UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembelajaran Kimia

Pembelajaran merupakan suatu usaha sadar pendidik untuk membantu siswa, agar mereka dapat belajar sesuai kebutuhan dan minatnya. Pembelajaran adalah usaha-usaha yang terencana dalam manipulasi sumber-sumber belajar agar terjadi proses belajar dalam diri peserta didik. Kurikulum 2013 menekankan pada dimensi pedagogik modern dalam pembelajaran, yaitu menggunakan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dalam pembelajaran semua mata pelajaran (tematik terpadu), dan proses mendapatkan dan mengumpulkan informasi dilakukan dengan penilaian otentik. Kurikulum 2013 adalah suatu rencana yang disusun untuk melancarkan proses belajar mengajar berbasis karakter dan kompetensi dengan karakteristik pembelajaran menerapkan pendekatan ilmiah (*scientific approach*), pembelajaran bersifat tematik terpadu, dan penilaian otentik. Pembelajaran kimia merupakan interaksi antara pendidik dan siswa tentang ilmu kimia.[25]

Kimia adalah ilmu yang mempelajari materi dan perubahannya. Unsur dan senyawa zat-zat yang terlibat dalam perubahan kimia. Untuk mengetahui sifat fisik senyawa, perlu mengetahui sifat-sifat fisis yang dapat diamati tanpa mengubah identitasnya dan sifat-sifat kimia dapat ditunjukkan hanya melalui perubahan kimia. Sebagian besar ilmu kimia merupakan ilmu percobaan dan sebagian pengetahuannya diperoleh melalui penelitian di laboratorium.[26] Tujuan pembelajaran kimia yaitu untuk memperoleh pemahaman yang tahan lebih lama

[25]Ade Sofiana Suryani, *Op. Cit*, hlm 11.
[26]Raymond Chang, *Kimia Dasar Edisi ke 3 Jilid 1*. (Jakarta: Erlangga, 2004), hlm. 3-4.

perihal fakta, kemampuan, mengenal, dan memecahkan masalah, serta mempunyai sikap ilmiah yang ditampilkan dalam kehidupan sehari-hari.[27] Dalam mempelajari ilmu kimia, para siswa sering menjumpai kesulitan-kesulitan untuk memahami konsep kimia. Kesulitan-kesulitan tersebut terkait dengan ciri-ciri ilmu kimia itu sendiri adalah sebagai berikut.[28]

1. Sebagian besar ilmu kimia bersifat abstrak

   Atom, molekul dan ion merupakan materi dasar kimia yang tidak tampak, menuntut manusia untuk membayangkan keberadaan materi tersebut tanpa pernah menemui, melihat atau mengalaminya secara langsung.

2. Ilmu kimia merupakan penyederhanaan dari yang sebenarnya

   Kebanyakan objek yang ada di dunia ini merupakan campuran zat-zat kimia yang kompleks dan rumit. Agar segala sesuatunya mudah dipelajari, maka pelajaran kimia dimulai dari gambaran yang disederhanakan, dimana zat-zat yang dianggap murni atau hanya mengandung dua atau tiga zat saja. Dalam penyederhanaannya diperlukan pemikiran dan pendekatan tertentu dalam menerima materi yang diajarkan tersebut.

3. Sifat ilmu kimia berurutan dan berkembang dengan cepat

   Sering kali topik-topik ilmu kimia harus dipelajari dengan urutan tertentu. Misalnya seseorang tidak dapat menggabungkan aton-atom untuk membentuk molekul jika atom dan karakteristiknya tidak dipelajari terlebih dahulu. Disamping itu, perkembangan ilmu kimia itu sangat cepat, seperti pada bidang biokimia yang menyelidiki tentang rekayasa genetika, kloning

[27]Ade Sofiana Suryani, *Op. Cit.* hlm 14.
[28]Yoyom Yohana, *Op. Cit*. hlm. 16-17.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

dan sebagainya. Hal ini menuntut kita semua untuk lebih cepat tanggap dan selektif dalam menerima semua kemajuan tersebut.

4. Ilmu kimia tidak hanya sekedar memecahkan soal-soal

Memecahkan soal-soal yang terdiri dari angka-angka merupakan bagian yang penting dalam mempelajari kimia. Namun juga harus dipelajari deskripsi seperti fakta kimia, aturan-aturan kimia, peristilahan kimia dan lain sebagainya.

5. Bahan/Materi yang dipelajari dalam ilmu kimia sangat banyak

Dengan banyaknya bahan yang harus dipelajari, siswapun dituntut untuk dapat merencanakan belajarnya dengan baik, sehingga waktu yang tersedia dapat digunakan seefisien mungkin.

Pembelajaran kimia selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan ini mempengaruhi komponen-komponen pembelajaran yang meliputi pendidik, materi, media, siswa, dan lingkungan.

B. Reaksi Reduksi Oksidasi (Redoks)

Reaksi redoks merupakan salah satu materi berjenjang yang akan dipelajari secara mendalam dan kompleks pada materi elektrokimia. Konsep kimia yang dimiliki seorang siswa akan semakin berkembang seiring semakin tinggi jenjang pendidikan yang ditempuh.[29]

Reaksi redoks merupakan kependekan dari reaksi reduksi oksidasi. Adapun pengertian reaksi reduksi oksidasi dapat dilihat dalam tabel berikut.[30]

[29]Trining Puji Astutik, Fariati, Herunata, *Identifikasi Konsep Sukar dan Kesalahan Konsep Reaksi Redoks*. (Malang: Jurnal Zarah Universitas Negeri Malang, 2017), hlm. 23.
[30]Yoyom Yohana. *Op. Cit.* hlm. 18-20.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Tabel II.1. Pengertian Reaksi Reduksi Oksidasi

No	Reduksi	Oksidasi
1	Reduksi adalah pelepasan oksigen dari unsur atau senyawa. Contoh. $2HgO \longrightarrow 2Hg + O_2$	Oksidasi adalah pengikatan oksigen dengan unsur atau senyawa. Contoh. $4NH_3 + 7O_2 \longrightarrow 4NO_2 + 6H_2O$
2	Reduksi adalah peristiwa pengikatan elektron. Contoh. $Cl_2 + 2e \longrightarrow 2Cl^-$	Oksidasi adalah peristiwa pelepasan elektron. Contoh. $Ca + Ca^{2+} + 2e$
3	Reduksi adalah peristiwa penurunan bilangan oksidasi.	Oksidasi adalah peristiwa kenaikan bilangan oksidasi.

Bilangan oksidasi (biloks) suatu unsur adalah bilangan bulat yang digunakan untuk memudahkan perhitungan perpindahan elektron dari satu atom, molekul, atau ion ke atom, molekul atau ion lainnya. Perubahan bilangan oksidasi menandakan adanya perubahan posisi elektron atom, baik pada senyawa ionik maupun kovalen. Berikut ini contoh reaksi redoks berdasarkan bilangan biloks.

$$MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$$

Reaksi tersebut sukar diketahui perpindahan elektronnya karena HCl termasuk senyawa kovalen. Jadi, digunakan perhitungan bilangan oksidasi unsur.

