

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Istarina dkk. (2015) memanfaatkan buah ketapang sebagai ekstrak dengan menggunakan pelarut methanol sebagai antibakteria penghambat pertumbuhan bakteri *staphylococcus epidermidis* dan *salmonella typhi*. Ekstrak buah ketapang dari hasil penguapan teruji mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, dan steroid.

Rorong (2015), melakukan analisis konsentrasi senyawa fenolik dari ekstrak Jerami padi. Ekstrak menggunakan metode maserasi dengan beberapa jenis pelarut yaitu akuades panas, methanol dan petroleum eter. Kandungan fenol ekstrak Jerami padi dengan pelarut akuades dan methanol 40, 60, 80% diketahui sebesar 2,34; 2,39; 2,72; dan 2,59 mg as.galat/kg. Sedangkan uji kandungan fenol ekstrak Jerami padi menggunakan akuades dan etanol 25, 50, 75 dan 100% dan petroleum eter diketahui sebesar 1,285; 1,406; 1,47; 1,501 dan 1,177 mg/L.

Penelitian Akbar (2019) tentang ekstraksi buah jambu biji yang digunakan sebagai inhibitor korosi ramah lingkungan. Tujuan dilakukan penelitian tersebut adalah mengetahui potensi buah jambu biji merah sebagai *green inhibitor*. Metode maserasi digunakan dalam penelitian ini. Pengujian kinerja inhibitor dilakukan menggunakan metode laju korosi besi dengan mengamati logam yang direndam air laut dan air sumur. Pengujian adanya senyawa fitokimia meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, terpenoid, tannin dan polifenol. Hasil ekstrak jambu biji merah aktif mengandung senyawa flavonoid, terpenoid, dan tannin. Pengujian laju korosi didapatkan hasil paling efisien pada pemberian ekstrak dengan konsentrasi 25% dengan nilai laju reaksi sebesar 98,39% pada air sumur dan 99,75% pada air laut.

Penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dkk. (2018) melakukan ekstraksi daun tembakau yang digunakan sebagai inhibitor korosi pada logam baja dan alumunium. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi

inhibitor ekstrak daun tembakau pada laju korosi dan efisiensi inhibisi korosi logam baja karbon dan alumunium dalam maedia larutan HCl 0,1 M. Analisis kandungan kimia pada ekstrak dilakukan dengan *Gas Chromatography-Mass Spectroforometry*. Hasil ekstrak tembakau dapat digunakan sebagai *green corrosion inhibitor* terlihat dari keefektifan ekstrak dalam menurunkan laju korosi logam dalam larutan HCl 0,1 M. Efisiensi inhibitor tertinggi diperoleh pada konsentrasi inhibitor 700 mg/L dengan nilai laju korosi sebesar 71,71% pada logam baja karbon dan 72,44 % pada logam alumunium. Hasil pengujian dengan SEM (*Scanning Elektron Microscope*) menunjukkan semakin tinggi konsentrasi inhibitor semakin tinggi pula tingkat proteksi logam terhadap korosi.

Hermawan dkk. (2018) melakukan penelitian pada buah ketapang untuk mengetahui kadar polifenol dan aktifitas antioksidan pada ekstrak buah ketapang. Dari hasil ekstraksi dan uji kualitas ekstrak didapatkan kadar polifenol ekstrak sebesar 2,83 mg SAG/g dengan pelarut etilasetat dan 7,52 mg SAG/g dengan pelarut methanol. Aktifitas antioksidan ekstrak dengan nilai IC_{50} sebesar 148,61ppm dengan pelarut etilasetat, nilai IC_{50} 53,36 ppm dengan pelarut methanol dan nilai IC_{50} 2,77 ppm dengan vitamin C.

Penelitian yang dilakukan oleh Maksum. (2011) tentang pemanfaatan sekam padi beras hitam sebagai inhibitor korosi yang ramah lingkungan. Penelitian tersebut bertujuan untuk mempelajari efektifitas penghambat korosi pada *mild steel* dalam larutan HCl 1M menggunakan ekstrak sekam padi. Hasil ekstrak sekam padi beras hitam diketahui dapat menghambat laju korosi *mild steel*. Efisiensi tertinggi sebesar 91.19% dan nilai *corrosion rate* terendah sebesar 0,63 mm/y dengan penambahan ekstrak dengan konsentrasi 2000 ppm.

