paling rendah pada sampel BT7 sebesar 0,752 mm/y dengan tingkat katahanan sangat baik, hal ini disebabkan oleh konsentrasi tanin lebih banyak sebesar 40,708 mg/L sebagaimana ditunjukkan pada hasil uji UV-Vis dan FTIR.

Efisiensi baja pada penelitian ini menunjukkan kemampuan ekstrak daun ketapang dalam menghambat laju korosi. Menurut Tambun et al (2015), semakin tinggi kadar tanin maka efisiensi inhibisinya semakin tinggi. Pada uji *weight loss* menunjukkan bahwa laju korosi menurun seiring bertambahnya konsentrasi tanin. Begitu pula dengan efisiensi inhibitor yang diperoleh pada penelitian ini semakin rendah nilai laju korosinya maka efisiensi inhibitor semakin tinggi. Efisiensi inhibitor tertinggi yaitu diperoleh pada sampel baja BT7 sebesar 92,687% dengan perendaman penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun ketapang paling tinggi sebesar 40,708 mg/L. Nilai efisiensi ekstrak daun ketapang dengan metode MAE yang didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak daun lainnya seperti ekstrak daun belimbing sebagai inhibitor korosi dengan penambahan inhibitor 5% diperoleh efisiensi sebesar 78,57% (Ginting, 2017). Selain itu, ekstrak daun jambu biji dan daun mangga sebagai inhibitor korosi dengan penambahan inhibitor 50 mg/L diperoleh nilai efisiensi sebesar 83% (Wulandari, 2019).

Luas korosi baja diamati menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 4 kali kemudian dianalisis dengan software imageJ agar terlihat jelas. Gambar permukaan pada sampel tanpa penambahan inhibitor (BHCl) menunjukkan luas korosi hampir menutupi seluruh permukaan baja. Sedangkan luas korosi terkecil ditunjukkan pada sampel BT7 dengan penambahan konsentrasi inhibitor 40,708

dan laju korosi terendah sebesar 0,752 mm/y, semakin sedikit korosi yang terbentuk menandakan laju korosi yang semakin rendah. Hal ini karena inhibitor mampu melapisi baja sebagai pelindung dari lingkungannya dan dapat mengurangi laju korosi. Semakin banyak konsentrasi tanin, semakin banyak senyawa tanin yang tersedia untuk membentuk lapisan protektif dengan demikian penurunan korosi menjadi semakin baik (Sharma et al., 2013).

4.3 Kajian Keislaman

Pada saat ini perkembangan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan tumbuh sangat cepat, khususnya pada bidang industri. Baja merupakan bahan dasar untuk meningkatkan hasil produksi. Baja merupakan logam paduan berbasis besi (Fe) (Khasibudin et al., 2019). Penelitian ini menjelaskan tentang pembuatan inhibitor alami sebagai penghambat laju korosi baja karena sifatnya yang mudah terkorosi padahal besi atau baja sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Bahkan Rasulullah bersabda bahwa besi termasuk hal yang mempunyai berkah.

Al-Ajuni dalam Kasyful Khafa' dan al-Qurthubi dalam kitab tafsirnya menceritakan bahwa Nabi Muhammad saw bersabda (Al-Qurthubi, 2009) :

إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ أَرْبَعَ بَرَكَاتٍ مِنَ السَّمَاءِ إِلَى الْأَرْضِ الْحَدِيدُ وَالنَّارُ وَالْمَاءُ وَالْمِلْحُ

“Sesungguhnya Allah menurunkan empat berkah dari langit : besi, api, air, dan garam”.

Anugerah yang Allah SWT turunkan di bumi berupa senyawa kimia, yaitu air, udara, api, dan besi yang mana keempatnya merupakan senyawa kimia yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, terutama manusia. empat benda yang Allah turunkan tersebut merupakan senyawa yang sangat penting bagi manusia di mana, keempatnya memiliki kegunaan yang berbeda-beda.

Salah satu ciptaan Allah Swt yang keberadaannya banyak ditemukan di muka bumi yaitu besi. Dimana besi tersebut termaktub dalam Q.S al- Hadid [57]: 25,

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya : “*Sungguh, Kami benar-benar telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti- bukti yang nyata dan Kami menurunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Kami menurunkan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan berbagai manfaat bagi manusia agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha kuat lagi Maha perkasa*”.

Muhammad Qurasih Shihab berpendapat yang dia rujuk di dalam Tafsir al-Muntakhab dikemukakan antara lain bahwa ayat ini menjelaskan bahwa besi mempunyai kekuatan yang dapat membahayakan dan dapat pula menguntungkan manusia. Bukti paling kuat tentang hal ini adalah bahwa lempengan besi, dengan berbagai macamnya, secara bertingkat-tingkat mempunyai keistimewaan dalam bertahan menghadapi panas, tarikan kekaratan, dan kerusakan, di samping juga lentur hingga dapat menampung daya magnet. Karenanya, besi adalah logam paling cocok untuk bahan senjata dan peralatan perang, bahkan merupakan bahan baku berbagai macam industri berat dan ringan yang dapat menunjang kemajuan peradaban (Shihab, 2003). Allah menganugerahkan kepada manusia “besi” suatu karunia yang tak terhingga nilai dan manfaatnya. Dengan besi dapat dibuat berbagai macam keperluan manusia seperti berbagai macam kendaraan di darat, di udara, dan di laut, serta kebutuhan rumah tangga dan sebagainya.