Reaksi oksidasi: $Cl^- \longrightarrow Cl_2$
$-1 \qquad 0$
Biloks bertambah

Reaksi reduksi: $MnO_2 \longrightarrow Mn^{2+}$
$+4 \qquad +2$
Biloks berkurang

Reaksi redoks secara lengkap dapat ditulis.

Biloks bertambah (Oksidasi)

$$\overset{+4}{MnO_2} + \overset{-1}{HCl} \longrightarrow \overset{+2}{MnCl_2} + \overset{0}{Cl_2} + H_2O$$

Biloks berkurang (reduksi)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai bilangan oksidasi ditentukan berdasarkan aturan-aturan. Umumnya, nilai bilangan oksidasi sesuai dengan muatan ion. Jika unsur tersebut lebih elektropositif, nilai bilangan oksidasinya adalah positif dan jika unsur tersebut eletronegatif, nilai bilangan oksidasinya adalah negatif.

C. Penelitian Pengembangan

Penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi untuk proses belajar mengajar, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut.[31]

Penelitian pengembangan merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada dan dapat dipertanggung jawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolah data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model guruan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, dan manajemen.[32]

[31]Ade Sofiana Suryani, *Op. Cit.* hlm. 26.
[32] Nana Syaodih Sukmadinata, *Metode Penelitian Pendidikan*. (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2012), hlm. 164.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tahapan-tahapan dari proses penelitian pengembangan ini biasanya mengacu pada apa yang disebut dengan *R & D cycle*. Soenarto mengemukakan bahwa R&D ini digunakan untuk mengatasi masalah pendidikan, meningkatkan efektivitas Proses Belajar Mengajar (PBM) di kelas/laboratorium, dan bukan untuk menguji teori. Menurut Richey dan Klien, tujuan penelitian pengembangan adalah untuk memperkuat dasar-dasar empirik untuk mengkreasi produk, alat pembelajaran maupun non-pembelajaran, dan model-model baru yang lebih baik. Penelitian pengembangan di bidang pendidikian sebagai penelitian yang *output* dan *outcome*nya berupa produk pendidikan sebagai solusi untuk peningkatan kualitas pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda dengan penelitian pada umumnya, misalnya penelitian deskriptif kualitatif maupun kuantitatif. Apabila penelitian deskriptif lebih bersifat informatif praktis maupun teoretis, maka penelitian pengembangan dicirikan oleh produk yang secara langsung dan sekaligus dirasakan dampaknya untuk peningkatan kualitas pembelajaran berdasarkan data empiris di lapangan baik data kuantitiatif maupun kualitatif. Secara normatif, Richey dan Klien mengemukakan bahwa ruang lingkup penelitian pengembangan mencakup studi tentang proses dan dampak dari desain dan pengembangan yang spesifik serta studi tentang proses desain dan pengembangan secara keseluruhan atau komponen proses tertentu.[33]

Ada tiga macam model pengembangan perangkat pembelajaran, yaitu *model For-D, model Kemp, model Dick dan Carey*.[34]

[33] Mohammad Ainin, *Penelitian Pengembangan Dalam Pembelajaran Bahasa Arab* (OKARA, 2013), hlm 97-98.

[34] Jamil Suprihatiningrum, *Strategi Pembelajaran Teori dan Aplikasi* (Jogjakarta: Ar-ruzz Media, 2013), hlm. 131.

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

1. Pengembangan Perangkat Model Four-D

Model pengembangan ini disaranan oleh Thiagaraja, Semmel, dan Semmel. Model ini terdiri dari empat tahap pengembangan, yaitu *Define, Design, Development, and Disseminate* atau diadaptasikan menjadi model 4-P, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran.

a) Tahap pendefinisian (*Define*), ada 5 langkah poko di dalam tahap ini:
   1) Analisis ujung depan, mempertimbangkan kurikulum yang berlaku.
   2) Analisis siswa, memperhatikan ciri, kemampuan, dan pengalaman siswa.
   3) Analisis tugas, mencakup: analisis struktur isi, analisis prosedural.
   4) Analsis konsep, mengidentifikasi konsep-konsep yang akan diajarkan, menghasilkan peta konsep.
   5) Perumusan tujuan, untuk mengonversikan hasil anaisis tugas dengan analisis konsep menjadi tujuan pembelajaran khusus.

b) Tahap Perancangan (*Design*)
   1) Penyusunan tes
   2) Pemilihan media
   3) Pemilihan format
   4) Rancangan awal perangkat

c) Tahap Pengembangan (*Develop*)
   1) Validasi perangkat oleh pakar
   2) Simulasi
   3) Uji coba terbatas
   4) Uji coba lebih lanjut

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

d) Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas, misalnya di kelas lain, di sekolah lain, oleh guru lain.

2. Pengembangan Perangkat *Model Kemp*

Pengembangan perangkat merupakan suatu lingkaran yang kontiniu. Tiap-tiap langkah pengembangan berhubung langsung dengan aktivitas revisi. Pengembangan perangkat dapat dimulai dari titik manapun di dalam siklus tersebut.

3. Pengembangan *Dick and Carey*

Perancangan pengejaran menurut sistem pendekatan model *Dick and Carey*, dikembangkan oleh *Walter Dick and Lou Carey*. Menurut pendekatan ini terdapat beberapa komponen yang akan dilewati dalam proses pengembangan dan perancangan tersebut yang berupa urutan langkah langkah.

Dalam pelaksanaan penelitian pengembangan, ada beberapa metode yang digunakan, yaitu metode deskriptif, evaluatif, dan eksperimental.[35]

1. Metode deskriptif

Metode penelitian deskriptif digunakan dalam penelitian awal untuk menghimpun data tentang kondisi yang ada. Kondisi yang ada mencakup:

1) Kondisi produk-produk yang sudah ada sebagai bahan perbandingan atau bahan dasar untuk produk yang akan dikembangkan.

[35]Ade Sofiana Suryani, *Op. Cit.* hlm. 27.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

2) Kondisi pihak pengguna, seperti sekolah, pendidik, kepala sekolah, peserta didik, dan pengguna lainnya.
3) Kondisi faktor-faktor pendukung dan penghambat pengembangan pengguna dari produk yag dihasilkan mencakup unsur manusia, sarana prasarana, biaya, pengelolaan, dan lingkungan.

2. Metode evaluatif

Metode evaluatif digunakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Produk dikembangkan melalui serangkaian uji coba, dan setiap kegiatan uji coba diadakan evaluasi, baik evaluasi hasil maupun evaluasi proses. Berdasarkan temua-temuan hasil uji coba diadakan penyempurnaan.

3. Metode eksperimental

Metode eksperimental digunakan untuk menguji keampuhan dari produk yang dihasilkan. Dalam eksperimen telah diadakan pengukuran selain pada kelompok eksperimen juga pada kelompok pembanding atau kelompok kontrol. Perbandingan hasil eksperimen pada kedua kelompok tersebut dapat menunjukkan tingkat keampuhan dari produk yang dihasilkan.