Penelitian Kayadoe dkk. (2015) menggunakan ekstrak daun pandan sebagai inhibitor korosi pada baja dalam larutan H_2SO_4 . Penelitian tersebut bertujuan untuk menunjukkan adanya senyawa-senyawa bio-oil berupa flavonoid, alkaloid, steroid, dan tannin serta mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap efisiensi inhibisi korosi logam baja. Hasil uji ekstrak daun pandan diketahui positif mengandung senyawa-senyawa bio-oil berupa flavonoid, alkaloid, steroid, dan tannin sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi logam. Sedangkan

konsentrasi ekstrak berpengaruh dalam efisiensi inhibisi. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi efisiensi inhibisi yang ditunjukkan. Efisiensi inhibisi paling tinggi diperoleh pada konsentrasi ekstrak sebesar 0,8% dengan nilai efisiensi 89,9%. Efisiensi yang tinggi menunjukkan laju korosi yang rendah.

Penelitian Rochmat dkk. (2019) menggunakan senyawa tannin dari ekstrak daun ketapang yang digunakan untuk inhibisi korosi pada baja *mild steel*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan senyawa tannin dalam ekstrak daun ketapang dalam menghambat laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pelapisan tannin pada material logam menyebabkan laju korosi semakin kecil yaitu sebesar 171,77460 mmpy (milimeter per years).

Sudiarti dkk. (2019) menggunakan ekstrak kulit buah manggis sebagai inhibitor korosi baja. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui aktivitas inhibisi ekstrak kulit buah manggis pada baja karbon dan mengetahui senyawa yang terkandung dalam ekstrak. Hasil uji ekstrak menunjukkan bahwa terdapat senyawa-senyawa bio-oil yang meliputi alkaloid, tannin dan flavonoid sehingga ekstrak berfungsi sebagai inhibitor korosi. Konsentrasi optimum untuk mendapatkan efisiensi inhibisi tertinggi ialah 40 ppm dengan nilai inhibisi 60,37%.

Penelitian yang dilakukan oleh Amburika & Sutoyo (2019) menggunakan ekstrak tumbuhan paku sebagai inhibitor korosi logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan efisiensi inhibisi korosi ekstrak tumbuhan paku dan *screening* senyawa fitokimia bio-oil yang terdapat pada tumbuhan paku yang berperan dalam inhibisi korosi logam. Hasil penelitian menunjukkan adanya senyawa alkaloid dan flavonoid sehingga ekstrak tanaman paku berpotensi digunakan sebagai inhibitor organik. Nilai inhibisi tertinggi sebesar 57,27% pada konsentrasi ekstrak 2500 ppm dan memiliki nilai laju korosi sebesar 0,000173 gram/cm²hari.

Rumiyanti dkk. (2019) melakukan penelitian terhadap ekstrak daun sirsak yang bertujuan untuk mengetahui skrining senyawa bio-oil pada ekstrak dan pengaruhnya terhadap laju korosi logam baja karbon ST 37. Hasil uji ekstrak menunjukkan adanya senyawa bio-oil berupa saponin, terpenoid, tannin, alkaloid

dan juga flavonoid menandakan ekstrak daun sirsak memiliki potensi digunakan sebagai inhibitor korosi pada logam. Penambahan konsentrasi ekstrak daun sirsak dapat meningkatkan inhibisi korosi baja. Nilai inhibisi korosi baja mencapai titik tertinggi dengan nilai 97,49% pada konsentrasi ekstrak 35%.

Penelitian yang dilakukan oleh Wajilan dkk. (2021) membuat bio-oil dari ekstrak daun bakau (*Rhizophora mucronata Lamk.*) untuk mengetahui skринning senyawa bio-oil berupa alkaloid, flavonoid, saponin dan tannin pada ekstrak dan pengaruhnya terhadap laju korosi. Hasil uji ekstrak menunjukkan adanya senyawa bio-oil berupa flavonoid, saponin dan tannin sehingga bio-oil yang didapatkan berpotensi sebagai inhibitor korosi.

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1	Istarina dkk. (2015)	Mengetahui aktifitas ekstrak methanol buah ketapang muda mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid dan steroid	Ekstrak buah ketapang muda yang diiris tipis dan dikeringkan menggunakan pelarut methanol selama 72 jam dan di ekstrak menggunakan <i>rotary evaporator</i> pada suhu 40°C selama 8 jam pada kecepatan 120 rpm mengandung senyawa metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, waktu maserasi, tujuan.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>dan steroid. Ekstrak mempunyai daya hambat pertumbuhan kuat dan sedang. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak pada pelarut DMSO (<i>Dimetil Sulfuroksida</i>)10% semakin kuat daya antibakteri terhadap pertumbuhan <i>Staphylococcus epidermidis</i> dan <i>Salmonella typhi</i>.</p>	
2	Rorong (2015)	Menganalisis konsentrasi senyawa fenolik dari ekstrak jerami padi.	Ekstrak jerami serbuk jerami menggunakan pelarut berupa akuades panas, matanol, dan petroleum selama 48 jam dan diekstrak dengan <i>rotary evaporator</i>	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, waktu maserasi, tujuan.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>selama 5 jam mengandung senyawa fenolik yang berbeda dari tiap jenis pelarut yang berbeda. Pada ekstrak pelarut akuades dan methanol 40, 60, 80% dihasilkan kandungan senyawa fenol sebesar 2,34; 2,39; 2,72; dan 2,59 mg as.galat/kg. Sedangkan ekstrak dengan pelarut akuades dan etanol 25, 50, 75 dan 100% dan petroleum eter dihasilkan kandungan fenol sebesar 1,285; 1,406; 1,47; 1,501 dan 1,177 mg/L.</p>	