Dengan teknologi yang dalam sejarah perkembangan manusia pemanfaatan besi telah banyak digunakan dalam aspek kehidupan sehari-hari, termasuk juga perang. Dengan anugerah itu, Allah ingin menguji manusia dan mengetahui sikap manusia terhadap nikmat-Nya (Kementrian Agama RI, 2012)

Sains modern memberikan informasi bahwa besi yang merupakan logam berat yang tidak dapat dihasilkan oleh bumi sendiri atau oleh planet lain. Bahkan seluruh energi matahari tidak cukup untuk membentuk satu atom besi (Sudiarti et al., 2018). Besi selain memiliki banyak keunikan dan manfaat yang besar bagi manusia seperti disebutkan di atas, kita juga mendapatkan kenyataan bahwa besi memiliki satu kelemahan yaitu mudah terkena korosi atau karat.

Islam sangat peduli dengan potensi akal pikiran manusia. Berkali-kali Allah SWT menyebutkan perihal akal, orang yang berakal, serta penggunaan akal pikiran. Demikian pula di dalam hadis, banyak ditemukan isyarat pentingnya akal dalam beragama. Rasulullah SAW menegaskan bahwa akal merupakan substansi agama “Agama adalah akal pikiran, barangsiapa yang tidak ada agamanya, maka tidak ada akal pikirannya”. (HR. An-Nasa`i) (Isnaini & Iskandar, 2021). Hal ini menjadi suatu tantangan bagi manusia agar mengembangkan akal pikirannya untuk mengatasi salah satu kelemahan besi ini. Pada penelitian ini, salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan kerusakan besi seperti korosi yaitu dengan menghambat pada laju korosi menggunakan inhibitor alami dari senyawa daun ketapang dengan metode ekstraksi MAE.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses ekstraksi menggunakan variasi waktu MAE menunjukkan perubahan puncak penyerapan FTIR. Hasil Spektra FTIR dari ekstrak daun ketapang menunjukkan gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C=C dan C-C yang merupakan senyawa tanin. Gugus C-H, C=O merupakan senyawa alkaloid. Steroid ditunjukkan pada gugus fungsi C=C, C-O, O-H dan gugus fungsi C-H, C-O, O-H adalah saponin.
2. Variasi waktu paparan gelombang mikro mempengaruhi konsentrasi tanin yang dihasilkan, konsentrasi ekstrak tanin tertinggi dimiliki oleh sampel dengan paparan gelombang mikro selama 7 menit (T-7) sebesar 40,7087 mg/L. Sedangkan konsentrasi ekstrak tanin terkecil dimiliki oleh sampel dengan paparan gelombang mikro 11 Menit (T-11) sebesar 27,0427 mg/L.
3. Pengaruh konsentrasi penambahan tanin sebagai inhibitor pada baja mempengaruhi laju korosi baja dan efisiensi inhibitor korosi. semakin besar konsentrasi senyawa tanin semakin rendah nilai laju korosi dimana nilai laju korosi yang paling baik yaitu pada sampel baja BT7 sebesar 0,752 mm/y dan nilai laju korosi tertinggi yaitu pada sampel BHCl tanpa penambahan inhibitor sebesar. Sedangkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sampel BT7 sebesar 92,687% dengan konsentrasi inhibitor 40,7087 mg/L.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan proses ekstraksi sampai tahap isolasi tanin agar mendapatkan senyawa tanin murni sebagai inhibitor laju korosi baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, V. (n.d.). Aplikasi Serbuk Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Sebagai Inhibitor Korosi Besi pada Medium Natrium Klorida.
- Al-Qurthubi, I. (2009). Tafsir Al-Qur'an (13). Jakarta : Pustaka Azzam.
- Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>
- Anam, K. (2020). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Observasi Ekstrak Biji Pinang Muda (*Areca cathecu*) dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal MID-Z (Midwivery Zigot) Jurnal Ilmiah Kebidanan*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.36835/jurnalmidz.v3i1.645>
- Ariyanto, M. (2018). Kesesuaian Jenis Yang Dapat Ditumpangsarikan Dengan Ketapang (*Terminalia catappa* Linn.). *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(2).
- Aulia, L. putri. (2018). Optimasi Proses Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) Dengan Respon Aktivitas Antioksidan Dan Total Fenol. *Jurnal Agroindustri Halal*, 4(1), 079–087. <https://doi.org/10.30997/jah.v4i1.1142>
- Callister W.D. (2008). *Fundamental of Materials Science and Engineering An Integrated Approach Third Edition*. John Wiley & Sons. United States.
- Chémat, F., & Cravotto, G. (Eds.). (2013). *Microwave-assisted extraction for bioactive compounds: Theory and practice*. Springer.
- 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 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. <https://doi.org/10.1080/01694243.2022.2042137>
- Cut Annisa. (2021). Ekstraksi Tanin dari Buah Ballaka (*Phyllanthus emblica*) dengan Microwave. Skripsi.
- Daniswara, E. F., Rohadi, T. I., & Mahfud, M. (2017). Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Microwave Hydrodistillation dan Soxhlet Extraction. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), F381–F384. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.24483>
- Das, A. K., Islam, Md. N., Faruk, Md. O., Ashaduzzaman, Md., & Dungani, R. (2020). Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. *South African Journal of Botany*, 135, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.08.008>