Prosedur penelitian pengembangan menurut Borg dan Gall adalah sebagai berikut.[36]

1) Pengamatan dan pengumpula informasi
2) Perencanaan
3) Pengorganisasian

[36]Ade Sofiana Suryani, *Op. Cit.* hlm. 28.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

4) Uji coba tahap awal penyempurnaan produk awal
5) Uji coba produk yang disempurnakan
6) Penyempurnaan produk yang telah disempurnakan
7) Pengujian produk yang telah disempurnakan
8) Uji lapangan produk yang telah disempurnakan
9) Diseminasi dan implementasi

D. Sumber Belajar

Menurut Assosiasi Teknologi Komunikasi Pendidikan, sumber belajar meliputi data, orang atau benda yang dapat digunakan untuk memberi fasilitas (kemudahan) belajar bagi peserta didik. Oleh karena itu sumber belajar adalah semua komponen sistem intruksional baik yang secara khusu dirancang maupun menurut sifanya dapat dipakai atau dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran. Adapun jenis sumber belajar meliputi pesan (*massage*), orang (*people*), bahan (*materials*), alat (*device*), teknik (*tehnique*), lingkungan (*setting*), dan lainnya yang bisa digunakan untuk memberikan kemudahan bagi siswa dalam belajar dan menambah pengetahuan. Dengan sumber belajar tersebut maka siswa mendapat fasilitas untuk belajar dengan baik. Berikut ini adalah jenis-jenis sumber belajar.[37]

1. Pesan adalah informasi pembelajaran yang akan disampaikan berupa ide, fakta, ajaran, nilai dan data. Dalam sistem persekolahan, pesan ini berupa seluruh mata pelajaran yang disampaikan kepada peserta didik.
2. Orang adalah manusia yang berperan sebagai pencari, penyimpan, pengolah dan penyaji pesan. Contohnya guru, dosen, pustakawan, instruktur, pelatih olahraga, peneliti bahkan termasuk siswa itu sendiri.

[37]Lailatul Badriah, *Pengaruh Sumber Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMP Bakti Mulia 400 Pondok Pinang Jakarta Selatan* (Jakarta: Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2010), hlm. 19.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

3. Bahan adalah perangkat lunak (*sofware*) yang mengandung pesan-pesan pembelajaran yang biasanya disajikan melalui peralatan tertentu atau oleh dirinya sendiri. contohnya buku teks, modul, kaset program video, pembelajaran berbasis komputer, film dan lain sebagainya.
4. Alat adalah perangkat keras yang digunakan untuk menyajikan pesan yang tersimpan dalam bahan.
5. Teknik adalah prosedur atau langkah-langkah tertentu yang disiapkan dalam menggunakan bahan, alat, lingkungan dan orang untuk menyampaikan pesan.
6. Lingkungan adalah situasi disekitar terjadinya proses pembelajaran tempat siswa menerima pesan pembelajaran.

Memilih sumber belajar harus didasarkan pada kriteria umum dan kriteria berdasarkan tujuan yang hendak dicapai. Berdasarkan kriteria umum, sumber belajar hendaklah ekonomis, praktis, mudah diperoleh, bersifat fleksibel, komponennya sesuai dengan tujuan. Berdasarkan tujuan yang hendak dicapai, sumber belajar haruslah memotivasi, memberikan pengajaran, dapat dianalisis, dapat di teliti, memecahkan masalah. Berikut ini adalah fungsi sumber belajar.[38]

1. Merupakan pembuka jalan dan pengembangan wawasan terhadap proses belajar mengajar yang ditempuh.
2. Merupakan pemandu teknis dan langkah-langkah operasional untuk menelusuri secara teliti guna penguasaan keilmuan tuntas.
3. Memberikan ilustrasi dan contoh-contoh yang berkaitan dengan aspek-aspek bidang keilmuan yang dipelajari.

[38]Lailatul Badriah. *Op. Cit.* hlm. 38.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

4. Memberikan petunjuk dan gambaran kaitan bidang yang sedang dipeljari dengan berbagai bidang keilmuan lainnya.
5. Menginformasikan sejumlah penemuan baru yang pernah diperoleh orang lain yang berhubungan dengan bidang keilmuan tertentu.
6. Menunjukkan berbagai permasalahan yang timbul dan merupakan konsekuensi logis dalam suatu bidang keilmuan yang menuntut adanya kemampuan pemecahan dari orang yang mengabdikan diri dalam bidang tersebut.

Sumber belajar adalah salah satu komponen baik data, objek ataupun benda dalam kegiatan belajar yang memungkinkan siswa memperoleh pengetahuan, kemampuan, sikap, keyakinan, emosi dan perasaan. Data merupakan informasi berupa fakta seperti tabel, statistik dan sejenisnya. Objek bisa berupa manusia ataupun benda-benda lain yang dapat diamati dengan mata. Manfaat sumber belajar adalah untuk memfasilitasi proses atau kegiatan belajar agar dapat berjalan secara efektif dan efisien. Penggunaan sumber belajar yang tepat serta sesuai dengan karakteristik siswa akan menambah segi manfaat sumber belajar itu sendiri. Berikut tujuh manfaat sumber belajar adalah.[39]

1. Memberikan pengalaman belajar secara kongkret dan lansung misalnya mengunjungi pabrik, kantor dan lain sebagainya.
2. Dapat menyajikan sesuatu yang tidak mungkin diadakan, dikunjungi, atau dilihat secara lansung misalnya video, foto dan film.
3. Dapat menambah dan memperluas pengetahuan sains yang ada didalam kelas, misalnya narasumber dan film dokumentasi.

[39]Wahyu Chrisna Rinadi. *Op. Cit*. hlm. 14-15.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

4. Dapat memberikan informasi akurat dan terbaru, misalnya artikel dan majalah.
5. Dapat membantu dan memecahkan masalah mikro dan makro dalam pendidikan.
6. Dapat memberikan motivasi secara positif.
7. Dapat meransang untuk berfikir lebih kritis.

E. Air Gambut

Riau merupakan Provinsi dengan lahan gambut terluas di Sumatera yaitu ± 4,04 juta hektar atau 56,1% dari luas total lahan.[40] Air yang terkandung dalam tanah gambut bisa mencapai 300-3.000% bobot keringnya, jauh lebih tinggi dibanding dengan tanah mineral yang kemampuan menyerap airnya hanya berkisar 20-35% bobot keringnya.[41]

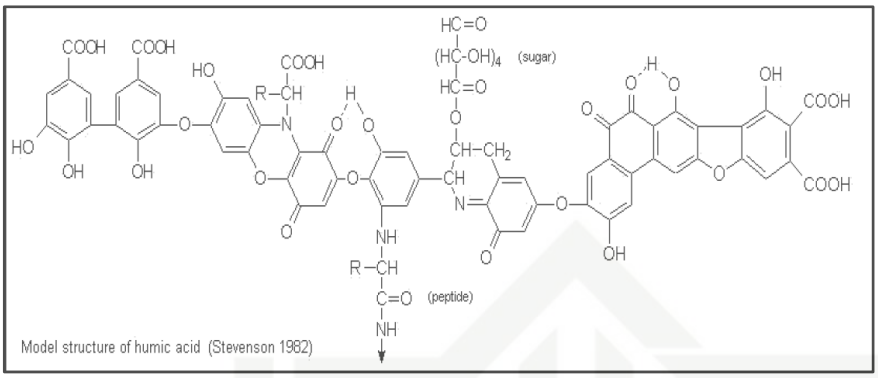
Gambar II.1. Air Gambut

Air gambut mengandung asam humat yang dapat mempercepat pelarutan Fe dan membentuk senyawa kompleks sehingga mempercepat laju korosi.[42] Asam humat merupakan bahan makromolekul polielektrolit yang memiliki gugus fungsional seperti –COOH, –OH fenolat maupun –OH alkoholat. Sehingga asam