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3	Akbar (2019)	Mengetahui potensi ekstrak buah jambu biji merah sebagai <i>green inhibitor</i> pada paku besi dalam media air dan air laut.	Ekstrak jambu biji merah yang dimaserasi selama 48 jam menggunakan pelarut etanol dan diekstraksi dengan <i>rotary evaporator</i> selama 2 jam pada suhu 100°C aktif mengandung senyawa flavonoid, terpenoid, dan tannin. Pengujian laju korosi didapatkan hasil paling efisien pada pemberian ekstrak dengan konsentrasi 25% dengan nilai laju reaksi sebesar 98,39% pada air sumur dan 99,75% pada air laut.	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh.
4	Setiawan dkk. (2018)	Mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak	Efisiensi inhibitor ekstrak daun tembakau dari pencampuran daun	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, waktu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		<p>daun tembakau pada laju korosi dan efisiensi inhibisi korosi logam baja karbon dan alumunium dalam media larutan HCl 0,1 M.</p>	<p>tembakau kering dan akuades yang dipanaskan dalam labu leher tiga selama 2 jam selama 100°C. efisiensi inhibitor tertinggi diperoleh pada konsentrasi inhibitor 700 mg/L dengan nilai laju korosi sebesar 71,71% pada logam baja karbon dan 72,44 % pada logam alumunium. Hasil pengujian dengan SEM (<i>Scanning Elektron Microscope</i>) menunjukkan semakin tinggi konsentrasi inhibitor semakin tinggi pula tingkat proteksi logam terhadap korosi.</p>	<p>maserasi, tujuan, jenis logam.</p>