- Delazar, A., Nahar, L., Hamedeyazdan, S., & Sarker, S. D. (2012a). Microwave-Assisted Extraction in Natural Products Isolation. In S. D. Sarker & L. Nahar (Eds.), *Natural Products Isolation* (Vol. 864, pp. 89–115). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-624-1_5
- Delazar, A., Nahar, L., Hamedeyazdan, S., & Sarker, S. D. (2012b). Microwave-Assisted Extraction in Natural Products Isolation. In S. D. Sarker & L. Nahar (Eds.), *Natural Products Isolation* (Vol. 864, pp. 89–115). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-624-1_5
- Dwiguna, K. B. G., & Hendrawan, A. (2020). Pengolahan Daun Ketapang (*TERMINALIA CATAPPANG L.*) Sebagai Pewarna Alami Dengan Teknik Tie Dye. *e-Proceeding of Art & Design*, Vol.7, No.2, 3384.
- Eriani, W. (2017). Pengaruh Waktu Maserasi, Perlakuan Bahan Dan Zat Fiksasi Pada Pembuatan Warna Alami Daun Ketapang (*Terminalia catappa Linn.*). 15.
- Fasya, A. G., Purwantoro, B., Ulya, L. H., & Ahmad, M. (2020). Aktivitas Antioksidan Isolat Steroid Hasil Kromatografi Lapis Tipis dari Fraksi n-Heksana *Hydrilla verticillata*. *ALCHEMY*, 8(1), 23–34. <https://doi.org/10.18860/al.v8i1.9936>
- Febriyanto, M. A. (2017). Study Of Extraction With Soxhletation Method On Organic Material Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) As Organic Inhibitor. *Institus Teknologi Sepuluh November : Surabaya*.
- Ferdinan, A., Rizki, F. S., Kurnianto, E., & Kurniawan, K. (2022). Fraksinasi dan identifikasi senyawa tanin dari ekstrak pandan hutan (*Freycinetia sessiliflora Rizki*). *Journal Borneo*, 2(2), 93–98. <https://doi.org/10.57174/jborn.v2i2.48>
- Fitra Perdana, Plasidus Vipar Zones Laia, & Tegar. (2021). Studi Awal Sintesis Nanopartikel Tembaga Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*). *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 12(1), 78–83. <https://doi.org/10.37859/jp.v12i1.3264>
- Gani, A. A., & Pw, E. R. (2017). Profil GC-MS dan Potensi Bioherbisida Ekstrak Metanol Daun Ketapang (*Terminalia catappa L.*) terhadap Gulma Maman Ungu (*Cleome rutidosperma D.C.*). 6, 7.
- Ginting, Ediman, A., Nia. (2017). Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) Sebagai Inhibitor Pada Baja St37 Dalam Medium Korosif NaCl 3%.
- Guedes, L. A. L., Bacca, K. G., Lopes, N. F., & da Costa, E. M. (2019). Tannin of *Acacia mearnsii* as green corrosion inhibitor for AA7075-T6 aluminum alloy in acidic medium. *Materials and Corrosion*, 70(7), 1288–1297. <https://doi.org/10.1002/maco.201810667>

- Handayani, P. A. (2013). Pewarna Alami Batik Dari Kulit Soga (Ceriops tagal) Dengan Metode Ekstraksi. 2(2), 6.
- Harningsih, T. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi.
- Haruna, K., Obot, I. B., Ankah, N. K., Sorour, A. A., & Saleh, T. A. (2018). Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment. *Journal of Molecular Liquids*, 264, 515–525. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.05.058>
- Hevira, L., Munaf, E., & Zein, R. (2015). The use of Terminalia catappa L. fruit shell as biosorbent for the removal of Pb(II), Cd(II) and Cu(II) ion in liquid waste. 11.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2), 89–98. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.11.2.89-98>
- Ihuma, J. O., Noel, D. O., & Adogo, L. Y. (2021). Antimicrobial Activities Of Terminalia catappa Linn. Leaves Extract On Some Selected Salmonella. Pusat Studi Biofarmaka : Institut Pertanian Bogor.
- Irawati, F., & Prastica, N. (n.d.). (Terminalia Catappa Linn). 13.
- Iriany, Florentina Pandiangan, & Christina Eka P. (2017). Ekstraksi Tanin dari Kulit Kayu Akasia Dengan Menggunakan Microwave. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(3), 52–57. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i3.1590>
- Ismarani. (2012). Potensi Senyawa Tanin dalam Menunjang Produksi Ramah Lingkungan. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilaya*. <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/cefars/article/download/94/60>
- Isnaini, M., & Iskandar, I. (2021). Akal Dan Kecerdasan Dalam Perspektif Al-qur'an dan Hadits. *Mushaf Journal : Jurnal Ilmu Al Quran dan Hadis*, 1(1), 103–118. <https://doi.org/10.54443/mushaf.v1i1.13>
- Kayadoe, V., Fadli, M., Hasim, R., & Tomaso, M. (2015). Ekstrak Daun Pandan (Pandanus amaryllifous Roxb) Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 Dalam Larutan H₂SO₄. *Molekul*, 10(2), 88. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.2.9>
- Kementrian Agama RI. (2012). Al-Qur'an dan Terjemahannya. Bandung : Syamil Qur'an.
- Khasibudin, M. R. W., Zulfika, D. N., & Kusbiantoro, R. (2019). Analisis Laju Korosi Baja Karbon ST 60 Terhadap Larutan Hidrogen Klorida (HCl) Dan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH). *Majamecha*, 1(2), 88–102. <https://doi.org/10.36815/majamecha.v1i2.538>
- Lamadi, A., Mulis, M., & Lukum, A. M. (2022). Pemanfaatan Daun Jambu Biji Untuk Peningkatan Produksi Telur Dan Benih Ikan Lele Dumbo. *Jurnal*