[40]Mubekti, *Loc. Cit.*
[41]Ai Dariah, Eni Maftuah, dan Maswar, *Karakteristik Lahan Gambut*. (Bogor: Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa), hlm. 18.
[42]Maria Erna, Emriadi, Admin Alif, dan Syukri Arief., *Loc.Cit*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

humat memiliki peluang untuk berikatan dengan ion logam karena gugus ini dapat mengalami deprotonasi pada pH yang relatif tinggi.[43]



Gambar II.2. Struktur Asam Humat Menurut Stevenson

Salah satu karakteristik yang paling khusus dari senyawa asam humat adalah kemampuan untuk berinteraksi dengan ion logam, oksida, hidrokarbon, mineral dan senyawa organik, termasuk pencemar beracun dalam bentuk asosiasi baik yang larut dalam air maupun yang tidak larut dalam air dari berbagai stabilitas kimia dan biologi yang berbeda.[44]

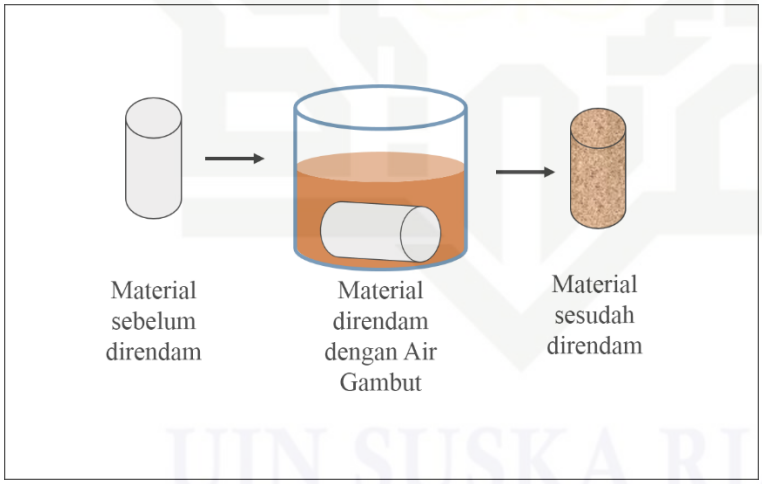
F. Besi

Temuan logam besi (Fe) oleh ilmuwan alkimia muslim abad ke-8 M amat penting bagi peradaban sesudahnya. Sebagai unsur alam yang selalu tersedia dalam bentuk campurannya, ilmuwan muslim mengembangkan metode pemurnian dengan cara konvensional, di antaranya dengan melelehkan campuran besi di alam melalui pemanasan suhu tinggi dalam tanur, sehingga akan didapatkan globula (butiran yang tersebat dalam kerak semi-cair). Produk yang dihasilkan yaitu besi tempa. Sebagai salah satu logam yang keberadaannya cukup melimpah di bumi, besi (Fe) seringkali dijumpai di alam dalam bentuk bijih, yaitu

[43]Eka Muliaty, *Imobilisasi Asam Humat oleh Kitosan sebagai Adsorben Ion Logam Fe (II).* (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2010), hlm. 9.
[44]*Ibid.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

mineral yang bergabung dengan unsur lain seperti oksigen dan sulfur, adapun besi di alam lebih banyak dalam bentuk mineral hematit (Fe_2O_3), magnetit (Fe_3O_4) dan siderit ($FeCo_3$).[45] Besi (Fe) mempunyai nomor atom 26, berada di golongan ke VIII pada susunan unsur kimia diantara mangan dan kobalt di dalam periode 4. Mempunyai angka valensi 3^+ dan 2^+. Besi murni sukar ditemukan, tapi besi dengan kemurnian tinggi telah diproduksi untuk menentukan logam yang paling besar kandungannya.[46] Besi merupakan salah satu unsur transisi deret pertama yang dalam bentuk aliasinya mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Dengan semakin berkembangnya teknologi dari industri, kebutuhan besi semakin meningkat. Besi banyak digunakan untuk industri otomotif, kimia, perminyakan perabotan rumah tangga, elektronik dan konstruksi bangunan. Agar mempunyai ketahanan yang lebih baik biasanya besi sering dicampur dengan bahan-bahan seperti karbon dan unsur transisi lain sesuai dengan kebutuhan.[47]



Gambar II.3. Besi bersentuhan lansung dengan medium korosif

[45]Imelda Fajriati, *Perkembangan Ilmu Kimia di Dunia Muslim*. (Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2010), hlm. 1062.

[46]Mu'tasim Billah, *Kemampuan Batubara Dalam Menurunkan Kadar Logam Cr^{2+} Dan Fe^{2+} Dalam Limbah Industri Baja*. (Jawa Timur: Jurnal Penelitian Ilmu Teknik, 2010), hlm. 52.

[47]Farida Ali, Desi Saputri, Raka Fajar Nugroho., *Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor terhadap Laju korosi Baja SS 304 dalam Larutan Garam dan Asam.* (Palembang: Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, 2013), hlm. 30.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada proses pengkorosian besi, penyebab utamanya adalah terjadi reduksi oksigen pada molekul asam oleh molekul logam. Pada permukaan logam yang bersentuhan langsung dengan oksidan disebut sebagai anoda, pada bagian ini terjadi reaksi:

$$Fe\ (s) \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$$

Elektron yang dihasilkan melakukan pertukaran dengan oksigen atau mengalami reduksi:

$$O_{(g)} + 4H^{+}_{(aq)} + 4e \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

Dari proses reaksi di atas, ion H^+ berperan sebagai pereduksi oksigen. Semakin besar kosentrasi H^+ (semakin asam) maka reaksi berlangsung semakin cepat. Sebaliknya semakin kecil kosentrasi ion H^+ (semakin basa) reaksi berlangsung semakin lambat.[48]

G. Korosi

Peristiwa korosi sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan begitu dekat dengan kehidupan.[49] Korosi menjadi masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan material dasar logam seperti gedung, jembatan, mesin, pipa, mobil, kapal dan lain sebagainya. Dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan oleh korosi akan sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia. Dari segi ekonomi misalnya tingginya biaya perawatan, keamanan misalnya robohnya bangunan dan jembatan, dan lingkungan misalnya adanya proses pengkaratan besi yang berasal dari berbagai konstruksi yang dapat