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
5	Hermawan dkk. (2018)	Mengetahui senyawa bio-oil, kadar polifenol dan aktifitas antioksidan pada ekstrak buah ketapang segar.	Bio-oil didapatkan dari ekstrak buah ketapang segar yang dikeringkan dan dihaluskan hingga 20 mesh kemudian dilarutkan menggunakan etil asetat 75% selama 24 jam. Senyawa bio-oil yang terkandung di dalamnya meliputi flavanoid, tanin dan saponin. Kadar polifenol sebesar 2,83 mg SAG/g dengan pelarut etilasetat dan 7,52 mg SAG/g dengan pelarut methanol. Aktifitas antioksidan ekstrak dengan nilai IC ₅₀ sebesar 148,61 ppm dengan pelarut etilasetat, nilai IC ₅₀ 53,36 ppm dengan	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, waktu maserasi, tujuan.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			pelarut methanol dan nilai IC ₅₀ 2,77 ppm dengan vitamin C.	
6	Kayadoe dkk. (2015)	Menunjukkan adanya senyawa-senyawa bio-oil berupa flavonoid, alkaloid, steroid, dan tannin serta mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak daun pandan terhadap efisiensi inhibisi korosi logam baja.	Ekstrak daun pandan yang didapat dari melarutkan serbuk kering daun pandan pada etanol 96% selama 5 hari diketahui positif mengandung senyawa-senyawa bio-oil berupa flavonoid, alkaloid, steroid, dan tannin sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi logam. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi pada baja sebesar 89,9% diperoleh pada konsentrasi ekstrak 0,8%.	Bahan baku, waktu maserasi, jenis logam.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
7	Rochmat dkk. (2019)	Mengetahui kemampuan senyawa tannin dalam ekstrak daun ketapang dalam menghambat laju korosi.	Pengaruh pelapisan tannin bio-oil ekstrak daun ketapang pada ukuran kecil yang dilarutkan menggunakan pelarut butil alkohol selama 2 x 15 menit dengan bantuan gelombang ultrasonik pada material logam <i>mild steel</i> dalam <i>pipeline</i> menyebabkan laju korosi semakin kecil yaitu sebesar 171,77460 mmpy.	Bahan baku, metode ekstraksi.
8	Sudiarti dkk. (2019)	Mengetahui ekstrak kulit buah manggis sebagai inhibitor baja karbon dan mengetahui senyawa yang terkandung dalam ekstrak.	Ekstrak kulit buah manggis dari proses maserasi serbuk kulit buah manggis menggunakan pelarut etil asetat selama 72 jam dan	Bahan baku, jenis pelarut, proses, waktu maserasi, jenis logam.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			diekstrak menggunakan <i>rotary evaporator</i> pada rentang suhu 30 – 400 °C mengandung senyawa-senyawa bio-oil yang meliputi alkaloid, tannin dan flavonoid sehingga ekstrak berfungsi sebagai inhibitor korosi. Konsentrasi optimum untuk mendapatkan efisiensi inhibisi tertinggi ialah 40 ppm dengan nilai inhibisi 60,37%.	
9	Amburika & Sutoyo (2019)	Mengetahui konsentrasi dan efisiensi inhibisi korosi pada logam baja ASTM36 dan <i>screening</i> senyawa fitokimia dalam bio-oil.	Hasil penelitian dari bio-oil tumbuhan paku yang didapat dari proses maserasi serbuk halus tumbuhan paku perak dengan	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, waktu maserasi, jenis logam.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>pelarut methanol selama 3 kali 24 jam dan diekstrak dengan <i>rotary evaporator</i> menunjukkan adanya senyawa alkaloid dan flavonoid. Nilai inhibisi tertinggi sebesar 57,27% pada konsentrasi ekstrak 2500 ppm dan memiliki nilai laju korosi sebesar 0,000173 gram/cm²hari.</p>	
10	Rumiyanti dkk. (2019)	Mengetahui <i>skinning</i> senyawa bio-oil pada ekstrak daun sirsak dan pengaruhnya terhadap laju korosi logam baja karbon ST 37.	Ekstrak daun sirsak yang didapat dari proses maserasi serbuk daun sirsak kering menggunakan pelarut etanol 70% kemudian diekstrak menggunakan <i>rotary evaporator</i>	Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh, jenis logam.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>Terdapat senyawa bio-oil berupa saponin, terpenoid, tannin, alkaloid dan juga flavonoid menandakan ekstrak daun sirsak dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada logam. Nilai inhibisi korosi baja mencapai titik tertinggi dengan nilai 97,49% pada konsentrasi ekstrak 35%.</p>	
11.	Wajilan dkk. (2021)	<p>Membuat bio-oil dari ekstrak daun bakau (<i>Rhizophora mucronata Lamk.</i>) untuk mengetahui skrinning senyawa bio-oil berupa alkaloid, flavonoid, saponin dan tannin pada ekstrak dan pengaruhnya</p>	<p>Bio-oil yang didapatkan dari ekstraksi daun bakau kering (<i>Rhizophora mucronata Lamk.</i>) menggunakan pelarut etanol 96% dengan waktu maserasi selama 2 hari dan diekstrak</p>	<p>Bahan baku, jenis pelarut, ukuran mesh.</p>

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		terhadap laju korosi.	menggunakan <i>rotary evaporator</i> mengandung senyawa bio-oil berupa flavonoid, saponin dan tannin sehingga bio-oil yang didapatkan berpotensi sebagai inhibitor korosi.	

2.2 Teori-teori yang relevan

2.2.1 Jerami Padi

Jerami padi merupakan limbah pertanian yang banyak dihasilkan dari para petani padi (Dewantari, 2016). Sedangkan menurut KBBI (2016), jerami adalah bagian batang padi dengan kondisi sudah kering atau sudah mengalami kerontokan padi (dituai) baik kondisi batang padi tersebut sudah dipotong maupun belum dalam kondisi dipotong. Setelah padi dituai atau dirontokan maka bagian-bagian dari jerami akan lebih terlihat. Handoko (2022) menyebutkan bagian-bagian jerami menjadi tiga bagian yaitu

- Batang, batang jerami hanya berukuran sebesar lidi kelapa dan memiliki rongga udara yang panjang.
- Ranting, ranting jerami merupakan tempat menempelnya padi, berbentuk lebih kecil dari batang dan menyerupai rambut yang bercabang akan tetapi kuat menahan berat butiran padi.
- Selongsong, selongsong jerami merupakan bagian pangkal daun yang membungkus batang jerami.



Gambar 2.1 Limbah jerami (Anonim, 2019)

Jerami memiliki komposisi senyawa selulosa sebanyak 34,2%; hemiselulosa 26,1%; lignin 11,71%; abu 17,11%; pektin 2,8% dan 3,0% protein (Umaningrum dkk., 2018). Rorong (2015) menyebutkan bahwa jerami padi juga mengandung komponen berupa senyawa polifenol, flavonoid dan tannin sehingga jerami padi berpotensi digunakan sebagai inhibitor korosi.

2.2.2 Buah Ketapang

Tanaman Ketapang atau dapat disebut juga *Terminalia catappa L* merupakan tanaman dalam kelompok familia *Cobretaceae*. Menurut Fitriani (2022) tanaman ketapang memiliki klasifikasi sebagai berikut

Kingdom : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Classis : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Familia : Combretaceae
Genus : Terminalia
Species : *Terminalia catappa L*.