Vokasi Sains dan Teknologi, 1(2), 54–57.
<https://doi.org/10.56190/jvst.v1i2.11>

- Lestari, L. C., & Kautsar, A. (2019). Pembuatan Spektrum Infra Merah (IR) Terhadap Nisbah Sinyal Terhadap Derau Dan Jumlah Payar Serta Penentuan Kadar Kafein Dalam Teh. 6.
- Li, Y., Fabiano-Tixier, A. S., Vian, M. A., & Chemat, F. (2013). Solvent-free microwave extraction of bioactive compounds provides a tool for green analytical chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 47, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2013.02.007>
- Li, Y., Li, S., Lin, S.-J., Zhang, J.-J., Zhao, C.-N., & Li, H.-B. (2017). Microwave-Assisted Extraction of Natural Antioxidants from the Exotic *Gordonia axillaris* Fruit: Optimization and Identification of Phenolic Compounds. *Molecules*, 22(9), 1481. <https://doi.org/10.3390/molecules22091481>
- Marques, S. R. R., Azevêdo, T. K. B., Castilho, A. R. F. de, Braga, R. M., & Pimenta, A. S. (2021). Extraction, Quantification, And FTIR Characterization Of Bark Tannins Of Four Forest Species Grown In Northeast Brazil. *Revista Árvore*, 45, e4541. <https://doi.org/10.1590/1806-908820210000041>
- Mohamed El-Rafie, H., & Abdel-Aziz Hamed, M. (2014). Antioxidant and anti-inflammatory activities of silver nanoparticles biosynthesized from aqueous leaves extracts of four *Terminalia* species. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 5(3), 035008. <https://doi.org/10.1088/2043-6262/5/3/035008>
- Murni Yuniwati, Kelvin Tanadi, Ganjar Andaka, & Bambang Kusmartono. (2019). Pengaruh waktu, suhu, dan kecepatan pengadukan terhadap proses pengambilan tanin dari pinang. *Jurnal Teknologi*.
- Nugroho, C. T., Pratikno, H., & Purniawan, A. (2017). Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18090>
- Nur, Wulandari, E., Indo. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji dan Daun Mangga Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja St-37.
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, 71(11–12), 1198–1222. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010>
- Pranata, R. M. (2015). Pemanfaatan Daun Gambir (*Uncaria Gambir* Roxb) Sebagai Green Inhibitor Korosi Pada Logam Besi dalam Medium NaCl 3%. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Rahmat Dewangga, dewi nofita. (2022). Optimasi Perbandingan Pelarut Etanol Air Terhadap Kadar Tanin pada Daun Matoa (*Pometia pinnata* J.R & G. Forst)

Secara Spektrofotometri. *Chimica et Natura Acta*.
<https://doi.org/10.24198/cna.v9.n3.36768>

- Rahmawati, H., Sri rejeki, E., & Nilawati, A. (2023). Uji Aktivitas Gel Tabir Surya Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Dengan Variasi Gelling Agent Carbopol 940 Secara In Vitro. *Jurnal.Untan.Ac.Id/Pkp/Indeks/EduNaturalia*.
- rizki, yunita. (2019). Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Pada Plat Gigi Tiruan Resin Akrilik Heat Cured.
- Rostagno, M. A. (Ed.). (2013). *Natural product extraction: Principles and applications*. RSC.
- Samosir, D., & Oko, S. (2023). Proteksi Korosi Pada Baja API 5L Dengan Inhibitor Organik Ekstrak Daun Bawang Dayak (*Eleutherme Americana Merr*) Dalam Lingkungan HCL 0,5 M. *Jurnal Teknik Kimia Vokasional (JIMSI)*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i1.362>
- Sari, N. W., & Fajri, M. (2018). Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminata (L)*). 2.
- Setyawati, R., & Daryanti, I. (2020). Identifikasi Boraks Menggunakan Ekstrak Ubi Jalar. *Jurnal Syntax Transformation*, 1(5), 162–166. <https://doi.org/10.46799/jst.v1i5.75>
- Sharma, A., Choudhary, G., Sharma, A., & Yadav, S. (2013). Effect of Temperature on Inhibitory Efficacy of *Azadirachta indica* Fruit on Acid Corrosion of Aluminium. 2(12).
- Shihab, M. Q. (2003). *Tafsir Al-Misbah: Kesan, Pesan, dan Keserasian AlQur'an* (Vol. 14). Lentera Hati.
- Skunda Dilliarosta, D. U. S. (2020). Konservasi Alam Mengenai Pohon di Daerah Padang. *journal of science Education and Teaching*.
- Sudiarti, T., Delilah, G. G. A., & Aziz, R. (2018). Besi dalam Qur'an dan Sains Kimia (Analisis Teoritis dan Praktis Mengenai Besi dan Upaya Mengatasi Korosi pada Besi. *Al-Kimiya*, 5(1), 7–16. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3720>
- Tambun, R., Limbong, H. P., Nababan, P., & Sitorus, N. (2015). Kemampuan Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Besi pada Medium Asam Klorida. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 37(2), 73. <https://doi.org/10.24817/jkk.v37i2.1815>
- Touhami, F., Aouniti, A., Abed, Y., Hammouti, B., Kertit, S., Ramdani, A., & Elkacemi, K. (2000). Corrosion inhibition of armco iron in 1 M HCl media by new bipyrazolic derivatives. *Corrosion Science*, 42(6), 929–940. [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(99\)00123-7](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(99)00123-7)