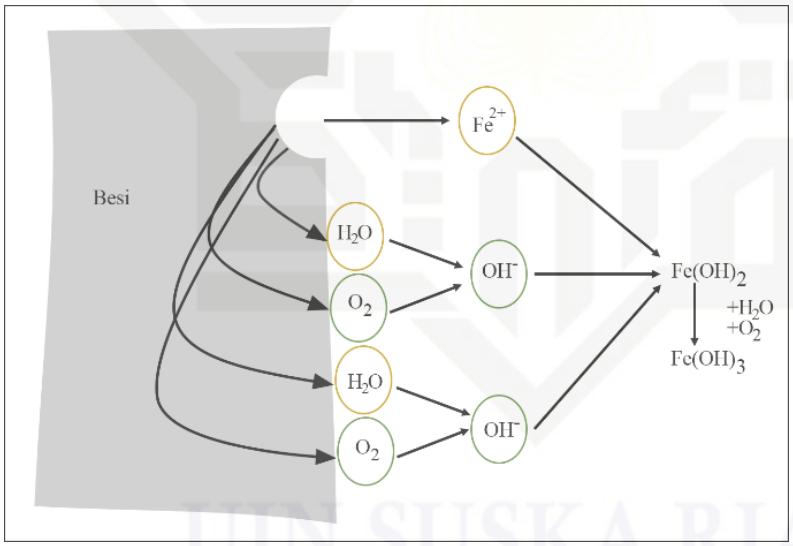
[48] Zul Bahrum Caniago, *Kecepatan Korosi Oleh 3 Bahan Oksidan Pada Plat Besi.* (Bengkulu: Jurnal Gradien), hlm. 163.

[49] Asri Wahyuningsih, Yayan Sunarya, dan Siti Aisyah., *Metenamina Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon dalam Lingkungan sesuai kondisi Pertambangan Minyak Bumi.* (Bandung: Jurnal Sains dan Teknologi Kimia Universitas Pendidikan Indonesia, 2010), hlm. 17.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

mencemarkan lingkungan.[50] Korosi dapat merusak sumber-sumber yang potensial dan membutuhkan biaya sangat banyak untuk perbaikan. Beberapa studi menunjukkan bahwa biaya yang dibutuhkan akibat korosi di negara berkembang adalah sekitar 3-4 % dari *Gross National Product* (GNP)nya. Di Amerika Serikat, perkiraan biaya total dari korosi adalah sekitar 80 milyar dolar pertahun. Dari jumlah tersebut sekitar 55 milyar dolar sulit untuk dieliminasi.[51]

Kata korosi berasal dari bahasa latin yaitu *corrodere* yang artinya perusakan logam atau berkarat.[52] Korosi adalah proses degradasi material logam yang terjadi akibat interaksi antara material dengan berbagai zat di lingkungannya. Pada prosesnya, korosi dipengaruhi beberapa faktor yaitu sifat fisik, kimia, termodinamika, reaksi elektrokimia dan aspek metalurgis. Berikut ini adalah proses terjadinya korosi.



Gambar II.4. Pembentukan karat

[50]Samsul Bahri, *Op. Cit.,* hlm. 232.

[51]Ilim, Kamisah Pandiangan, dan Sudrajat., *Studi Penggunaan Tumbuhan Tembakau, The dan Kopi sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak dalam Air Laut Buatan yang Jenuh CO_2.* (Lampung: Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung, 2007), hlm. 163.

[52]Bethy Carolina Matahelumual, *Korosifitas air terhadap fondasi beton, kasus di daerah Tapin, Kalimantan.* (Bandung: Jurnal Geologi Indonesia, 2007), hlm. 70.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi adalah *suhu*, kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya energi aktivasi. *Oksigen*, di dalam air (lingkungan terbuka) adanya oksigen menyebabkan korosi. *Konsentrasi bahan korosif*, hal ini berhubungan dengan pH (keasaman atau kebasahan) suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam.[53]

Korosi pada logam dapat terjadi dalam berbagai bentuk, karena perbedaan kondisi yang terjadi pada logam seperti lingkungan, bentuk material, proses dan lain sebagainya. Jenis-jenis bentuk korosi adalah sebagai berikut.[54]

1. Korosi Seragam, kareakteristik utama dari jenis korosi ini adalah jenis reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi pada permukaan logam berjalan secara seragam pada semua permukaan dalam lingkungan.
2. Korosi Galvanik, terjadi apabila dua logam yang berbeda potensialnya saling terhubung secara elektrik atau terhubung dalam suatu elektrolit.
3. *Cavitation*, korosi disebabkan oleh pecahnya gelembung udara yang dihasilkan karena perubahan permukaan dalam kecepatan aliran fluida yang sangat tinggi.
4. Korosi erosi, terjadi akibat pergerakan relatif antara fluida korosif dengan permukaan logam.

[53]Gogot Haryono, Bambang Sugiarto, Hanima Farid dan Yudi Tanoto., *Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi.* (Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, 2010), hlm. 2.

[54]Bintang Saragih, *Studi Penambahan Beras Ketan Hitam sebagai Inhibitor Organik pada Material Baja SPCC terhadap Lingkungan NaCl 3,5% dengan Metode Kehilangan Berat.* (Skripsi Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, 2010), hlm. 7-8.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Untuk menghitung laju korosi, terdapat dua metode yang dapat digunakan antara lain metode kehilangan berat atau *weight gain loss* (WGL) dan metode elektrokimia. Metode kehilangan berat, laju korosi dihitung menggunakan percobaan korosi dalam kurun waktu tertentu.[55] Dalam metode ini sampel dengan berat diketahui, dicelupkan dalam larutan pada waktu yang berbeda. Kemudian berat yang hilang diakibatkan proses korosi dapat ditentukan.[56]

H. Inhibitor Korosi

Ada beberapa metode umum yang sering digunakan dalam mencegah korosi diantaranya adalah pemilihan bahan, pengubahan kondisi lingkungan, pemilihan desain, pelapisan dan perlindungan katodik. Pemilihan bahan tentu saja menjadi tahap awal yang baik dalam upaya pencegahan korosi. Logam-logam yang digunakan harus tahan terhadap korosi, tetapi harganya mahal. Disamping itu, pengubahan lingkungan dapat dilakukan misalnya dengan menurunkan suhu cairan, menurunkan laju aliran cairan dan lainnya.[57] Begitu juga halnya dengan metode pelapisan, dilakukan dengan memberikan suatu lapisan yang dapat mengurangi kontak antara logam dengan lingkungannya. Lapisan pelindung yang sering dipakai adalah bahan metalik, anorganik ataupun organik yang relatif tipis.[58]

Cara lain mencegah korosi adalah dengan penambahan inhibitor.[59] Inhibitor berfungsi untuk memperlambat reaksi korosi yang bekerja dengan cara