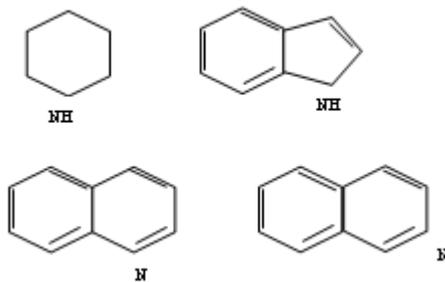
Gambar 2.2 Limbah buah ketapang

Buah Ketapang adalah buah yang berasal dari tanaman yang tumbuh liar dan pohon ketapang biasanya digunakan sebagai tumbuhan peneduh. Masyarakat tradisional memanfaatkan buah ketapang sebagai obat untuk beberapa penyakit, diantaranya penyakit jantung, liver, kulit, pernafasan sampai insomnia (Istarina dkk., 2015). Menurut Visitia & Indah (2013) menyebutkan bahwa buah ketapang mengandung senyawa-senyawa yang dapat diindikasikan sebagai herbisida nabati karena dapat memberikan efek fitotoksitas pada rumput teki. Senyawa-senyawa tersebut antara lain fenol dan asam fenolik, alkaloid, flavonoid, tannin, triterpenoid/steroid, dan saponin.

2.2.3 Bio-oil

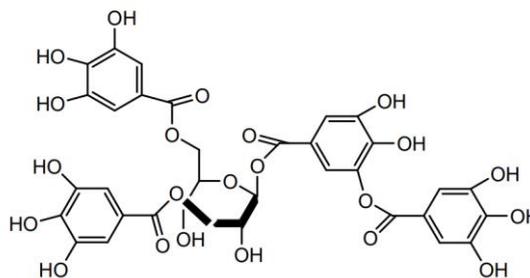
Bio-oil adalah minyak yang dihasilkan dengan proses ekstraksi suatu tanaman yang mengandung zat aktif tertentu yang diketahui memiliki manfaat tertentu (Susanti & Siregar, 2016). Febriyanti dkk. (2019) menyatakan bahwa bio-oil merupakan sejenis minyak bakar yang terbuat dari bahan nabati seperti biomassa hasil hutan, hasil pertanian, serta bahan lain yang memiliki senyawa lignin selulosa. Rosyida dkk. (2022) menyebutkan bio-oil dari ekstrak tembakau mengandung beberapa senyawa seperti alkaloid, flavonoid dan triterpenoid yang berfungsi sebagai antijamur. Selain sebagai anti jamur, senyawa-senyawa bio-oil memiliki beberapa manfaat lain. Wajilan dkk. (2021) menyebutkan bahwa senyawa alkaloid, flavonoid, saponin dan tannin dapat digunakan sebagai inhibitor korosi. Rumiyanthi dkk. (2019) juga menyebutkan senyawa bio-oil berupa saponin, triterpenoid, tannin, alkaloid dan juga flavonoid dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada logam. Menurut Istarina dkk. (2015) senyawa-senyawa bio-oil juga efektif digunakan sebagai bakterisida dan berperan penting dalam penyembuhan penyakit yang disebabkan karena bakteri dan jamur.

Alkaloid merupakan senyawa yang terdapat pada tanaman bersifat basa dan merupakan senyawa turunan dari asam amino yang mengandung nitrogen serta cincin heterosiklis yang berperan sebagai garam asam organik pada tanaman (Warniah, 2018). Rumus molekul dasar alkaloid dapat dilihat pada gambar 2.1.



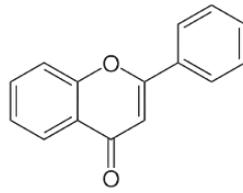
Gambar 2.3 Struktur alkaloid (Warniah, 2018)

Tannin merupakan salah satu senyawa bio-oil yang berperan sebagai inhibitor korosi. Tannin memiliki sifat yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam dan merupakan senyawa organik yang ramah lingkungan. Selain itu, tannin merupakan senyawa polifenol alam yang memiliki struktur besar membentuk makromolekul dan mengandung gugus -OH atau hidroksil sehingga tannin dapat digunakan sebagai inhibitor korosi bagi logam. Senyawa tannin yang dihasilkan dalam bio-oil sebanyak 37.5% (Rochmat dkk., 2019).