- Utomo, S. (2015). Pengaruh Konsentrasi Larutan NaNO_2 Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Besi Dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi*, 7(2).
- Widiyana, M. E. (2020). Ekstraksi Senyawa Tanin Daun Nipah (*Nypa fruticans*). repository.unhas.
- Xu, W., Han, E.-H., & Wang, Z. (2019). Effect of tannic acid on corrosion behavior of carbon steel in NaCl solution. *Journal of Materials Science & Technology*, 35(1), 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2018.09.001>
- Zahar, N. A., Hanun, N. Z., Yulistiani, F., & Heriyanto. (2021). Studi Literatur Implementasi Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) untuk Ekstraksi Fenol dengan Pelarut Etanol. *Fluida*, 14(2), 80–87. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.2542>
- Zarwinda, I., & Sartika, D. (2019). Perubahan Suhu Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kafein Dalam Kopi. *Lantanida Journal*, 6(2), 180. <https://doi.org/10.22373/lj.v6i2.3811>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar prosedur kerja selama penelitian

Daun ketapang dioven suhu 60°C



Daun ketapang setelah dioven



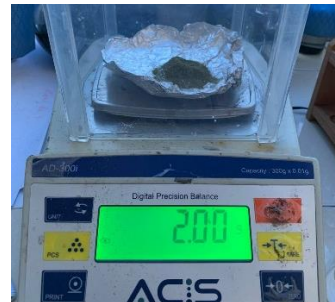
Dihaluskan dengan blender



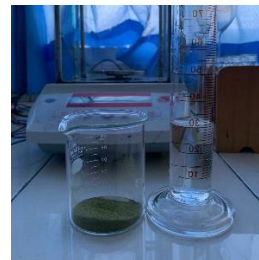
Diayak dengan ayakan 50 mesh


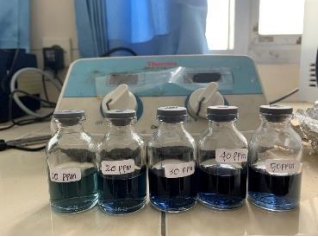

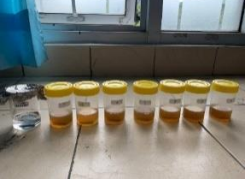
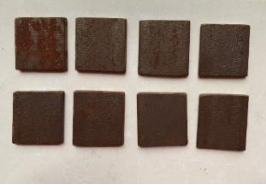


Bubuk daun ketapang setelah diayak



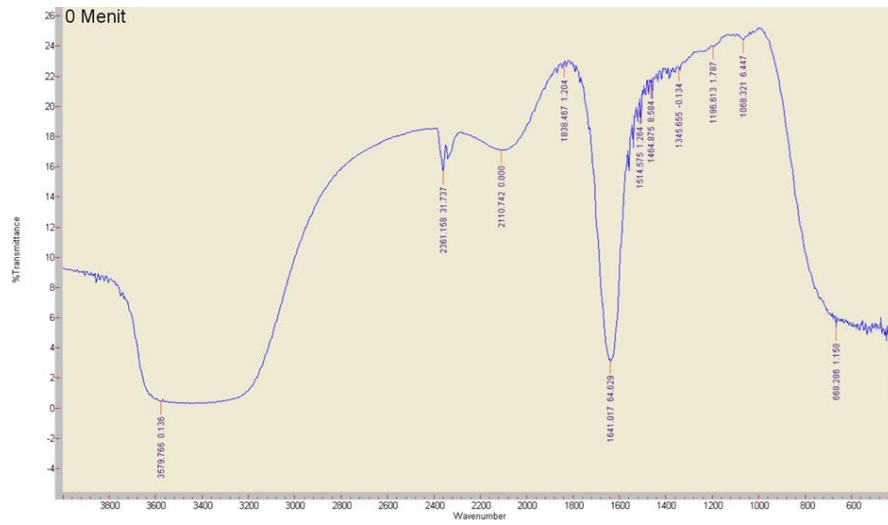
Sampel masing-masing ditimbang 2 gram



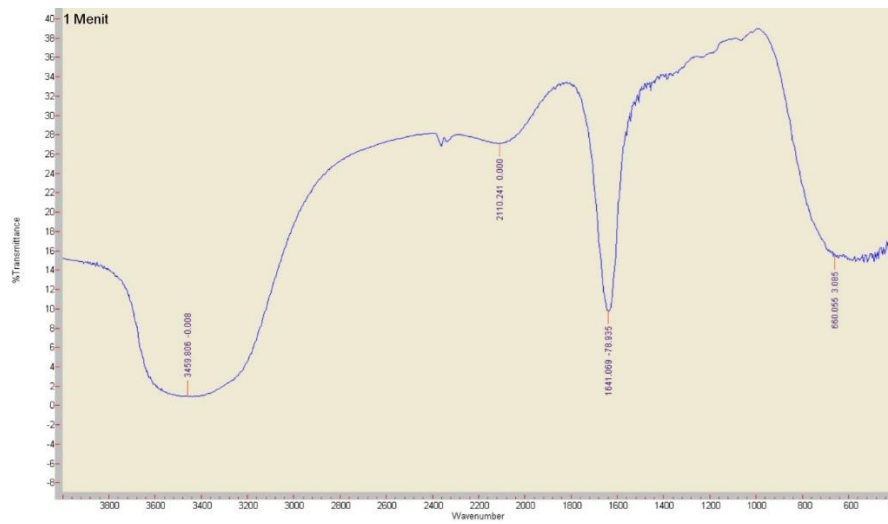
<p>Sampel masing-masing dimasukkan di beaker glass</p>	<p>Setiap sampel ditambahkan 30 ml aquades</p>
 <p>Diaduk dengan stirer selama 5 menit</p>	 <p>Ekstraksi dengan microwave</p>
 <p>Sampel disaring untuk memperoleh filtrat</p>	 <p>Filtrat ekstrak berada dibawah</p>
 <p>Pembuatan larutan standart senyawa tanin</p>	 <p>Preparasi baja yang akan direndam</p>
 <p>Baja direndam dalam larutan korosif dengan dan tanpa inhibitor</p>	 <p>Baja setelah direndam dengan dan tanpa inhibitor</p>

Lampiran 2. Data FTIR

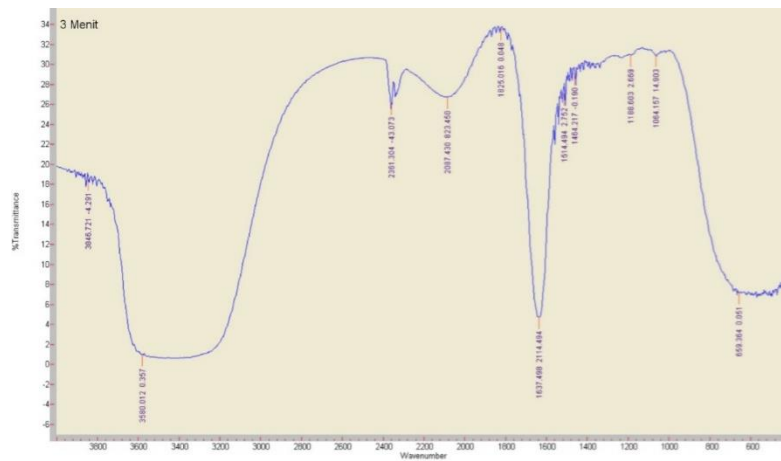
1. Tanin 0 menit



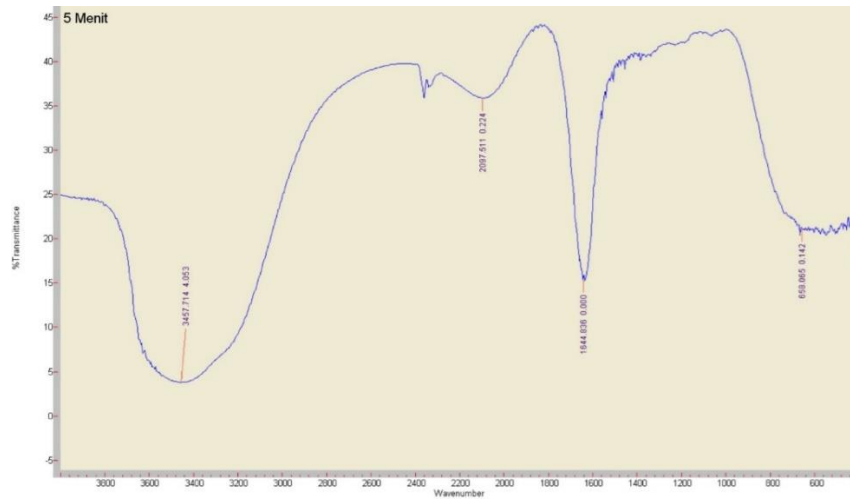
2. Tanin 1 menit



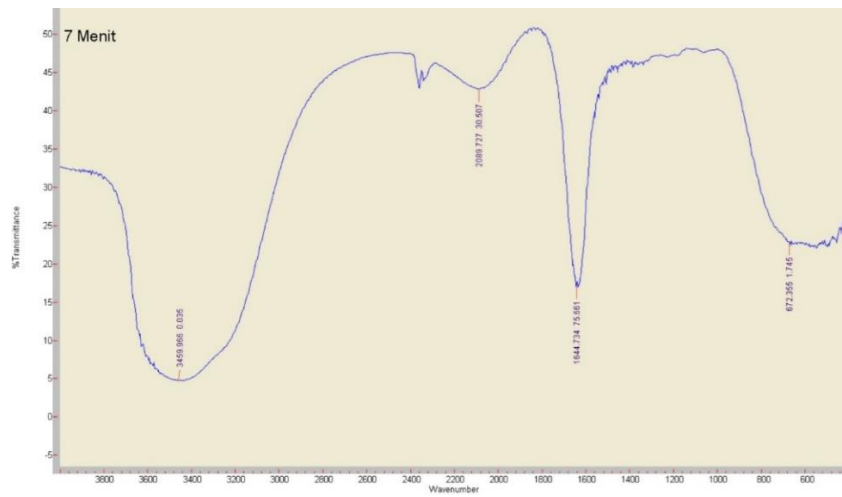
3. Tanin 3 menit



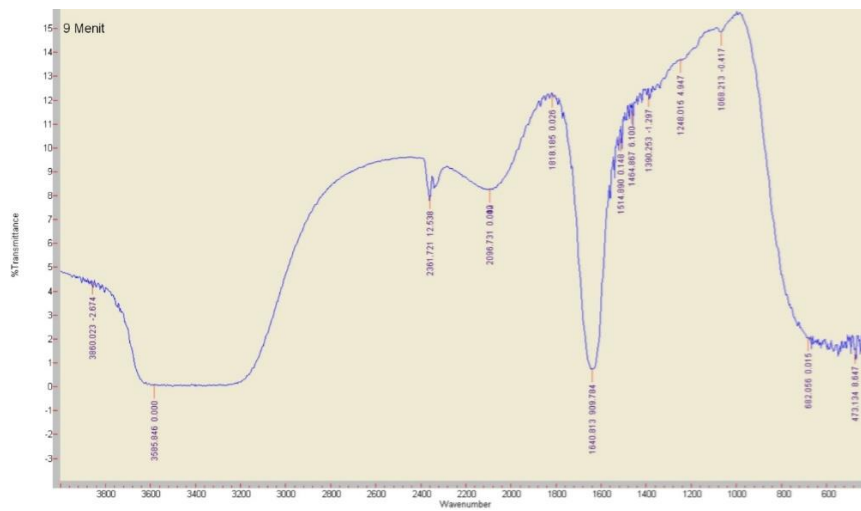
4. Tanin 5 menit



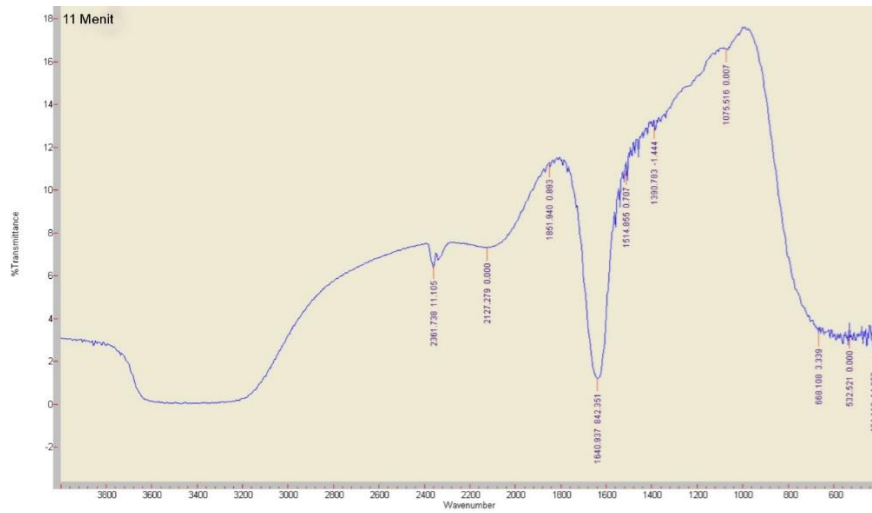
5. Tanin 7 menit



6. Tanin 9 menit

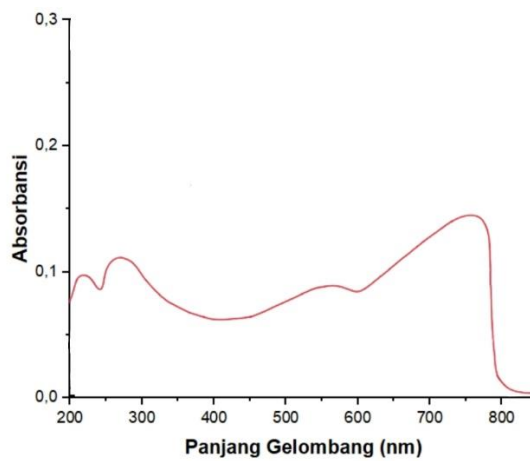


7. Tanin 11 menit

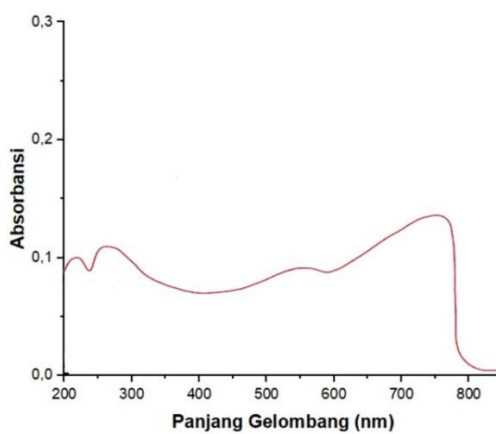
**Lampiran 3.** Data dan perhitungan UV-Vis

Panjang gelombang ekstrak daun ketapang

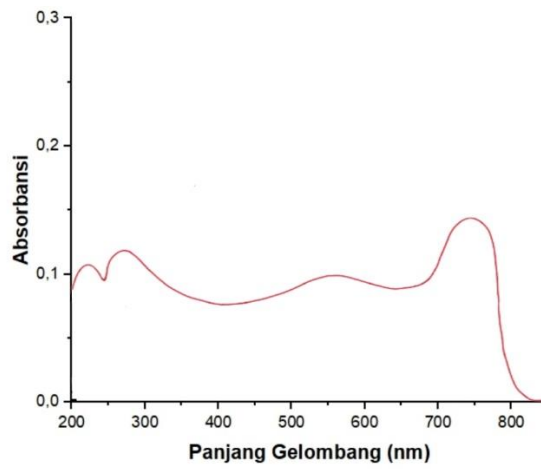
0 menit



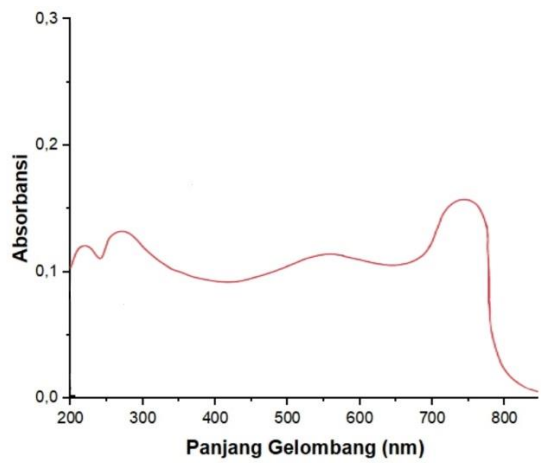
1 menit



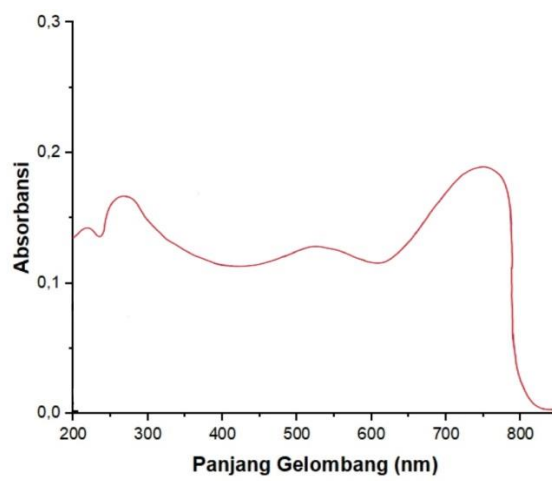
3 menit



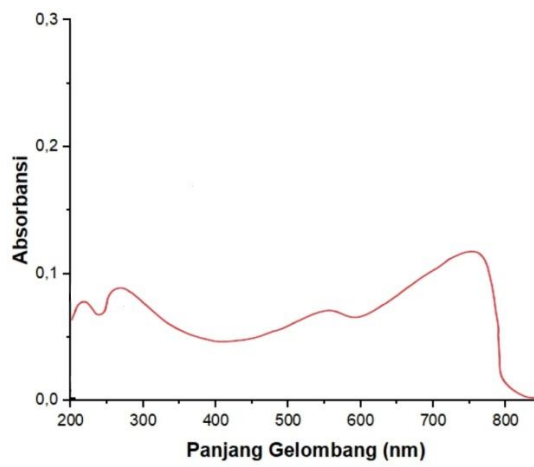
5 menit



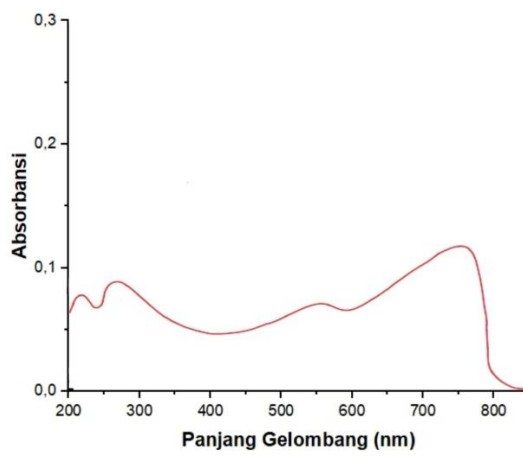
7 menit



9 menit



11 menit



Absorbansi senyawa tanin

5/16/2023

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi Sampel Tanin

Tanggal Analisa : 21 Maret 2023

Advanced Reads Report

Report time 3/21/2023 4:03:53 PM
 Method
 Batch name D:\Layanan Analisa\Fisika UIN\Adi
 Renie\Absorbansi Sampel Tanin fp 20x
 (21-03-2023).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 765.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.0977)	765.0

Analysis

Collection time 3/21/2023 4:03:53 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
0					0.1316 0.1318 0.1307
		0.1313	0.0007	0.50	
1					0.1414 0.1412 0.1412
		0.1413	0.0001	0.10	
3					0.1465 0.1461 0.1461
		0.1463	0.0002	0.17	
5					0.1619 0.1618 0.1612
		0.1616	0.0003	0.21	
7					0.1963 0.1969 0.1961
		0.1965	0.0004	0.21	
9					0.1309 0.1318 0.1307
		0.1311	0.0006	0.43	
11					0.1295 0.1292 0.1295
		0.1294	0.0001	0.11	

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Lampiran 4. Uji Mikroskop optik dan imagej