[55]Azis, *Op. Cit,* hlm. 206.
[56]Dede Firmansyah, *Studi Inhibisi Korosi Baja Karbon dalam Larutan Asam 1 M HCl oleh Ekstrak Daun Sirsak (Annona Muricata).* (Depok: Tesis Universitas Indonesia, 2011), hlm. 7-8.
[57]Dede Firmansyah, *Op.Cit.* hlm. 10-11.
[58]Gogot Haryono, dkk. *Op. Cit.* hlm. 2.
[59]Dede Firmansyah. *Loc.Cit.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam.[60] Penggunaan inhibitor terkenal sangat baik diantara beberapa metode pengendalian dan pencegahan korosi. Inhibitor korosi merupakan bahan yang ditambahkan dalam konsentrasi yang kecil ke dalam medium untuk menurunkan atau mencegah reaksi antara logam dengan medium. Inhibitor dapat ditambahkan ke dalam berbagai sistem, seperti sistem pendingin, unit kilang minyak, unit produksi minyak dan gas kimia, *boiler*, dan sebagainya. Inhibitor membentuk lapisan pelindung *in situ* karena reaksi antara larutan dengan permukaan logam. Walaupun banyak bahan-bahan inhibitor anorganik yang baik untuk pencegahan korosi akan tetapi banyak diantaranya yang bersifat toksik, baik terhadap manusia maupun lingkungan. Inhibitor jenis ini dapat menyebabkan kerusakan terhadap sistem organ tubuh baik yang bersifat *reversibel* maupun *irreversibel*. Karena pengaruh sifat toksik tersebut, saat ini mulai digunakan bahan-bahan organik sebagai inhibitor korosi yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan.[61] Secara kualitatif inhibitor terdiri dari.[62]

1. Inhibitor Anodik, adalah inhibitor yang menurunkan laju reaksi di anodik dengan cara meningkatkan polarisasi anoda melalui reaksi dengan ion-ion logam untuk menghasilkan selaput-selaput pasif tipis berupa lapisan-lapisan garam yang kemudian menyelimuti permukaan logam.
2. Inhibitor Katodik, adalah inhibitor yang berpengaruh terhadap reaksi di katoda. Pembentukan hidrogen di katoda akan dikendalikan melalui peningkatan

[60]Fajar Nugroho, *Penggunaan Inhibitor Untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi Pada Baja Karbon Rendah.* (Yogyakarta: Jurnal Teknik Mesin, 2015), hlm. 152.

[61]Sulistioso Giat, Setyo Purwanto, Deswita, Ari Handayani., *Pengaruh inhibitor kafeina pada laju korosi dan struktur mikro Baja karbon ks01 dan aisi 1045 dalam media air laut.* (Jawa Barat: Jurnal Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) BATAN, 2013), hlm. 78.

[62]Samsul Bahri, *Op. Cit.* hlm. 232.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

polarisasi sistem. Garam-garam logam seperti arsen, bismut, dan antimon ditambahkan dalam kebutuhan ini untuk membentuk selaput tipis hidrogen yang teradsorpsi pada permukaan katoda.

3. Inhibitor Adsorpsi, adalah molekul-molekul organik rantai panjang dengan rantai samping teradsorpsi dari permukaan logam. Molekul-molekul berukuran besar ini dapat membatasi difusi O_2 ke permukaan logam atau memerangkap ion-ion logam di permukaan, membentuk lapisan dan mereduksi laju pelarutan.
4. Inhibitor Amina, adalah suatu senyawa organik yang mengandung nitrogen trivalen, yang terikat pada satu atom karbon atau lebih, seperti : RNH_2, R_2NH, dan R_3N. Amina dapat dikelompokkan dalam tiga jenis yaitu amina primer, sekunder, dan tersier. Pengelompokan ini berdasarkan banyaknya substituen alkil atau aril yang terikat pada nitrogen. Produksi senyawa amino alipatik di dunia adalah 100.000ton/tahun yang merupakan senyawa organik perantara yang terpenting dalam industri kimia. Penggunaan senyawa ini cukup luas, seperti obat-obatan, bahan celup, surfaktan, dan plastik. Selain itu senyawa amino alipatik ini juga dikenal sebagai zat anti korosi.

Inhibitor organik pada umumnya berasal dari ekstrak bahan alami yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom yang mempunyai pasangan elektron bebas. Inhibitor organik, biasanya dirancang sebagai pembentuk lapisan/film, melindungi logam dengan membentuk suatu lapisan/film hidrofobik pada permukan logam. Keefektifannya bergantung pada susunan kimia, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam.[63] Inhibitor senyawa organik umumnya adalah jenis inhibitor teradsorbsi yaitu inhibitor yang menurunkan laju

[63]Yatiman, *Penggunaan Inhibitor Organik Untuk Pengendalian Korosi Logam dan Paduan Logam.* (Yogyakarta: Jurnal Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta), hlm. 135.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

korosi dengan mengisolasi permukaan logam dari lingkungan korosif dalam pembentukan film teradsorbsi. Kemampuan inhibisi dari senyawa karbon tergantung pada sifat adsorbsi dan konsentrasi inhibitor teradsorbsi dalam melindungi permukaan logam dari media korosif.[64] Pada prakteknya, jumlah inhibitor yang ditambahkan adalah sedikit, baik secara kontiniu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu. Mekanisme kerja inhibitor dapat dibedakan sebagai berikut.[65]

1. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya.
2. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsopsi pada permukaan logam serta melidunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
3. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
4. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya.

Berdasarkan sifat korosi logam secara elektrokimia, inhibitor dapat memengaruhi polarisasi anodik dan katodik. Bila suatu sel korosi terdiri dari empat komponen yaitu anoda, katoda, elektrolit dan penghantar elektronik, maka inhibitor korosi memberikan kemungkinan menaikkan polarisasi anodik, atau

[64]Dede Firmansyah, *Op.Cit*. hlm. 13.
[65]Agung Suprihatin, *Korosi dan Pengendaliannya*. (Jakarta: Modul Pelatihan Guru, 2016), hlm. 40.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

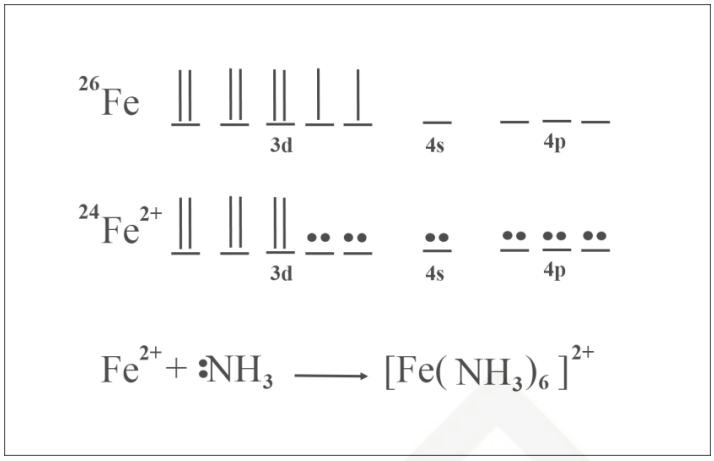
menaikkan polarisasi katodik atau menaikkan tahanan listrik dari rangkaian melalui pembentukan endapan tipis pada permukaan logam. Mekanisme ini dapat diamati melalui suatu kurva polarisasi yang diperoleh secara eksperimental.