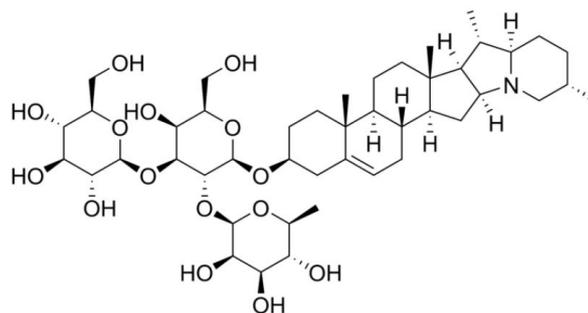
Gambar 2.4 Struktur tannin (Noer dkk., 2018)

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tersebar luas di alam karena mempunyai gugus hidroksil (Latifah, 2008). Flavonoid merupakan senyawa fenolik yang terdapat banyak dalam jaringan tanaman. Hampir semua bagian tanaman mengandung senyawa flavonoid seperti akar, batang atau kayu, daun, kulit batang, bunga hingga biji buah tanaman (Latifah, 2008). Flavonoid terdiri atas kerangka karbon yang terbagi atas enam sub kelompok utama antara lain flavon, flavonol, flavanon, isoflavone dan antosianidin (Warniah, 2018).



Gambar 2.5 Struktur flavonoid C₆C₃C₆ (Warniah, 2018)

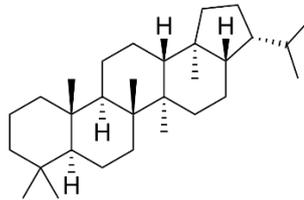
Saponin merupakan senyawa yang tersebar luas pada tanaman tingkat tinggi (Daryanti, 2007). Saponin merupakan senyawa kimia yang terdapat pada tanaman yang memberikan rasa pahit (Rahmawati dkk., 2017). Saponin memiliki sifat seperti sabun yang apabila dikocok dengan air akan menimbulkan busa dan pada konsentrasi rendah akan menyebabkan hemolisis pada sel darah merah (Latifah, 2008). Struktur senyawa saponin terdiri atas aglikon yang berupa triterpenoid dan steroid, aglikon bertindak sebagai detergen biologis yang akan membentuk busa apabila diaduk dengan air (Fadhilah, 2016). Saponin bersifat sebagai antibakteri, dalam hal ini saponin bekerja dalam merusak membran sel bakteri dengan berinteraksi bersama dinding sel bakteri akibat peningkatan permeabilitas membran (Fadhilah, 2016).



Gambar 2.6 Struktur senyawa saponin (Fadhilah, 2016)

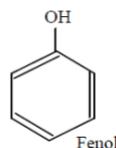
Triterpenoid merupakan senyawa dalam tumbuhan yang berbau dan dapat diisolasi menggunakan penyulingan menjadi minyak atsiri (Aini, 2016). Triterpenoid ditemukan pada tumbuhan bebas, berbiji dan sebagai glikosida (Aini, 2016). Triterpenoid mempunyai kerangka karbon yang berasal dari enam satuan isoprene (2-metilbuta-1,3-diene) atau kerangka karbon yang dibangun atas enam C₅

dan turunan dari C₂₀ asiklik serta memiliki gugus alkohol, aldehida atau asam karboksilat (Balafif dkk., 2013). Senyawa triterpenoid memiliki aktivitas farmakologi berupa antiviral, antibacterial, antiinflamasi dan inhibisi terhadap logam hingga sebagai anti kanker (Balafif dkk., 2013).



Gambar 2.7 Struktur senyawa triterpenoid (Aprianto, 2016).

Polifenol merupakan senyawa yang berasal dari tumbuhan yang terdiri dari aneka ragam senyawa. Senyawa polifenol memiliki karakteristik adanya cincin aromatic yang memiliki gugus -OH (hidroksil) (Katon & Sujarnoko, 2017). Senyawa polifenol banyak ditemukan pada buah-buahan, sayur-sayuran dan minuman yang berasal dari buah-buahan (Fadhilah, 2016). Polifenol didefinisikan berdasarkan sifat rantai karbon, pola hidroksilasi, keberadaan stereoisomer dan keadaan oksidasi, flavonoid, dan asilasi dari cincin heterosiklik (Fadhilah, 2016).



Gambar 2.8 Struktur senyawa fenol (Illing dkk., 2017)

2.2.4 Inhibitor Korosi

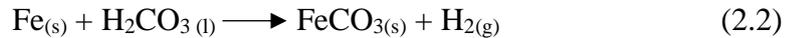
Korosi atau dalam bahasa sehari-hari disebut juga dengan pengkaratan merupakan suatu proses kerusakan ataupun penurunan kualitas logam yang disebabkan karena adanya reaksi kimia antara logam dan lingkungan (Amburika & Sutoyo, 2019). Korosi merupakan suatu proses terdegradasinya material logam karena reaksi elektrokimia logam dengan lingkungan sekitar dan menyebabkan logam mengalami penurunan sifat mekanik sehingga dalam aspek ekonomi

menyebabkan kerugian (Setiawan dkk., 2018). Selain kerugian secara ekonomi, korosi juga menyebabkan kerugian lain terutama dalam sektor industri yang sebagian peralatannya menggunakan alat yang terbuat dari logam. Terdapat dua aspek penyebab terjadinya korosi yaitu jenis material penyusun logam dan faktor lingkungan seperti salinitas, efek pH dan temperature (Budiyanto, 2021). Fahriani (2021) menyebutkan bahwa proses korosi pada logam tidak dapat dicegah, akan tetapi proses korosi dapat diperlambat menggunakan cara proteksi dengan katodik dan anodik, pelapisan, ataupun menambahkan inhibitor pada logam.

Inhibitor merupakan suatu senyawa yang memiliki konsentrasi kecil, apabila ditambahkan ke lingkungan yang memiliki sifat elektrolit maka senyawa ini dapat menurunkan laju korosi (Drastinawati & Irianty, 2013). Mekanisme kerja inhibitor korosi dimulai dari teradsorpsinya senyawa inhibitor pada permukaan logam dan membentuk lapisan tipis tak kasap mata, senyawa inhibitor membentuk lapisan pasif karena pengaruh lingkungan (pH), lapisan inilah yang akan melindungi logam dan memperlambat laju korosi (Utomo, 2015).

Inhibitor korosi terbagi atas 2 jenis yaitu inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor anorganik didapatkan dari mineral yang tidak mengandung unsur karbon dan didasari atas senyawa kromat, nitrit, silikat dan fosfat (Warniah, 2018). Inhibitor organik terbuat dari bahan-bahan alam yang diekstraksi dan mengandung senyawa saponin, terpenoid, tannin, alkaloid dan flavonoid (Rumiyanti dkk, 2019). Inhibitor yang berasal dari bahan alami mengandung atom-atom N, O, P, S dan atom atau senyawa lain yang mempunyai pasangan elektron bebas (Warniah, 2018).

Proses terjadinya korosi akibat air menurut Ala dkk (2018) terjadi karena karbondioksida dalam air mempengaruhi korosi pada logam. Ketika karbondioksida terlarut dalam air maka akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang akan menurunkan pH air dan mempercepat korosi. Proses korosi pada logam memiliki reaksi sebagai berikut



Korosi juga terjadi pada lingkungan asam atau lingkungan yang memiliki pH rendah. Pada persamaan reaksi 2.2 terlihat bahwa besi pada larutan asam karbonat menghasilkan gas hidrogen dan larutan garam FeCO_3 . Pada reaksi tersebut logam besi terlarut atau terkorosi membentuk garam FeCO_3 dan mengalami pengikisan.

2.2.5 Besi

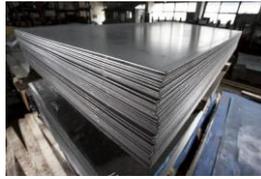
Besi merupakan material penunjang yang banyak digunakan dalam perkembangan teknologi dan industri dan memiliki peran besar di dalamnya (Akbar, 2019). Akan tetapi besi mudah berkarat atau mengalami korosi akibat reaksi oksidasi karena faktor lingkungan berupa air dan udara, sehingga dapat menimbulkan kerugian dari segi umur pakai material yang terbuat dari besi (Fatmawati, 2015).



Gambar 2.7 Paku besi (Maulana, 2021)

2.2.6 Mild Steel

Mild steel atau dapat disebut sebagai baja karbon rendah adalah material yang banyak diterapkan dan digunakan dalam berbagai bidang industri. Kelebihan penggunaan *mild steel* yaitu terdapat pada sifat mekanik dan fisiknya yang dapat ditingkatkan menggunakan proses perlakuan panas dan penambahan unsur paduan. Akan tetapi *mild steel* memiliki ketahanan yang rendah terhadap korosi, terlebih pada pengaplikasian di lingkungan yang korosif (Nugroho, 2015).



Gambar 2.8 *Mild steel* (Velling, 2020)

2.2.7 FTIR

FTIR merupakan instrumentasi yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi yang digunakan merupakan spektroskopi inframerah yang berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang kompleks yang terdiri dari banyak puncak. FTIR digunakan untuk mengetahui senyawa penyusun suatu sampel dan gugus fungsi yang banyak terikat pada suatu sampel penelitian. (Silviah dkk., 2019). Gugus fungsi merupakan kelompok senyawa yang terdiri dari satu atau lebih atom-atom berdasarkan sifat kimia yang khas, saling berikatan satu sama lain melalui ikatan kovalen (Dunia, 2022). Gugus fungsi yang terdapat pada bio-oil dapat dilihat pada tabel 2.2.

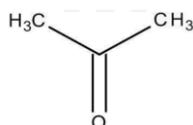
Tabel 2.2 Gugus fungsi yang terdapat pada bio-oil

No	Gugus Fungsi	Rentang Gelombang
1	-OH intermolekuler	3200 -3500 (Tamimi & Herdyastuti, 2013)
2	C-H ulur terhibridasi sp ²	3000 – 3100 (Astam dkk., 2020)
3	-C-H alifatik	2850 – 2950 (Aksara dkk., 2013)
4	-C=O ulur lemah	1725 – 2700 (Aksara dkk., 2013)
5	C=O ulur asam karboksilat (terkonjugasi dengan cincin aromatic dan gugus karbonil)	1680 – 1710 (Sarani, 2008)
6	-C=O ulur kuat	1500 – 1675 (Aksara dkk., 2013)
7	-C-H aromatic tekukan	1300 – 1475 (Aksara dkk., 2013)

No	Gugus Fungsi	Rentang Gelombang
8	-C-N tekukan	1020 – 1250 (Aksara dkk., 2013)
9	Ikatan 2 glikosida (-O-)	1010 – 1080 (Hidayatun dkk., 2012)
10	Tekukan C-H alkuna	500 – 900 (Anam dkk., 2007)

2.2.8 Aseton

Aseton (CH_3COCH_3) atau dimetil keton adalah senyawa organik dari gugus keton (-CO) berupa cairan tak berwarna yang mudah terbakar. Aseton merupakan senyawa keton yang paling sederhana yang dapat larut dalam air, etanol, dietil eter dan lain-lain (Prasetyo dkk., 2018). Aseton menjadi pelarut bagi zat-zat organik karena memiliki sifat polar sehingga dapat melarutkan senyawa polar maupun senyawa non polar (Ariyani dkk., 2008). Menurut data MSDS PT.Smart-Lab Indonesia (2017) sifat fisika dan kimia aseton antara lain berbentuk cair, tidak berwarna, berbau seperti buah, mempunyai nilai derajat keasaman antara 5 – 6, mempunyai titik didih $56,2^\circ\text{C}$, larut dalam air pada suhu 20°C , memiliki densitas $0,79 \text{ g/cm}^3$ dan dapat didestilasi dalam kondisi tidak terurai pada tekanan normal.



Gambar 2.11 Struktur Aseton (Pratama & Inshani, 2022)

2.3 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini berupa:

1. Bio-oil 100% ekstrak jerami pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 24 jam mengandung alkaloid positif, tannin $> 3,7 \text{ ppm}$, saponin positif, flavonoid $> 2,5 \text{ ppm}$, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.

2. Bio-oil 100% ekstrak jerami pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 48 jam mengandung alkaloid positif, tannin > 3,7 ppm, saponin positif, flavonoid > 2,5 ppm, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.
3. Bio-oil 100% ekstrak buah ketapang pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 24 jam mengandung alkaloid positif, tannin > 3,7 ppm, saponin positif, flavonoid > 2,5 ppm, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.
4. Bio-oil 100% ekstrak buah ketapang pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 48 jam mengandung alkaloid positif, tannin > 3,7 ppm, saponin positif, flavonoid > 2,5 ppm, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.
5. Bio-oil 50% ekstrak buah ketapang 50% ekstrak jerami pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 24 jam mengandung alkaloid positif, tannin > 3,7 ppm, saponin positif, flavonoid > 2,5 ppm, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.
6. Bio-oil 50% ekstrak buah ketapang 50% ekstrak jerami pada ukuran 50 mesh dengan menggunakan pelarut aseton 80% dengan waktu maserasi 48 jam mengandung alkaloid positif, tannin > 3,7 ppm, saponin positif, flavonoid > 2,5 ppm, triterpenoid positif, dan total fenol 80 ppm.
7. Bio-oil jerami dan buah ketapang dengan menggunakan pelarut aseton 80% terdapat gugus fungsi -OH intermolekuler, C-H ulur terhibridasi sp², -C-H alifatik, -C=O ulur, C=O ulur asam karboksilat, -C=O ulur, -C-H aromatic tekukan -C-N tekukan, Ikatan 2 glikosida dan tekukan C-H alkuna.
8. Variasi bio-oil yang terbaik dari ekstraksi jerami dan buah ketapang dengan menggunakan pelarut aseton mengandung kadar tannin paling tinggi pada variasi bio-oil 50% jerami dan 50% ketapang dengan waktu maserasi 48 jam.
9. Konsentrasi bio-oil 20% dengan media akuades 8 ml dan air laut 8 ml mampu menurunkan laju korosi logam besi.
10. Konsentrasi bio-oil 20% dengan media akuades 8 ml dan air laut 8 ml mampu menurunkan laju korosi logam *mild steel*.