Mekanisme inhibitor organik dalam melindungi material pada umumnya membentuk lapisan hidrofobik pada permukaan logam untuk melindungi logam terhadap korosi akibat lingkungan sekitarnya. Efektifitas inhibitor ini sangat bergantung kepada komposisi kimia yang dimilikinya, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Proses adsorpsi pada saat film *forming* dipengaruhi variabel temperatur dan tekanan. Inhibitor organik akan teradsorpsi sesuai muatan ion-ion inhibitor dan muatan permukaan. Kekauatan dari ikatan adsorpsi merupakan faktor yang sangat penting bagi inhibitor organik tersebut. Inhibitor jenis ini akan membentuk lapisan protektif dari molekul yang teradsorpsi di permukaan logam, menciptakan penghalang antara logam dengan elektrolit. Karena luasan permukaan logam yang dilapisi berbanding lurus dengan konsentrasi inhibitor yang diberikan, maka konsentrasi inhibitor dalam suatu elektrolit menjadi sangat penting.[66]

Inhibitor ekstrak bahan alam yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan logam ketika ion Fe^{2+} terdifusi ke dalam larutan elektrolit. Produk yang terbentuk mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, sehingga sampel besi yang ditambahkan inhibitor ekstrak bahan alam akan lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi.[67]

[66]Bintang Saragih. *Op.Cit.* hlm. 16.
[67]Atria Pradityana, Sulistijono dan Abdullah Shahab., *Op.Cit*. hlm. 5-6.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU



Gambar II.5. Mekanisme pendonoran sepasang elektron bebas pada pembentukan senyawa kompleks Fe

I. Daun Pepaya (*Carica papaya Linn)*

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2015), daerah Pekanbaru merupakan penghasil pohon pepaya terbesar di wilayah Riau yakni sebesar 97.358 pohon. Tanaman pepaya (*Carica papaya Linn*) berasal dari kawasan sekitar Mexico dan Costa Rica. Tanaman pepaya telah menyebar keseluruh dunia termasuk Indonesia. Tanaman pepaya merupakan perdu tinggi kurang lebih 10 meter, tidak berkayu, silindris, berongga, putih dan kotor. Daun tunggal, bulat, ujung runcing, pangkal bertoreh, tepi bertoreh, tepi bergerigi, diameter 25-75 cm, pertualangan menjari, panjang tangkai 25-100 cm dan berwarna hijau. Berikut sistematika tanaman pepaya (*Carica papaya*, Linn.) adalah.[68]

Divisi : *Spermatophyta*

Sub divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledoneae*

Bangsa : *Cistales*

[68] Santi Dwi Astuti, *Efek Ekstrak Etanol 70% Daun Pepaya (Carica Papaya, Linn) Terhadap Aktivitas Ast & Alt Pada Tikus Galur Wistar Setelah Pemberian Obat Tuberkulosis (Isoniazid & Rifampisin).* (Surakarta: Skripsi Universitas Setia Budi, 2009), hlm. 6.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Suku : *Caricacea*

Marga : *Carica*

Jenis : *Carica papaya, Linn.*

Daun pepaya merupakan salah satu komponen obat herbal yang telah digunakan oleh nenek moyang kita sejak dahulu kala. Daun pepaya dengan rasa pahit ini mengandung sejumlah senyawa aktif yaitu enzim papain, alkaloid carpaine, glikosid, karposid, saponin, flavonoid, tanin dan yang lainnya.[69]

Gambar II.6. Daun Pepaya

Kandungan senyawa organik alkaloid ditemukan ± 1300-4000 ppm yang terdapat dalam daun pepaya. Alkaloid merupakan senyawa yang menyerupai basa, terbukti dari asal namanya alkali (basa) dan oid (menyerupai). Dalam struktur dasarnya alkaloid banyak mengandung gugus atom N dan sebagian besar terbentuk dari gugusan asam amino.[70]

J. Ekstraksi

Ekstraksi cara dingin memiliki keuntungan dalam proses ekstraksi total, yaitu memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan pada senyawa termolabil

[69]Santi Dwi Astuti. *Loc. Cit.*

[70]Fardina Rahmi Wardani, *Potensi Perasan Daun Pepaya (carica papaya linn) Terhadap Jumlah Makrofag Pasca Gingivektomi pada Tikus Wistar Jantan*. (Jember: Skripsi Universitas Jember, 2012), hlm. 8.

yang terdapat pada sampel. Sebagian besar senyawa dapat terekstraksi dengan cara dingin walaupun ada beberapa senyawa yang memiliki keterbatasan kelarutan terhadap pelarut pada suhu ruangan. Salah satu jenis dari metode ekstraksi dengan cara dingin adalah maserasi. Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan pada temperatur ruangan (suhu kamar). Maserasi bertujuan untuk menarik senyawa aktif yang tidak tahan panas. Maserasi adalah cara ekstraksi yang paling sederhana. Hasil dari ekstraksi ini disebut dengan ekstrak. Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan mengektraksi zat aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut akan diuapkan dan massa atau serbuk yang terisi yang diperlakukan sedemikian sehingga memenuhi baku yang telah ditetapkan. Ekstrak terbagi atas empat yaitu encer, kental, kering, dan cair. Adapun tahap-tahap pembuatan ekstrak adalah sebagai berikut.[71]

1. Pembasahan

   Pembasahan serbuk dilakukan pada penyarian, dimaksudkan memberi kesempatan sebesar-besarnya kepada cairan penyari memasuki pori-pori dalam simplisia sehingga mempermudah penyarian selanjutnya.

2. Pelarut

   Pelarut yang digunakan dalam proses pembuatan ekstrak adalah penyari yang baik untuk senyawa aktif. Pelarut dapat dipisahkan dari bahan dan senyawa kandungan lainnya. Faktor utama yang menjadi

[71] Istiqomah, *Perbandingan Metode Ektraksi Maserasi dan Sokletasi terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (piperis retrofracti Fructus).* (Jakarta: Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2013), hlm.16.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

pertimbangan dalam pemilihan pelarut adalah selektifitas, ekonomis, kemudahan bekerja, ramah lingkungan dan aman.

3. Pemisahan

Tujuannya adalah untuk menghilangkan (memisahkan) senyawa yang tidak dikehendaki semaksimal mungkin tanpa pengaruh pada senyawa kandungan yang dikehendaki, sehingga diperoleh ekstrak yang lebih murni. Proses-proses pada tahap ini adalah pengendapan, pemisahan dan cairan yang tidak bercampur, sentrifugasi, dekantasi, filtrasi, proses adsorpsi dan penukar ion.

4. Pemekatan

Pemekatan berarti peningkatan jumlah partikel solut (senyawa terlarut) dengan cara penguapan pelarut tanpa sampai menjadi kering tetapi ekstrak hanya sampai menjadi kental.

K. Ekstrak Daun Pepaya

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutan terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar dengan senyawa nonpolar.[72]

Ekstraksi merupakan metode pemisahan suatu zat terlarut secara selektif dari suatu bahan dengan pelarut tertentu. Pemilihan metode yang tepat tergantung pada tekstur, kandungan air dan jenis senyawa yang akan diisolasi. Metode ekstraksi maserasi umum digunakan untuk mengekstraksi sampel yang relatif tidak tahan panas. Metode ini hanya dilakukan dengan merendam sampel dalam

[72]Dede Firmansyah. *Op.Cit*, hlm. 17.

suatu pelarut dengan jangka waktu tertentu, biasanya dilakukan selama 24 jam tanpa menggunakan alat pemanas, kelebihan metode ini diantaranya sederhana dan bisa menghindari kerusakan komponen senyawa akibat panas.[73]

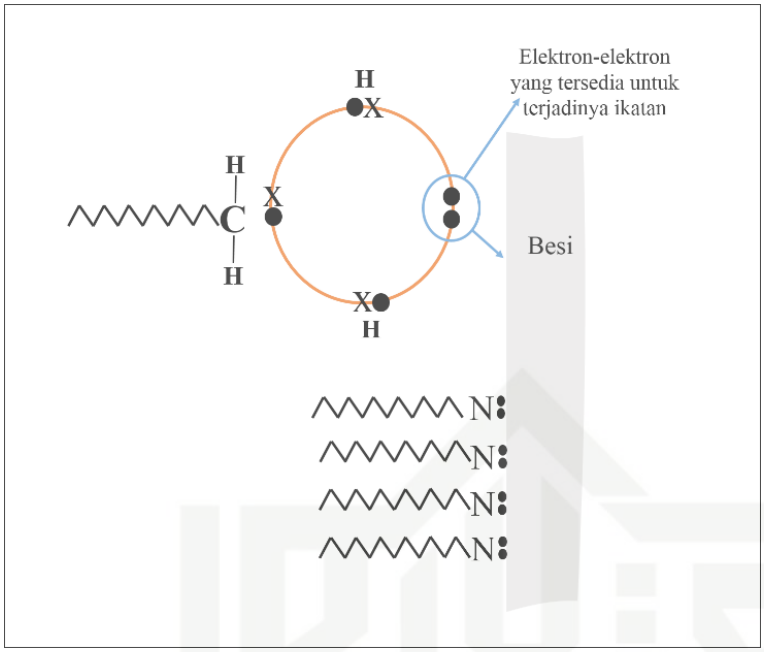
Ekstrak daun pepaya berpotensi sebagai inhibitor karena mengandung gugus fungsi –COOH, -OH, dan $–NH_2$ dalam molekulnya yang kaya akan pasangan elektron bebas. Menurut Rozana Sri Irianti dan Khairat dalam jurnalnya memperoleh uji positif asam amino pada daun pepaya yang ditunjukkan oleh adanya pembentukan warna ungu pada larutan uji. Ekstrak daun pepaya mengandung gugus asam amino ($-NH_2$) dalam molekulnya yang berfungsi sebagai donor elektron, sehingga dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe pada permukaan besi.[74]

Secara skematik senyawa organik alifatik dari amina memiliki sebuah pasangan elektron bebas pada atom nitrogen yang mampu memberikan donasi elektron pada permukaan logam. Inhibitor akan menyebabkan reaksi antara kation logam dan inhibitor sehingga terjadi endapan berupa lapisan penghalang pada permukaan logam. Berikut ini adalah proses nitrogen melindungi permukaan Fe.

[73] Ois Nurcahyanti. "*Uji Aktivitas Antimalaria Ekstrak Daun Baru Laut (Thespesia Populnea (l.) Soland ex correa) Pada Mus Musculus Terinfeksi Plasmodium Berghei Dan Karakterisasi Hasil Isolasinya*" (Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Bengkulu. 2014), hal 16.

[74] Rozana Sri Irianty dan Khairat. *Op. Cit*, hal. 78.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU



Gambar II.7. Proses nitrogen melindungi Fe

L. Rotary Evaporator

Vaccuum Rotary Evaporator adalah alat yang berfungsi untuk memisahkan suatu larutan dari pelarutnya sehingga dihasilkan ekstrak dengan kandungan kimia tertentu sesuai yang diinginkan. Larutan yang akan diuapkan, ditempatkan dalam suatu labu yang kemudian dipanaskan dengan bantuan penangas dan diputar. Uap larutan yang dihasilkan, didinginkan oleh suatu pendingin (kondensor) dan ditampung pada suatu tempat (*receiver flask*). Vakum akan mempercepat alat ini dalam melakukan evaporasi. Selain itu, terjadinya *bumping* dan pembentukan busa juga dapat dihindari. Kelebihan lainnya dari alat ini adalah diperolehnya kembali pelarut yang diuapkan. Prinsip kerja alat ini didasarkan pada titik didih pelarut dan adanya tekanan yang menyebabkan uap dari pelarut terkumpul di atas, serta adanya kondensor (suhu dingin) yang menyebabkan uap ini mengembun dan akhirnya jatuh ke tabung penerima (*receiver flask*). Setelah pelarutnya diuapkan, akan dihasilkan ekstrak yang dapat berbentuk padatan (*solid*) atau cairan (*liquid*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Biasanya ekstrak yang dihasilkan dari ekstraksi awal ini (ekstraksi dari bahan tumbuhan) disebut sebagai ekstrak kasar (*crude extract*).[75]

Gambar II.8. *Rotary Evaporator*

M. Penelitian yang Relevan

Berikut penelitian relevan yang menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian.

1. Penelitian dalam bentuk jurnal oleh Rozana Sri Irianty dan Khairat. Hasil penelitian ini adalah ekstrak daun pepaya membuktikan dapat memperlambat laju korosi. Laju korosi terbesar dengan menggunakan inhibitor yaitu pada perendaman 4 hari. Waktu tertinggi untuk penggunaan inhibitor ekstrak daun pepaya dalam air laut selama 36 hari.
2. Penelitian dalam bentuk jurnal oleh Yulia Risandi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya dapat digunakan sebagai inhibitor korosi dalam medium 1,5 N dan 2 N H_2SO_4 dan 1,5 N dan 2 N H_2SO_4 + NaCl 0,2 N.

[75] Yusuf Andi Senjaya dan Wahyu Surakusumah., *Potensi Ekstrak Daun Pinus (pinus merkusii jungh. et de vriese) Sebagai Bioherbisida Penghambat Perkecambahan Echinochloa Colonum l. dan Amaranthus Viridis.* (Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia), hlm. 2.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

3. Penelitian berbentuk jurnal oleh Rozanna Sri Irianty dan Komalasari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi besi terendah yaitu 0,000547 gr/cm^2 hari pada konsentrasi inhibitor 5000 ppm. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor ekstrak daun gambir yang ditambahkan dan semakin lama waktu perendaman, maka laju korosi semakin kecil. Kondisi media air laut yang semakin bersifat asam akan meningkatkan laju korosi pada besi. Efisiensi inhibisi ekstrak daun gambir semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor yang digunakan.
4. Penelitian berbentuk jurnal oleh Maria Erna. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Karboksimetil Kitosan (KMK) merupakan inhibitor yang baik untuk memperlambat laju korosi baja lunak dalam media air gambut dan memberikan efisiensi inhibisi korosi paling efektif pada pH air gambut 7 dan waktu kontak 3 hari yaitu 93,66%. Makin besar konsentrasi KMK maka akan meningkatkan efisiensi inhibisinya.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU