

# NILAI KEISLAMAMAN PADA PEMBELAJARAN ELEKTROKIMIA

Buku NILAI KEISLAMAMAN PADA PEMBELAJARAN KOROSI ini membahas tentang pengembangan lembar kerja *assessment* nilai-nilai keislaman korosi dan inhibitor dari bahan alami. Penyajian materi dalam buku ini disusun secara sistematis yang disertai dengan hasil riset terkini. Isi buku ini mengintegrasikan dan menginternalisasikan keilmuan dengan kandungan Al-Quran. Sebagaimana kisah Zulkarnain yang diabadikan dalam surat Al-Kahfi ayat 83-98 diharapkan pembaca dapat mengambil hikmah dari kandungan ayat tersebut untuk meningkatkan keimanan kepada Allah SWT dan menambah keilmuan.

Pusat Penelitian dan Penerbitan  
UIN SGD Bandung



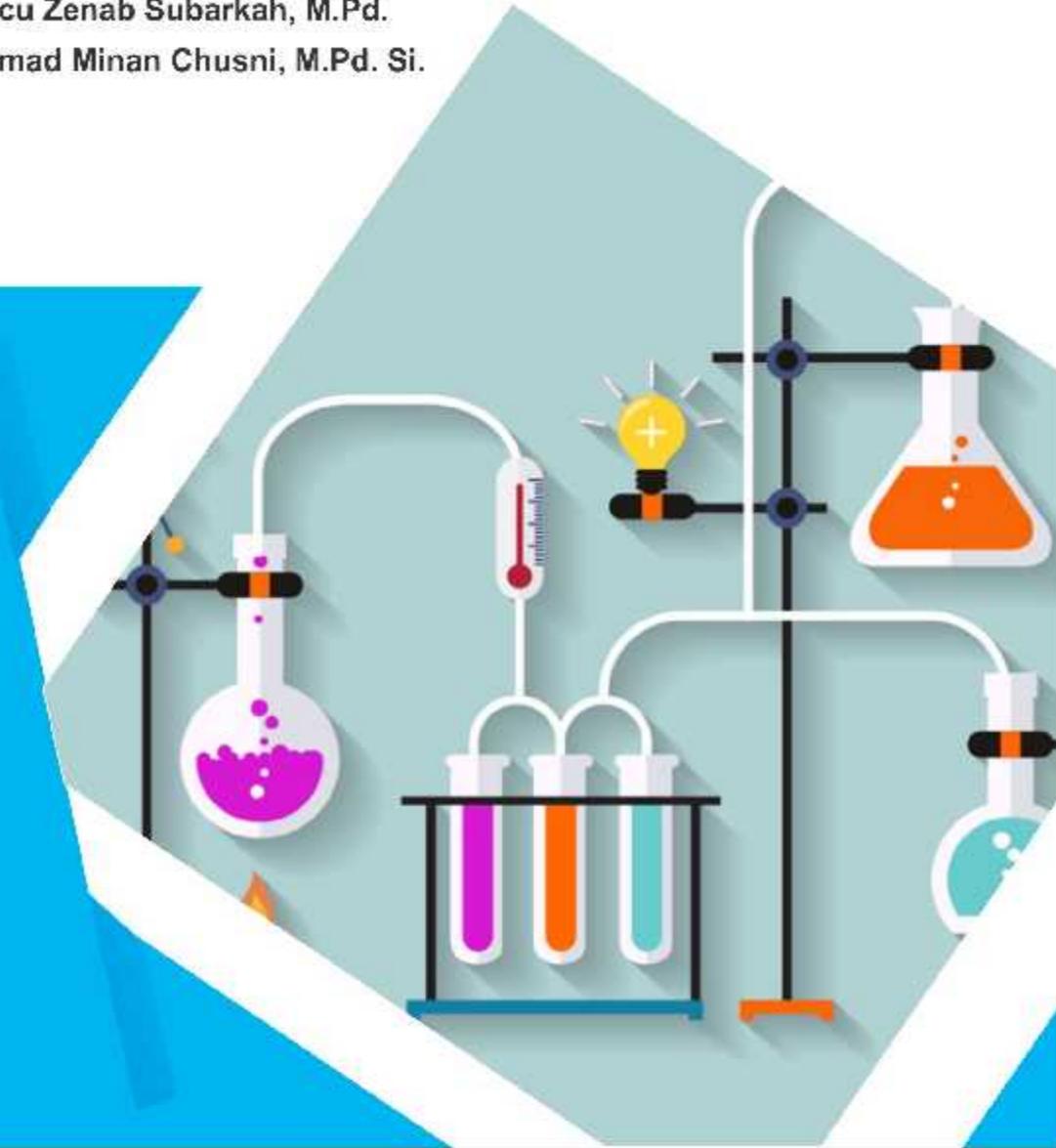
NILAI KEISLAMAMAN PADA PEMBELAJARAN ELEKTROKIMIA

Dra. Cucu Zenab Subarkah, M.Pd.  
Muhammad Minan Chusni, M.Pd. Si.

Dra. Cucu Zenab Subarkah, M.Pd.  
Muhammad Minan Chusni, M.Pd. Si.

# NILAI KEISLAMAMAN PADA PEMBELAJARAN ELEKTROKIMIA

Pusat Penelitian dan Penerbitan  
UIN SGD Bandung



Dra. Cucu Zenab Subarkah, M.Pd.

Muhammad Minan Chusni, M.Pd.Si.

**NILAI KEISLAMAN  
PADA PEMEBELAJARAN ELEKTROKIMIA**

**Pusat Penelitian dan Penerbitan  
UIN SGD Bandung  
2018**



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk menyelesaikan penulisan buku *dummy* berdasarkan hasil Penelitian Kolaboratif Lintas Prodi Internal Fakultas dengan judul **Nilai Keislaman pada Pembelajaran Elektrokimia**.

Penulisan buku ini dapat terlaksana berkat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenankanlah kami menyampaikan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
2. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
3. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
4. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
5. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
6. Berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu.

Kami berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pendidik dan mahasiswa dalam menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran sangat kami harapkan demi perbaikan buku ini kedepannya. Terimakasih.

Bandung, Mei 2018

Cucu Zenab Subarkah, M.Pd

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I. PEMBELAJARAN.....	1
A. Pengertian pembelajaran.....	1
B. Proses pembelajaran.....	1
C. Komponen pembelajaran.....	4
BAB II. PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA (LK).....	10
A. Pengertian LK.....	10
B. Macam-macam LK.....	10
C. Langkah-langkah menyusun LK.....	11
D. Penulisan LK.....	12
E. Fungsi LK.....	13
F. Tujuan penyusunan LK.....	14
G. Syarat LK yang baik.....	14
H. Hasil penelitian LK.....	18
BAB III. ASSESSMENT.....	36
A. Pengertian penilaian.....	36
B. Aspek-aspek penilaian sikap.....	37
C. Pentingnya penilaian dalam pembelajaran.....	38
D. Penilaian sikap.....	39
E. Teknik-teknik penilaian sikap.....	40
F. Langkah-langkah penilaian sikap.....	47
G. Keunggulan dan kelemahan penilaian sikap.....	48
H. Hasil penelitian pengembangan instrumen sikap.....	49

BAB IV. NILAI-NILAI KEISLAMAN .....	54
A. Pengertian nilai-nilai keislaman.....	54
B. Pembuatan benteng besi antikorosi Kisah Zulkarnain.....	57
C. Nilai-nilai keislaman berdasarkan kisah Zulkarnain.....	60
D. Hasil penelitian nilai-nilai keislaman.....	62
BAB V. KOROSI DAN INHIBITOR.....	69
A. Peristiwa Korosi.....	69
B. Pemanfaatan Pektin sebagai Inhibitor Korosi.....	75
C. Hasil penelitan pektin limbah kult lemon .....	85
DAFTAR PUSTAKA .....	96
INDEKS .....	101
TENTANG PENULIS.....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Saran Perbaikan dari Validator terhadap LK.....	18
Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Uji Validasi dari Tiga Dosen Ahli .....	31
Tabel 3. Persentase Hasil Uji Kelayakan oleh Dosen Ahli .....	33
Tabel 4. Skor Skala Likert.....	47
Tabel 5. Hasil validasi angket sikap nilai-nilai keislaman .....	49
Tabel 6. Data deskriptif validasi ahli .....	50
Tabel 7. Hasil Validasi Uji Coba Instrumen .....	53
Tabel 8. Hasil uji reliabilitas instrumen .....	53
Tabel 9. Kandungan nilai dalam kisah Zulkarnain .....	61
Tabel 10. Hasil angket sikap nilai-nilai keislaman .....	63
Tabel 11. Hasil sikap nilai-nilai keislaman .....	67
Tabel 12. Randemen pektin dari beberapa bahan .....	77
Tabel 13. Daerah Spektrum Inframerah.....	81
Tabel 14. Komposisi Buah Lemon.....	83
Tabel 15. Pengurangan Massa Besi.....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tampilan cover LK .....	25
Gambar 2. Tampilan wacana.....	27
Gambar 3. Tampilan tahap merumuskan masalah dan hipotesis .....	28
Gambar 4. Tampilan pertanyaan rancangan percobaan .....	28
Gambar 5. Tampilan template rancangan percobaan .....	29
Gambar 6. Tampilan tahap percobaan dan menganalisis data .....	30
Gambar 7. Tampilan pertanyaan tahap membuat kesimpulan .....	31
Gambar 8. Distribusi respon sikap nilai-nilai keislaman .....	66
Gambar 9. Persentase respon sikap nilai-nilai keislaman .....	67
Gambar 10. Hasil sikap nilai-nilai keislaman .....	68
Gambar 11. Korosi yang terjadi pada sebatang besi .....	71
Gambar 12. Struktur kimia pectin .....	76
Gambar 13. Struktur Dinding Sel Tanaman.....	76
Gambar 14. Struktur asam $\alpha$ - galakturonat .....	78
Gambar 15. Buah Lemon .....	82
Gambar 16. Perendaman Besi dalam Media Korosi HCl 1M.....	86
Gambar 17. Grafik Hubungan Konsentrasi Inhibitor dengan Laju Korosi .....	87
Gambar 18. Grafik Hubungan Efisiensi Inhibitor dengan Konsentrasi Pektin.....	88
Gambar 19. Perendaman besi dalam media korosif tanpa dan dengan penambahan inhibitor .....	89
Gambar 20. Grafik Hubungan Laju Korosi dengan Waktu Perendaman .....	89
Gambar 21. Grafik Hubungan Efisiensi Inhibitor dengan Waktu Perendaman .....	90



## **BAB I. PEMBELAJARAN**

### **A. Pengertian pembelajaran**

Pembelajaran adalah pemberdayaan potensi peserta didik menjadi kompetensi. Kegiatan pemberdayaan ini tidak dapat berhasil tanpa ada orang yang membantu. Pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional, untuk membuat belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar (Sagala, 2011). Sedangkan konsep pembelajaran menurut Corey (Sagala, 2011) adalah suatu proses dimana lingkungan seseorang secara disengaja dikelola untuk memungkinkan ia turut serta dalam tingkah laku tertentu dalam kondisi-kondisi khusus atau menghasilkan respons terhadap situasi tertentu, pembelajaran merupakan subset khusus dari pendidikan.

Berdasarkan pendapat di atas ditarik kesimpulan bahwa pembelajaran adalah usaha sadar dari guru untuk membuat peserta didik belajar, yaitu terjadinya perubahan tingkah laku pada diri peserta didik yang belajar, dimana perubahan itu dengan didapatkannya kemampuan baru yang berlaku dalam waktu yang relatif lama dan karena adanya usaha.

### **B. Proses pembelajaran**

Proses kegiatan belajar mengajar yang berlangsung telah terjadi interaksi yang bertujuan. Interaksi yang bertujuan itu disebabkan dosenlah yang memaknainya dengan menciptakan lingkungan yang bernilai edukatif demi kepentingan mahasiswa dalam belajar (Kemenristekdikti, 2015). Dosen ingin memberikan layanan yang

terbaik bagi mahasiswa, dengan menyediakan lingkungan yang menyenangkan dan menggairahkan. Dosen berusaha menjadi pembimbing yang baik dengan peranan yang arif dan bijaksana, sehingga tercipta hubungan dua arah yang harmonis antara dosen dengan mahasiswa. Proses pembelajaran harus didasarkan pada prinsip terjadinya interaksi secara optimal antara peserta didik dengan pendidik, peserta didik sendiri, serta peserta didik dengan aneka sumber belajar termasuk lingkungan (Miarso, 2007).

Ketika kegiatan belajar itu berproses, dosen harus dengan ikhlas dalam berkata dan berbuat, serta mau memahami mahasiswanya dengan segala konsekuensinya. Semua kendala yang terjadi dan dapat menjadi penghambat jalannya proses pembelajaran, baik yang berpangkal dari perilaku mahasiswa maupun yang bersumber dari luar mahasiswa, harus dosen hilangkan, dan bukan membiarkannya. Karena keberhasilan pembelajaran lebih banyak ditentukan oleh dosen dalam mengelola kelas. Belajar merupakan proses aktif merangkai pengalaman menggunakan masalah-masalah nyata yang terdapat di lingkungannya untuk berlatih keterampilan-keterampilan yang spesifik, dengan demikian belajar tidaklah bersifat pasif, proses belajar harus berpusat pada peserta didik melalui berbagai aktivitas fisik dan aktivitas mental, karena menurut (Muhadjir, 2003) guna membenahi sistem pembelajaran yang lebih bermakna, maka kegiatan belajar itu sendiri harus dirancang sedemikian rupa, sehingga seluruh mahasiswa menjadi aktif dalam belajarnya, yang dapat merangsang daya cipta, rasa dan diasumsikan sebagai pangkal kesuksesan belajar.

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, dosen harus pandai menggunakan pendekatan secara tepat, bukan sembarangan yang bisa merugikan mahasiswa. Pandangan dosen terhadap mahasiswa akan menentukan sikap dan perbuatan. Setiap dosen tidak selalu mempunyai pandangan yang sama dalam menilai mahasiswa. Hal ini akan mempengaruhi pendekatan yang dosen ambil dalam pembelajaran .

Dosen yang memandang mahasiswa sebagai pribadi yang berbeda dengan mahasiswa lainnya akan berbeda dengan dosen yang memandang mahasiswa sebagai makhluk yang sama dan tidak ada perbedaan dalam segala hal. Maka penting meluruskan pandangan yang keliru dalam menilai karakteristik mahasiswa. Sebaiknya dosen memandang mahasiswa sebagai individu dengan segala perbedaannya, sehingga mudah melakukan pendekatan dalam pembelajaran.

Pembelajaran mulai dari tiga hal yaitu: perencanaan, pelaksanaan dan evaluasinya (Kemenristekdikti, 2015) yang senantiasa merujuk pada tujuan yang diharapkan untuk dikuasai atau dimiliki oleh mahasiswa baik *instructional effect* (sesuai dengan tujuan yang dirancang) maupun *nurturant effect* (dampak pengiring) (Shochib, 1998). Kualitas pembelajaran ini ditentukan oleh interaksi komponen-komponen belajar mengajar dalam sistemnya, yaitu tujuan, pendidik (dosen), bahan ajar (materi), peserta didik (mahasiswa), sarana, media, metode, partisipasi masyarakat, performance sekolah, dan evaluasi pembelajaran (Shochib, 1998).

### **C. Komponen pembelajaran**

Interaksi merupakan ciri utama dari kegiatan pembelajaran, baik antara yang belajar dengan lingkungan belajarnya, baik itu guru, teman temannya, tutor, media pembelajaran, atau sumber-sumber belajar yang lain. Ciri lain dari pembelajaran adalah yang berhubungan dengan komponen-komponen pembelajaran. Adapun komponen-komponen belajar yaitu:

#### **1. Tujuan**

Tujuan pembelajaran pada dasarnya merupakan harapan, yaitu apa yang diharapkan dari peserta didik sebagai hasil belajar. Robert F. Meager (Sumiati & Asra, 2009) memberi batasan yang lebih jelas tentang tujuan pembelajaran, yaitu maksud yang dikomunikasikan melalui pernyataan yang menggambarkan tentang perubahan yang diharapkan dari peserta didik.

Tujuan pembelajaran adalah rumusan secara terperinci apa saja yang harus dikuasai oleh peserta didik sesudah ia melewati kegiatan pembelajaran yang bersangkutan dengan berhasil. Tujuan pembelajaran memang perlu dirumuskan dengan jelas, karena perumusan tujuan yang jelas dapat digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan dari proses pembelajaran itu sendiri (Suryosubroto, 1990).

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran adalah rumusan secara terperinci apa saja yang harus dikuasai oleh peserta didik sebagai akibat dari hasil pembelajaran yang dinyatakan dalam bentuk tingkah laku yang dapat diamati dan diukur.

## 2. Materi

Materi pembelajaran pada dasarnya merupakan isi dari kurikulum, yakni berupa mata pelajaran atau bidang studi dengan topik/sub topik dan rinciannya. Isi dari proses pembelajaran tercermin dalam materi pembelajaran yang dipelajari oleh peserta didik. Materi pembelajaran adalah substansi yang akan disampaikan dalam proses belajar mengajar, tanpa materi pembelajaran proses belajar mengajar tidak akan berjalan (Jamarah & Zain, 2002).

Materi pembelajaran disusun secara sistematis dengan mengikuti prinsip psikologi. Agar materi pembelajaran itu dapat mencerminkan target yang jelas dari perilaku peserta didik setelah mengalami proses belajar mengajar. Materi pembelajaran harus mempunyai lingkup dan urutan yang jelas. Lingkup dan urutan itu dibuat bertolak dari tujuan yang dirumuskan. Materi pembelajaran berada dalam ruang lingkup isi kurikulum. Karena itu, pemilihan materi pembelajaran tentu saja harus sejalan dengan ukuran-ukuran yang digunakan untuk memilih isi kurikulum bidang studi yang bersangkutan. Oleh karena itu, materi pembelajaran yang dipilih harus sistematis, sejalan dengan capaian pembelajaran dan tujuan yang telah dirumuskan, terjangkau, relevan dengan kebutuhan peserta didik, sesuai dengan kondisi masyarakat sekitar, mengandung segi-segi etik, tersusun dalam ruang lingkup yang logis, dan bersumber dari buku (Harjanto, 2005).

## 3. Metode

Metode pembelajaran merupakan cara melakukan atau menyajikan, menguraikan, dan memberi latihan isi pelajaran kepada peserta didik untuk mencapai tujuan tertentu. Metode pembelajaran yang ditetapkan guru memungkinkan peserta didik untuk belajar

proses, bukan hanya belajar produk. Untuk melaksanakan proses pembelajaran perlu dipikirkan metode pembelajaran yang tepat karena merupakan salah satu komponen yang ikut ambil bagian bagi keberhasilan kegiatan belajar mengajar. Ketepatan penggunaan metode pembelajaran tergantung pada kesesuaian metode pembelajaran materi pembelajaran, kemampuan guru, kondisi peserta didik, sumber atau fasilitas, situasi dan kondisi dan waktu (Sumiati & Asra, 2009). Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa ketepatan penggunaan metode pembelajaran oleh pendidik memungkinkan peserta didik untuk mencapai tujuan belajar baik dari segi kognitif, afektif, maupun psikomotor.

#### 4. Media

Pembelajaran merupakan kegiatan yang melibatkan peserta didik dan guru dengan menggunakan berbagai sumber belajar baik dalam situasi kelas maupun di luar kelas. Dalam arti media yang digunakan untuk pembelajaran tidak terlalu identik dengan situasi kelas dalam pola pengajaran konvensional namun proses belajar tanpa kehadiran guru dan lebih mengandalkan media termasuk dalam kegiatan pembelajaran. Rudi Susilana dan Cepi Riyana (2009: 179) mengklasifikasikan penggunaan media berdasarkan tempat penggunaannya, yaitu: (1) penggunaan media di kelas; (2) penggunaan media di luar kelas (Susilana & Riyana, 2008).

Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan peralatan yang membawa pesan-pesan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Jenis media pembelajaran sangat beragam, maka diharapkan guru dapat memilih media sesuai dengan kebutuhan agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif.

## 5. Evaluasi

Evaluasi merupakan salah satu komponen dalam sistem pembelajaran. Dalam hubungannya dengan pembelajaran, evaluasi pembelajaran adalah penilaian atau penaksiran terhadap pertumbuhan dan kemajuan peserta didik kearah tujuan-tujuan yang telah ditetapkan dalam kurikulum. Hasil penilaian ini dapat dinyatakan secara kuantitatif maupun kualitatif (Harjanto, 2005).

Evaluasi yang diberikan oleh guru mempunyai banyak kegunaan bagi peserta didik, guru, maupun bagi guru itu sendiri. Hasil tes yang diselenggarakan oleh guru mempunyai kegunaan bagi peserta didik, diantaranya:

- a. Mengetahui apakah peserta didik sudah menguasai materi pembelajaran yang disajikan oleh guru.
- b. Mengetahui bagian mana yang belum dikuasai oleh peserta didik, sehingga dia berusaha untuk mempelajarinya lagi sebagai upaya perbaikan.
- c. Penguatan bagi peserta didik yang sudah memperoleh skor tinggi dan menjadi dorongan atau motivasi untuk belajar lebih baik. (Sumiati & Asra, 2009)

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa evaluasi pembelajaran merupakan penilaian terhadap kemajuan peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran. Evaluasi pembelajaran menempati posisi yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Karena dengan adanya evaluasi pembelajaran keberhasilan pembelajaran dapat diketahui hasilnya. Oleh karena itu evaluasi pembelajaran harus disusun dengan tepat, agar dapat menilai kemampuan peserta didik dengan tepat.

## 6. Pendidik

Pendidik merupakan salah satu komponen yang sangat berpengaruh pada proses pembelajaran, karena pendidik memegang peranan yang sangat penting antara lain menyiapkan materi, menyampaikan materi, serta mengatur semua kegiatan belajar mengajar dalam proses pembelajaran.

Dalam proses pembelajaran musik, peran seorang pendidik diperlukan untuk memberikan pembelajaran dan mengatur serta membentuk peserta didik dalam kelas guna tercapai sumber daya manusia yang potensial. Menurut pendapat (Sardiman, 1990), diungkapkan bahwa guru adalah “komponen manusiawi dalam proses belajar mengajar yang ikut berperan dalam usaha pembentukan sumber daya manusia yang potensial di bidang pembangunan”. Pendapat yang hampir sama juga dikemukakan oleh (Jamarah & Zain, 2002), menyatakan bahwa dalam suatu proses belajar, peserta didik memerlukan seorang pendidik sebagai suatu sumber bahan dalam menyampaikan materi serta sejumlah ilmu pengetahuan guna berkembangnya pendidikan peserta didik dan sumber daya manusia.

Dari kedua pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa pendidik merupakan salah satu komponen yang sangat berpengaruh pada proses pembelajaran, karena guru memegang peranan yang sangat penting antara lain menyiapkan materi, menyampaikan materi, serta bertanggung jawab dan mengatur semua kegiatan belajar mengajar dalam proses pembelajaran.

## 7. Peserta Didik

Peserta didik merupakan salah satu komponen inti dari pembelajaran, karena inti dari proses pembelajaran adalah kegiatan belajar peserta didik dalam mencapai suatu tujuan. Menurut Kimble dan Garnezy dalam (Sumiati & Asra, 2009) sifat dan perubahan perilaku dalam belajar relatif permanen. Dengan demikian hasil belajar dapat diidentifikasi dari adanya kemampuan melakukan sesuatu secara permanen dan dapat diulang-ulang dengan hasil yang relatif sama.

Peserta didik sebagai individu adalah orang yang tidak bergantung pada orang lain dalam arti bebas menentukan sendiri dan tidak dipaksa dari luar, maka dari pada itu dalam dunia pendidikan peserta didik harus diakui kehadirannya sebagai pribadi yang unik dan individual (Ahmadi & Uhbiyati, 2001). Setiap peserta didik memiliki karakteristik individual yang khas dan terus berkembang meliputi perkembangan emosional, moral, intelektual dan sosial. Perkembangan ini berpengaruh terhadap kemampuan peserta didik sebagai subjek pendidikan (Sunarto & Hartono, 2006).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa peserta didik adalah pribadi unik yang menjadi subjek pendidikan. Keunikan peserta didik tampak dari perkembangan emosional, moral, intelektual dan sosial harus diakui dalam proses pendidikan. Karena itu, peserta didik adalah subjek aktif, bukan objek pendidikan.

## **BAB II. PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA (LK)**

### **A. Pengertian LK**

LK merupakan panduan bagi peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LK dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi (Trianto, 2010). LK memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh.

### **B. Macam-macam LK**

Pada dasarnya LK terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

#### 1. LK tidak berstruktur

LKS tak berstruktur berupa lembaran yang diberikan kepada mahasiswa dalam usaha mengefisienkan kegiatan belajar mengajar. Misalnya: Lembaran yang memuat suatu kelompok data dan sajiannya berupagrafik yang dikutip dari media massa dan dapat dimanfaatkan dalam membahas materi yang relevan dalam statistik dan lembaran berupa kertas bertitik, kertas berpetak atau kertas milimeter.

#### 2. LK berstruktur

LK berstruktur dirancang dengan tujuan untuk membimbing mahasiswa dalam mempelajari materi pelajaran yang terkait dengan konsep, prinsip atau pengenalan suatu materi. Peneliti menggunakan LK berstruktur, karena LK berstruktur memuat informasi, contoh dan

tugas–tugas. LK ini disajikan untuk membimbing mahasiswa dalam satu program kerja atau pelajaran. Pada LK telah disusun petunjuk pengarahannya, LK ini tidak dapat menggantikan peran Dosen dalam kelas. Dosen tetap mengawasi kelas, memberi semangat dan dorongan belajar, dan membimbing pada setiap mahasiswa.

### **C. Langkah-langkah menyusun LK**

Pada penyusunan LK harus memperhatikan langkah-langkah berikut:

#### **1. Analisis kurikulum**

Analisis kurikulum bertujuan untuk menentukan kompetensi atau materi mana yang memerlukan bahan ajar LK. Analisis dilakukan dengan cara mempelajari standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pokok, pengalaman belajar, dan indikator tercapainya belajarnya.

#### **2. Menyusun peta kebutuhan LK**

Peta kebutuhan LK sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah LK yang harus ditulis dan urutan LKnya juga dapat dilihat. Urutan materi LK ini sangat diperlukan dalam menentukan prioritas penulisannya.

#### **3. Menentukan judul-judul LK**

Judul LK ditentukan atas dasar kompetensi-kompetensi dasar yang terdapat dalam kurikulum. Satu kompetensi dasar dapat dijadikan judul LK, hal itu dapat diketahui dengan cara menguraikan ke dalam materi pokok (MP) terdapat maksimal empat MP, maka kompetensi itu telah dapat dijadikan sebagai satu judul LK.

Namun, apabila diuraikan menjadi lebih dari empat MP, maka perlu direncanakan kembali apakah perlu dipecah menjadi dua judul LK. Judul LK tidak harus sama dengan yang tercantum pada kurikulum, yang lebih penting adalah kompetensi dasar harus dicapai secara esensi tidak berubah. Penentuan judul akan lebih mudah apabila pengalaman belajar diuraikan terlebih dahulu.

#### **D. Penulisan LK**

Menurut (Prastowo, 2011), untuk menulis LK, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

##### **1. Merumuskan Kompetensi Dasar**

Untuk merumuskan kompetensi dasar dapat kita lakukan dengan menurunkan rumusnya langsung dari kurikulum yang berlaku. Contohnya, kompetensi dasar yang diturunkan dari KKNI.

##### **2. Menentukan alat penilaian.**

Penilaian kita lakukan terhadap proses dan hasil kerja mahasiswa. Karena pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah kompetensi, dimana penilaiannya didasarkan pada penguasaan kompetensi, maka alat penilaian yang tepat adalah menggunakan pendekatan Penilaian Acuan Patokan (PAP). Dengan demikian, pendidik dapat menilai berdasarkan proses dan hasilnya.

##### **3. Menyusun Materi.**

Untuk menyusun materi LK, ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan. Berkaitan dengan isi atau materi LK, perlu kita ketahui bahwa materi LK tergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapainya. Materi LK dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari.

Materi dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian, dan masih banyak lagi sumber lain yang berhubungan dengan materi pada LK. Agar pemahaman mahasiswa terhadap materi lebih kuat, maka dalam penulisan LK dapat ditunjukkan referensi yang digunakan agar mahasiswa belajar lebih mendalam tentang materi tersebut. Tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan tentang hal-hal yang seharusnya dilakukan, misalnya tentang tugas diskusi. Judul diskusi diberikan secara jelas dan didiskusikan dengan siapa, berapa orang dalam kelompok diskusi, dan berapa lama waktu yang diberikan untuk diskusi.

#### 4. Struktur LK

Struktur LK secara umum yaitu: halaman depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk Penggunaan LK, standar Kompetensi, tujuan Pembelajaran, pokok bahasan (sub pokok bahasan, kegiatan, latihan soal, diskusi soal) dan daftar pustaka.

### **E. Fungsi LK**

Menurut (Prastowo, 2011), fungsi LK yaitu:

1. Sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik.
2. Sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan.
3. Sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih.
4. Mempermudah pelaksanaan pengajaran pada peserta didik.

## **F. Tujuan penyusunan LK**

Penyusunan LK haruslah memiliki tujuan yang jelas. yaitu memberi pengetahuan, sikap dan keterampilan yang perlu dimiliki oleh peserta didik, mengecek tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan, dan mengembangkan atau menerapkan materi pelajaran yang sulit disampaikan secara lisan. Menurut (Sumiyati & Asra, 2009), tujuan penyusunan LK yaitu:

1. Menyiapkan kondisi peserta didik untuk siap belajar sebelum pelaksanaan kegiatan pembelajaran
2. Memotivasi peserta didik untuk belajar mandiri
3. Membimbing peserta didik untuk memproses hasil belajarnya (menemukan atau membuktikan konsep yang dipelajarinya)
4. Memperkaya konsep yang telah dipelajari peserta didik untuk diterapkan dalam kehidupan nyata.

## **G. Syarat LK yang baik**

Rumaharto (dalam Hartati, 2002:22) menyebutkan bahwa syarat LK yang baik harus memenuhi berbagai persyaratan yaitu syarat konstruksi, syarat didaktif, dan syarat teknis. Untuk lebih jelasnya mengenai persyaratan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

### **1. Syarat konstruksi**

Syarat konstruksi adalah syarat-syarat yang meliputi penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan yang pada hakekatnya haruslah tepat guna, yang artinya dapat dimengerti oleh pengguna LK.

Kriteria dari syarat konstruksi sebagai berikut :

- a. Harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kemampuan pemahaman peserta didik.
- b. Menggunakan struktur kata yang jelas.
- c. Tata urutan pelajaran sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik, daritingkat yang mudah dipahami peserta didik sampai tingkat yang sukar untukdipahami, sehingga peserta didik harus berfikir ekstra dalam menggunakanpenalaran atau dengan keahliannya sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik.
- d. Menghindari pertanyaan yang bersifat terbuka.
- e. Hindari penggunaan buku/sumber yang diluar kemampuanketerbacaan peserta didik.
- f. Sediakan lembar jawab yang cukup, agar peserta didik mudah untuk menulis jawaban dari pertanyaan maupun untuk menggambar pada LK.
- g. Gunakan kalimat yang sederhana dan pendek.
- h. Gunakan ilustrasi untuk mempermudah peserta didik dalam memahami apayang dimaksudkan atau diisyaratkan LK
- i. Tulislah tujuan atau manfaat yang jelas dari pelajaran tersebut,sehingga menjadi sumber motivasi bagi peserta didik.
- j. Memiliki identitas, sehingga mudah dalam administrasinya.

## 2. Syarat Didaktif

LK merupakan salah satu sumber belajar yang digunakan pendidik dalam proses belajar mengajar, sehingga proses belajarmengajar berjalan lancar sesuai dengan yang diharapkan. LKS harusmemenuhi syarat Didaktif, artinya yaitu suatu LK harus sesuai dengan azas belajar mengajar yang efektif.

Kriteria dari syarat didaktif sebagai berikut :

- a. Memperhatikan adanya perbedaan individual peserta didik, artinya suatu LK yang baik adalah yang dapat digunakan semua peserta didik, baik oleh peserta didik yang lamban, sedang, maupun yang pandai dalam mengikuti pembelajaran.
- b. Lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep-konsep pemecahan masalah, sehingga LK berfungsi sebagai petunjuk penyelesaian masalah bagi peserta didik.
- c. Memiliki variasi stimulus dalam berbagai kegiatan peserta didik.
- d. Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri peserta didik.
- e. Keberhasilan belajarnya ditentukan oleh tingkat kemampuan masing-masing siswa (intelektual, emosional, dan sebagainya), bukan ditentukan dari materi bahan pelajaran.

### 3. Syarat Teknis

Syarat teknis merupakan syarat dari keseluruhan LK yaitu:

#### a. Tulisan

Tulisan dalam LK haruslah mudah dimengerti dan dipahami oleh pengguna LK. Besar kecilnya tulisan pada LK juga harus dibedakan, agar pengguna LK lebih mudah dalam memahami isi atau makna yang terdapat dalam LK. Dengan demikian, LK dapat berfungsi sebagai sumber belajar yang efektif dan efisien dalam proses belajar mengajar.

Syarat-syarat tulisan dalam LK yaitu :

- 1) Menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi.
- 2) Menggunakan huruf tebal yang agak tebal, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah.

- 3) Menggunakan tanda baca yang sesuai dengan kalimat, sehingga dapat membedakan antara kalimat perintah dengan jawaban peserta didik.
- 4) Perbandingan antara besarnya huruf dengan gambar harus sesuai, sehingga menarik perhatian pengguna LK.

b. Gambar

Dalam LK haruslah memuat gambar-gambar yang dapat dijadikan sebagai ilustrasi dalam penyampain pesan atau isi, sehingga pengguna LK tertarik dan tidak jenuh untuk mempelajari LK tersebut. Gambar yang baik dalam LK adalah gambar yang dapat menyampaikan pesan atau isi secara efektif kepada pengguna LK.

Dalam hal ini, yang lebih penting adalah kejelasan pesan atau isi dari gambar tersebut secara keseluruhan.

c. Penampilan

Selain tulisan dan gambar yang terdapat dalam LK, yang tidak kalah pentingnya yaitu penampilan dari LK tersebut. Penampilan adalah hal yang sangat penting dalam LK. Penampilan dari LK juga mempengaruhi minat pengguna LK untuk membaca dan mempelajari isi dari LK. Apabila suatu LK ditampilkan dengan penuh kata-kata, kemudian ada sederet pertanyaan yang harus dijawab oleh pengguna LK yaitu peserta didik, hal ini akan menimbulkan kesan jenuh, sehingga LK tersebut membosankan dan menjadi tidak menarik. Namun, karena pesan atau isinya tidak dapat disampaikan. Oleh karena itu, penampilan LK yang baik adalah yang memiliki kombinasi antara gambar dan tulisan.

## H. Hasil penelitian LK

Berdasarkan hasil penelitian LK yang terdahulu, sebagai contoh dapat di sajikan tahapan-tahapan pengembangan LK berbasis inkuiri dari proses penyusunan, validasi hingga menjadi produk yang valid dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran (Subarkah, Sundari, & Gusniar, 2017).

### 1. Tahapan Penyusunan Format Lembar Kerja berbasis Inkuiri

Tahapan penyusunan lembar kerja berbasis inkuiri ini meliputi analisis konsep pada mata kuliah Kimia Dasar II, analisis jurnal penelitian isolasi pektin dari kulit lemon, inhibitor korosi menggunakan pektin kulit jeruk, analisis jurnal pembelajaran inkuiri, analisis tahapan dalam LK berbasis inkuiri, dan menghubungkan penelitian dengan konsep korosi dalam materi reaksi redoks dan elektrokimia sehingga menghasilkan produk berupa LK berbasis inkuiri pada pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi. LK yang telah disusun kemudian dilakukan validasi oleh tiga orang validator untuk menguji apakah LK telah layak digunakan atau harus dilakukan perbaikan sesuai saran dari validator. Berikut merupakan hasil saran perbaikan dari validator dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Saran Perbaikan dari Validator terhadap LK

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
1	Pertanyaan No 1 mengenai simpulan wacana sebaiknya tidak perlu, dan pertanyaan No 2 menjadi No 1: 1. Berdasarkan wacana	Pertanyaan No 2 menjadi No 1: 1. Berdasarkan wacana tersebut, buatlah rumusan masalah yang bisa diselidiki melalui percobaan sesuai dengan pendapat anggota kelompok!

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	<p>di atas, buatlah simpulan yang menjadi ide wacananya !</p>	
2	<p>Pertanyaan No 3 menjadi No 2 dan perbaiki redaksi kata dalam pertanyaan No 2:</p> <p>2. Dari rumusan masalah yang disepakati, buatlah anggapan sementara (hipotesis) !</p>	<p>Redaksi kata dalam pertanyaan No 2 diubah menjadi:</p> <p>2. Berdasarkan rumusan masalah yang Anda buat, kemukakan hipotesis (anggapan sementara)!</p>
3	<p>Pertanyaan No 4 menjadi No 3 dan perbaiki redaksi kata dalam pertanyaan No 3:</p> <p>3. Jika Anda harus melakukan pembuktian pektin dapat dijadikan inhibitor korosi dengan konsentrasi pektin 2g/L, 4g/L, 6g/L, 8g/L, 10 g/L</p>	<p>Redaksi kata dalam pertanyaan No 3 diubah menjadi:</p> <p>3. Berdasarkan rumusan masalah dan hipotesis, tentukanlah variabel-variabel yang dikendalikan dalam percobaan!</p>

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	<p>(dalam HCl 1M), diskusikan dengan kelompokmu manakah yang dijadikan sebagai variabel bebas, variabel kontrol dan tentukan pula variabel terikatnya !</p>	
4	<p>Pertanyaan No 5a, 5b, dan 6 digabungkan menjadi No 4 , sebaiknya tidak perlu disediakan gambar untuk membuat rancangan percobaan, dan disediakan template rancangan percobaan terdiri dari: judul, tujuan, prinsip, variasi variabel bebas, bagan alir, prosedur percobaan, alat dan bahan percobaan</p> <p>Berdasarkan gambar-</p>	<p>Pertanyaan No 5a, 5b, dan 6 diubah menjadi No 4, gambar dihilangkan dan redaksi kalimat diubah:</p> <p>4. Dengan mengacu pada wacana dan jurnal referensi, buatlah rancangan percobaan pengujian laju korosi besi dengan dan tanpa penambahan inhibitor pektin seperti pada template B.2 (Halaman akhir LK)!</p>

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	gambar di atas, susunlah agar menjadi sebuah langkah kerja pengujian laju korosi besi dengan inhibitor pektin yang akan Anda lakukan!	
5	<p>Pertanyaan No 6e diubah menjadi No 5 dan redaksi kalimat tidak tepat:</p> <p>4. Berdasarkan variabel bebas, variabel kontrol dan variabel terikat tuliskan data hasil percobaan dalam bentuk tabel pengamatan !</p>	<p>Redaksi kalimat pada pertanyaan No 5 diubah:</p> <p>5. Buatlah tabel pengamatan berdasarkan data hasil percobaan yang telah dilakukan meliputi: konsentrasi pektin, massa besi (awal dan akhir), massa besi yang berkurang, laju korosi, dan efisiensi!</p>
6	<p>Pertanyaan No 7 tidak tepat, pertanyaan No 7 digabungkan dengan No 6 dan pertanyaan No 8 diubah menjadi No 6:</p> <p>7. Berdasarkan fakta yang didapat ketika melakukan percobaan,</p>	<p>Pertanyaan No 7 dihilangkan, pertanyaan No 8 diubah menjadi No 6:</p> <p>5. Berdasarkan hasil percobaan yang kelompok Anda lakukan, jawablah pertanyaan di bawah ini</p>

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	<p>jawablah pertanyaan di bawah ini :</p> <p>a. Pada penambahan konsentrasi pektin ....g/L pada pengujian laju korosi menghasilkan nilai laju korosi terendah yaitu .... dan pada penambahan konsentrasi pektin...g/L menghasilkan nilai laju korosi tertinggi yaitu....</p> <p>b. Pada penambahan konsentrasi pektin ....g/L pada pengujian laju korosi menghasilkan persen efisiensi yaitu ....% dan pada penambahan konsentrasi pektin ....g/L menghasilkan persen efisiensi tertinggi yaitu .... %</p>	<p>!</p> <p>a. Berapakah konsentrasi optimum penambahan pektin untuk menghasilkan nilai laju korosi terkecil dan efisiensi terbesar?</p> <p>b. Tuliskan reaksi redoks pada proses korosi besi yang Anda amati !</p> <p>c. Jelaskan syarat suatu zat dapat digunakan sebagai media korosif !</p> <p>d. Jelaskan syarat suatu zat dapat digunakan sebagai inhibitor korosi !</p> <p>e. Spesi apakah yang terdapat pada senyawa pektin sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi?Jelaskan disertai struktur pektin</p>

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	<p>8. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, diskusikan hasil percobaan dan jawablah pertanyaan di bawah ini :</p> <p>a. Tuliskan reaksi redoks pada proses korosi besi yang Anda amati !</p> <p>b. Jelaskan syarat suatu zat dapat digunakan sebagai media korosif !</p> <p>c. Jelaskan syarat suatu zat dapat digunakan sebagai inhibitor korosi !</p> <p>d. Unsur apakah yang terdapat pada senyawa pektin sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi?Jelaskan disertai struktur pectin.</p>	
7	<p>Pertanyaan No 9 diubah menjadi No 7 dan redaksi kata diubah:  Buatlah kesimpulan</p>	<p>Redaksi kata pada pertanyaan No 7 telah diubah:  7.Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, apa yang dapat Anda simpulkan?</p>

No	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
	berdasarkan percobaan yang telah kelompok Anda lakukan !	

Berdasarkan tahapan penelitian yang dilakukan, maka dihasilkan suatu lembar kerja mahasiswa berbasis inkuiri pada konsep mengenai korosi. Bentuk visualisasi lembar kerja yang dihasilkan sebagai berikut:

a. Halaman awal LK

Merupakan halaman depan dari lembar kerja yang memuat identitas diantaranya kelompok, nama anggota, hari dan tanggal, memuat tujuan praktikum dan petunjuk pengerjaan lembar kerja. Adapun tampilan cover dari LK dapat dilihat pada Gambar 1.

## LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)

Kelompok :

Nama Anggota :

Hari/tanggal :

**Tujuan Praktikum :**

Melakukan pengujian laju korosi menggunakan metode pengurangan massa

**Petunjuk Pengerjaan :**

1. Gunakan buku dan internet untuk mencari data yang diperlukan.
2. Diskusikan dengan kelompok anda mengenai masalah yang diberikan.
3. Bacalah wacana berikut ini !



**Gambar 1.** Tampilan cover LK

### b. Bagian Inti LK

Pada tahap kegiatan inti, mahasiswa diberikan instruksi untuk membaca wacana. Hal ini sesuai Trianto (2010:168) yang menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri dimulai ketika pertanyaan atau permasalahan diajukan melalui pengamatan dalam wacana sehingga dapat mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis dan analitis. Berikut ini tampilan dari wacana sebagaimana terlihat pada Gambar 2.

Perhatikan dengan seksama wacana di bawah ini.

#### “PEKTIN KULIT LEMON SEBAGAI INHIBITOR KOROSI”

Korosi merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam terutama besi di berbagai macam kondisi lingkungan yang sering disebut perkaratan. Perkaratan pada besi merupakan reaksi oksidasi dengan udara atau elektrolit lainnya. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya korosi pada besi diantaranya udara, lingkungan asam, basa, dan garam baik dalam bentuk senyawa anorganik maupun senyawa organik (Sari, dkk., 2013:76).

Secara fisik, pencegahan korosi dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya dengan pengecatan, pelapisan logam, perlindungan katodik. Secara kimia, pencegahan korosi dapat dilakukan dengan menggunakan inhibitor korosi. Zat yang dapat dijadikan inhibitor korosi yaitu zat yang mengandung unsur N, O, P, dan S yang bermuatan negatif (Erna, dkk., 2014:15). Inhibitor korosi terdiri dari inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor organik bersifat *biodegradable* sehingga lebih aman untuk digunakan. Salah satu inhibitor organik yang dapat digunakan adalah senyawa pektin (Fiori, et al., 2014).

dilakukan perendaman selama waktu tertentu. Tahap akhir, menimbang kembali berat akhir besi yang telah terkorosi dalam keadaan bersih dan kering (Fares et al, 2012:113).

Berdasarkan penelusuran, pektin dengan konsentrasi 4g/L laju korosi sebesar 0,000026 g/cm<sup>2</sup>.jam yang dilakukan perendaman dalam media korosif selama 2 jam, dengan efisiensi sebesar 78%. Laju korosi dapat dihitung dengan metode pengurangan massa pada persamaan berikut:

$$r = \frac{W_0 - W_a}{A \times t}$$

Ket: r = Laju korosi (gram/cm<sup>2</sup>.jam)  
W<sub>0</sub> = massa awal besi (gram)  
W<sub>a</sub> = massa besi setelah perendaman  
A = luas permukaan (cm<sup>2</sup>)  
t = waktu perendaman (jam)

(Hermawan, Dkk., 2012:32)

Adapun perhitungan efisiensi menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{laju korosi blanko} - \text{laju korosi dengan inhibitor}}{\text{laju korosi blanko}} \times 100\%$$

(Hermawan, Dkk., 2012:32)

Pektin banyak terdapat pada kulit lemon sebesar 35%, maka pemanfaatan kulit lemon sebagai sumber pektin penting untuk dilakukan mengingat keberadaan limbah kulit lemon akan lebih bermanfaat jika tidak hanya dibuang begitu saja (Meilina, 2010:118). Penambahan pektin dengan konsentrasi tertentu ke dalam media korosif yang berisi besi dapat menghambat pengurangan massa dan laju korosi pada besi tersebut (Fares, et al, 2012:113). Untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi pektin terhadap massa dan laju korosi besi, maka perlu diselidiki melalui sebuah percobaan. Secara umum, prosedur pengujian laju korosi besi dimulai dengan preparasi sampel besi dengan cara menghaluskan permukaan besi, mencuci dengan aquades, mengeringkan dengan suhu 40°C selama 5 menit, dan menimbang berat awal besi. Tahap selanjutnya adalah mempersiapkan media korosif HCl 1M dengan dan tanpa penambahan inhibitor. Kemudian, memasukkan besi ke dalam media korosif dalam botol kaca yang berisi inhibitor pektin dengan berbagai konsentrasi dan tanpa inhibitor pektin (larutan blanko) hingga besi tersebut terendam seluruhnya. Kemudian

#### Referensi :

Bimbi, M., Alvarez, E., Vaca, H., dan Gervasi, A. (2014). Corrosion Inhibitor of Mild Steel in

HCl Solution by Pectin. *Journal Corrosion Science*, 42, 1-6 .

Chang, R.(2005). *Kimia Dasar:Konsep-konsep Inti, Jilid 1 (Ed.Ketiga). Terjemahan oleh M.A Martoprawiro, dkk. Jakarta: Erlangga*

Umoren, S. A., and Eduok, U. M. (2015). *Application of carbohydrate polymers as corrosion*

*inhibitors for metal substrates in different media.* [Online]. Tersedia: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.12.038> [Diakses 2 April 2016]

### **Gambar 2.** Tampilan wacana

- 1) Tahap merumuskan masalah/pertanyaan dan membuat hipotesis

Pada tahap ini, mahasiswa merumuskan masalah atau pertanyaan berdasarkan wacana yang telah diamati. Kemudian dari rumusan masalah tersebut mahasiswa dapat membuat hipotesis dan menentukan variabel-variabel, baik variabel bebas maupun terikat dalam percobaan. Berikut ini tampilan dari pertanyaan:

1. Berdasarkan wacana tersebut, buatlah rumusan masalah yang bisa diselidiki melalui percobaan sesuai dengan pendapat anggota kelompok!  
Jawab:
2. Berdasarkan rumusan masalah yang Anda buat, kemukakan hipotesis (anggapan sementara)!  
Jawab:
3. Berdasarkan rumusan masalah dan hipotesis, tentukanlah variabel-variabel yang dikendalikan dalam percobaan!  
Jawab:

**Gambar 3.** Tampilan tahap merumuskan masalah dan hipotesis

Mahasiswa diberikan kesempatan untuk menemukan permasalahan dalam wacana yang harus diselidiki melalui percobaan. Rumusan masalah inilah yang nantinya akan membantu mahasiswa untuk membuat hipotesis dan menentukan variabel-variabel dalam percobaan. Permasalahan tersebut dituliskan bentuk rumusan masalah.

## 2) Tahap merancang percobaan

Pada tahap ini mahasiswa diberikan instruksi untuk merancang sebuah percobaan berdasarkan rumusan masalah dan variabel-variabel yang telah ditentukan. Mahasiswa membuat rancangan percobaan dengan mengacu pada template yang telah disediakan. Berikut tampilan dari pertanyaan:

4. Dengan mengacu pada wacana dan jurnal referensi, buatlah rancangan percobaan pengujian laju korosi besi dengan dan tanpa penambahan inhibitor pektin seperti pada template B.2 (Halaman akhir LK)!  
Jawab:

**Gambar 4.** Tampilan pertanyaan rancangan percobaan

Adapun template rancangan percobaan yang dimaksud disajikan pada Gambar 5.

Template B.2  <u>Rancangan Percobaan</u>
Judul Percobaan :
Tujuan Percobaan :
Prinsip Percobaan :
3 variasi variabel bebas (2 kali pengujian):
Bagan alir prosedur Percobaan :
Alat dan Bahan :

**Gambar 5.** Tampilan template rancangan percobaan

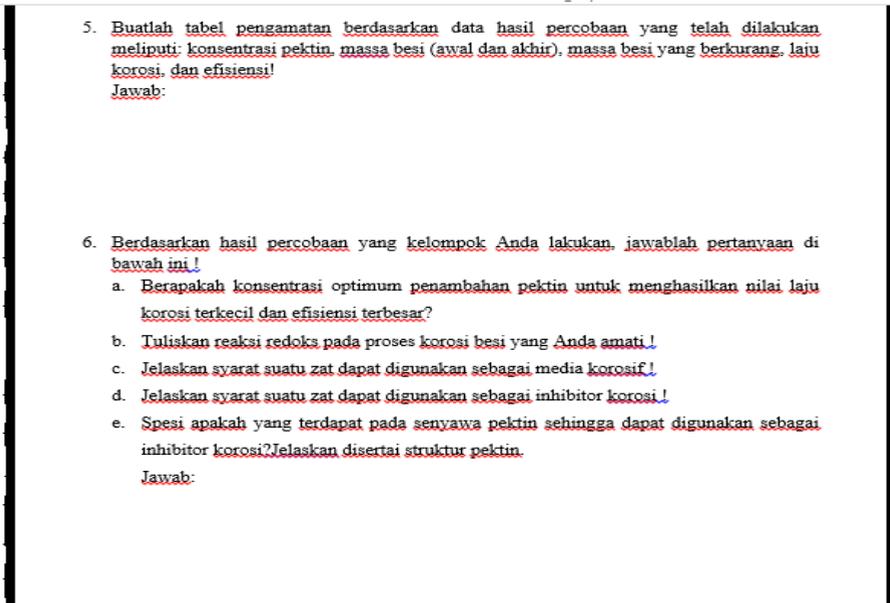
Pada tahap ketiga dalam LK ini, Mahasiswa diminta untuk merancang sebuah percobaan dan selanjutnya melakukan percobaan untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis yang telah dibuatnya. Rancangan percobaan yang dibuat mengacu pada template yang telah disediakan seperti yang tercantum pada gambar 5 dengan pertanyaan yang dapat mendorong mahasiswa membuat rancangan percobaan seperti yang tercantum pada gambar 4.

Prosedur percobaan yang diterapkan pada LK ini sebelumnya telah dilakukan uji eksperimen mengenai isolasi pektin kulit lemon dan diuji kemampuannya dalam mengurangi laju korosi pada besi.

Selanjutnya mahasiswa diminta untuk membaca literatur dan berbagai informasi mengenai percobaan yang akan dilakukan dan melakukan percobaan tersebut sehingga dapat menuangkannya ke dalam tabel pengamatan.

### 3) Tahap melakukan percobaan dan menganalisis data

Pada tahap ini mahasiswa diberikan instruksi untuk melakukan percobaan dan membuat tabel pengamatan, kemudian menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam tahap analisis data. Berikut tampilan dari pertanyaan-pertanyaan:

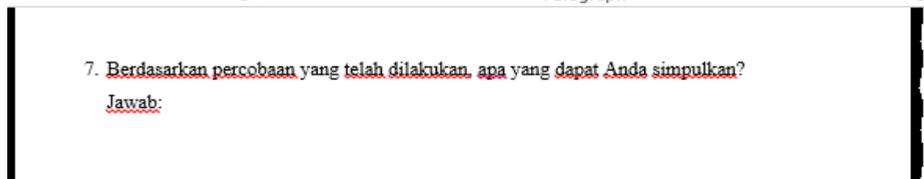


**Gambar 6.** Tampilan tahap percobaan dan menganalisis data

Tahap kelima yaitu menganalisis data. Mahasiswa diberikan sejumlah pertanyaan mengenai percobaan yang telah dilakukan dan beberapa teori pendukung yang berkaitan dengan percobaan tersebut seperti yang tercantum pada gambar 6. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan dapat membantu mahasiswa untuk membuat kesimpulan akhir dari percobaan yang telah dilakukan berdasarkan tujuan percobaan. Sesuai dengan pendapat Sanjaya (2011:201), bahwa tahap menuliskan kesimpulan merupakan proses untuk menentukan jawaban yang dianggap sesuai dengan tujuan percobaan dan data yang diperoleh selama melakukan percobaan.

#### 4) Tahap membuat kesimpulan

Pada tahap ini, disajikan instruksi untuk membuat kesimpulan berdasarkan tujuan dan data yang diperoleh dari percobaan. Berikut ini tampilan dari pertanyaan:



**Gambar 7.** Tampilan pertanyaan tahap membuat kesimpulan

#### 2. Hasil uji validasi format LK

Format lembar kerja yang telah disusun, kemudian dilanjutkan dengan validasi oleh tiga orang pakar. Hasil uji dan persentase kelayakan format lembar kerja ini disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Nilai Uji Validasi dari Tiga Dosen Ahli

No.	Pernyataan	$r_{hitung}$	$r_{kritis}$	Ket.
1	Kalimat yang digunakan dalam lembar kerja berbasis inkuiri pada percobaan pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi mudah dipahami.	0,75	0,3	Valid
2	Pertanyaan yang digunakan pada lembar kerja sesuai dengan tahapan model lembar kerja berbasis inkuiri.	0,83	0,3	Valid
3	Wacana tentang peristiwa korosi dan upaya pencegahannya dapat membantu mahasiswa dalam menyusun prosedur percobaan	0,66	0,3	Valid

<b>No.</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>r<sub>hitung</sub></b>	<b>r<sub>kritis</sub></b>	<b>Ket.</b>
4	Wacana tentang peristiwa korosi dan upaya pencegahannya dapat membantu mahasiswa dalam menjawab pertanyaan.	0,83	0,3	Valid
5	Pertanyaan yang diberikan pada lembar kerja membantu mahasiswa dalam menggali informasi.	0,83	0,3	Valid
6	Percobaan pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi dapat dilakukan dengan mudah.	0,75	0,3	Valid
7	Alat yang digunakan dalam percobaan pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi mudah diperoleh	0,75	0,3	Valid
8	Bahan yang digunakan dalam percobaan pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi mudah diperoleh.	0,75	0,3	Valid
9	Konsep materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.	0,91	0,3	Valid
10	Lembar kerja sesuai dengan CP, KD, dan materi.	0,83	0,3	Valid
Jumlah		78	30	
Rata-rata		0,78	0,3	

Berdasarkan data pada tabel 2, hasil uji validasi format lembar kerja yang telah disusun memperoleh rata-rata nilai  $r_{hitung}$  sebesar 0,78. Masrun dalam (Sugiyono, 2009:133-134) menyatakan bahwa syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat (*valid*) jika  $r = 0,3$  atau lebih. Apabila korelasi antara skor total dengan butir kurang dari 0,3 maka butir dalam instrumen dinyatakan tidak *valid*. Oleh karena itu, jika dibandingkan dengan syarat minimum hasil uji kelayakan  $r_{hitung} > r_{kritis} 0,3$  maka dapat dinyatakan bahwa format lembar kerja sudah memenuhi persyaratan (*valid*).

Berdasarkan Tabel 2, semua pernyataan dalam format lembar kerja *valid*. Tiap butir pernyataan memiliki nilai  $r_{hitung}$  yang berbeda-beda. Nilai  $r_{hitung}$  tertinggi pada pernyataan nomor sembilan yaitu 0,91, sedangkan nilai  $r_{hitung}$  terendah pada pernyataan nomor tiga yaitu 0,66. Nilai  $r_{hitung}$  terendah pada pernyataan nomor tiga, artinya pada pernyataan nomor tiga ini sebagian penelaah memahami prosedur yang disajikan secara umum dalam wacana, dan sebagian lagi menganggap masih belum jelas mengenai prosedur tersebut. Oleh karena itu, berdasarkan hasil validasi LK yang telah disusun dilakukan perbaikan-perbaikan. Adapun hasil persentase uji kelayakan oleh dosen ahli yang disertai dengan saran perbaikan secara deskriptif dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Persentase Hasil Uji Kelayakan oleh Dosen Ahli

<b>Valid ator</b>	<b>Perse ntase</b>	<b>Kesimpulan</b>	<b>Saran perbaikan</b>
1	82,5%	Lembar kerja pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor	- Wacana diperbaiki dengan menambahkan

<b>Valid ator</b>	<b>Perse ntase</b>	<b>Kesimpulan</b>	<b>Saran perbaikan</b>
		korosi besi siap dipakai oleh mahasiswa sebagai alat bantu dalam melakukan percobaan.	prosedur percobaan secara umum - Cantumkan jurnal referensi yang mengacu pada percobaan
2	75%	Lembar kerja pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi besi dapat digunakan dengan menambahkan sesuatu yang kurang sesuai saran dari ahli dan mahasiswa, dan tidak melakukan revisi besar-besaran.	- Kalimat dalam wacana diperbaiki - Pertanyaan-pertanyaan dalam lembar kerja diperbaiki
3	80%	Lembar kerja pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi besi siap dipakai oleh mahasiswa sebagai alat bantu dalam melakukan percobaan.	- Wacana diperbaiki - Pertanyaan-pertanyaan diperbaiki dan ditambahkan - Cantumkan referensi jurnal dalam wacana

<b>Valid ator</b>	<b>Perse ntase</b>	<b>Kesimpulan</b>	<b>Saran perbaikan</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rancangan percobaan diperbaiki dengan membuat template</li> <li>- Rubrik penilaian diperbaiki</li> </ul>

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata persentase hasil uji kelayakan oleh Dosen ahli yaitu sebesar 79,16% dengan kualifikasi cukup layak, maka lembar kerja pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi dapat digunakan dengan menambahkan sesuatu yang kurang sesuai saran dari Dosen ahli, dan tidak melakukan revisi besar-besaran.

## BAB III. ASSESSMENT

### A. Pengertian penilaian

Seorang pendidik dalam kegiatan pembelajaran harus menguasai beberapa pengetahuan terkait dengan penilaian pendidikan, diantaranya: (1) Mampu memilih prosedur-prosedur penilaian yang tepat untuk membuat keputusan pembelajaran, (2) Mampu mengembangkan prosedur penilaian yang tepat untuk membuat keputusan pembelajaran, (3) Mampu dalam melaksanakan, melakukan penskoran, serta menafsirkan hasil penilaian yang telah dibuat, (4) Mampu menggunakan hasil-hasil penilaian untuk membuat keputusan-keputusan di bidang pendidikan, (5) Mampu mengembangkan prosedur penilaian yang valid dan menggunakan informasi penilaian, dan (6) Mampu dalam mengkomunikasikan hasil-hasil penilaian (Kusaeri & Suprananto, 2012).

Penilaian merupakan suatu proses atau kegiatan yang sistematis dan berkesinambungan untuk mengumpulkan informasi tentang proses dan hasil belajar peserta didik dalam rangka membuat keputusan-keputusan berdasarkan kriteria dan pertimbangan tertentu (Arifin Z. , 2009). Sejalan dengan berpendapat tersebut, Haryati mengungkapkan bahwa penilaian (*assessment*) merupakan istilah yang mencakup semua metode yang biasa dipakai untuk mengetahui keberhasilan belajar peserta didik dengan cara menilai unjuk kerja individu peserta didik atau kelompok (Haryati, 2009).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pengertian penilaian adalah suatu proses pengumpulan informasi secara menyeluruh yang dilakukan secara terus menerus

untuk mengetahui kemampuan atau keberhasilan siswa dalam pembelajaran dengan menilai kinerja siswa baik kinerja secara individu maupun dalam kegiatan kelompok. Penilaian itu harus mendapatkan perhatian yang lebih dari seorang guru. Dengan demikian, penilaian tersebut harus dilaksanakan dengan baik, karena penilaian merupakan komponen vital (utama) dari pengembangan diri yang sehat, baik bagi individu (siswa) maupun bagi organisasi/kelompok.

## **B. Aspek-aspek penilaian sikap**

Secara umum aspek sikap yang perlu dinilai dalam proses pembelajaran terhadap berbagai mata pelajaran mencakup hal-hal berikut:

### **1. Penilaian sikap terhadap mata pelajaran**

Disini peserta didik perlu memiliki sifat positif terhadap materi pelajaran. Berawal dari sikap positif inilah akan melahirkan minat belajar, kemudian mudah diberi motivasi serta lebih mudah dalam menyerap materi pelajaran.

### **2. Penilaian sikap terhadap guru**

Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap guru, apabila tidak memiliki sikap positif akan cenderung mengabaikan apa yang dibelajarkan oleh gurunya. Sehingga peserta didik yang memiliki sikap positif akan mudah menyerap materi yang diajarkan oleh gurunya.

### **3. Penilaian sikap terhadap proses pembelajaran**

Peserta didik perlu memiliki sikap positif terhadap proses pembelajaran, strategi, metodologi serta teknik atau model pembelajaran yang digunakan oleh guru. Proses pembelajaran yang

menarik, nyaman dan menyenangkan dapat menumbuhkan motivasi belajar peserta didik sehingga pencapaian hasil belajar bisa maksimal. Hal ini kembali kepada guru untuk pandai pandai mencari metode yang kira-kira dapat mendorong/merangsang peserta didik untuk belajar serta merasa tidak jenuh.

4. Penilaian sikap yang berkaitan dengan nilai atau norma yang berhubungan dengan suatu materi pelajaran.

Peserta didik harus memiliki sikap yang tepat terhadap suatu kasus/kejadian dari suatu materi yang dipelajarinya dengan dilandasi nilai-nilai positif terhadap kasus/kejadian tersebut. Misal peserta didik mempunyai sikap positif terhadap upaya sekolah melestarikan lingkungan dengan mengadakan program penghijauan/kebun sekolah.

5. Penilaian sikap yang berkaitan dengan kompetensi afektif lintas kurikulum yang relevan dengan mata pelajaran.

Peserta didik memiliki sikap positif terhadap berbagai kompetensi setiap kurikulum yang terus mengalami perkembangan sesuai dengan kebutuhan (Majid, 2008).

### **C. Pentingnya penilaian dalam pembelajaran**

Penilaian merupakan bagian terpenting dalam kegiatan pembelajaran, sehingga perlu diperhatikan pula tentang hal-hal yang terkait dengan penilaian dalam pembelajaran tersebut. Sudjana menyatakan bahwa komponen-komponen penting dalam sebuah pengajaran itu ada empat. Keempat komponen tersebut, diantaranya: tujuan, bahan, metode, dan alat serta penilaian (Sudjana, 2010). Semua komponen tersebut harus dipenuhi dalam proses belajar mengajar, karena setiap komponen saling berkaitan dan saling berpengaruh satu sama lain.

#### **D. Penilaian sikap**

Sikap terdiri atas tiga komponen, yakni afektif, kognitif, dan konatif. Komponen afektif adalah perasaan yang dimiliki seseorang atau penilaiannya terhadap sesuatu objek. Komponen kognitif adalah kepercayaan atau keyakinan seseorang mengenai objek. Adapun komponen konatif adalah kecenderungan untuk berperilaku atau berbuat dengan cara-cara tertentu berkenaan dengan kehadiran objek sikap (Rusijono & Yulianto, 2008).

Sikap pada awalnya berasal dari perasaan (suka atau tidak suka) yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon suatu objek. Sikap sebagai ekspresi dari pandangan hidup/nilai yang telah diyakini seseorang. Sikap dapat diarahkan dan dibentuk sehingga memunculkan tindakan/perilaku yang diinginkan (Haryati, 2009).

Dari situlah sikap/ perilaku dapat terbagi menjadi dua macam yaitu sikap positif dan negatif. Sikap positif artinya perilaku baik yang sesuai dengan nilai-nilai dan norma-norma kehidupan yang berlaku dalam masyarakat. Sikap positif tercermin dalam: disiplin, suka bekerja keras, ulet jujur, setia kawan, bertanggung jawab, penolong, hemat, gemar menabung, hidup sederhana, bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa dan selalu memohon pertolongan Tuhan setiap mengalami kesulitan.

Sedangkan sikap negatif adalah sikap yang tidak sesuai dengan nilai-nilai kehidupan yang berlaku dalam masyarakat. Sikap ini tercermin dalam: kemalasan, mudah tersinggung, merasa paling berkuasa, emosional, serta suka memaksakan kehendak, ceroboh, tidak disiplin, tidak tertib, rendah diri, cemburu, boros serta bergaya hidup mewah, dan tidak bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa.

Menurut semua pakar psikologi sikap merupakan suatu konsep yang kompleks. Bagi mereka sikap berakar dalam perasaan, karena sebenarnya manusia mempunyai sikap warisan yang terbentuk dengan kuat dalam keluarga, misalnya: sentiment golongan, keagamaan dan lain-lain. Namun secara umum, para pakar psikologi social berpendapat bahwa sebenarnya sikap manusia terbentuk melalui proses pembelajaran dan pengalaman (Sukardi M. , 2008).

Uraian beberapa penjelasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa sikap dapat didefinisikan sebagai kecenderungan untuk berbuat sesuatu dengan cara, metode, teknik, dan pola tertentu terhadap dunia sekitarnya. Jadi untuk penilaian sikap dapat dilakukan menelaah pernyataan yang diungkapkan dalam menjelaskan kecenderungan seseorang merespons suatu objek. Informasi tentang sikap peserta didik, perkembangan hasil belajar dan ketercapaian kompetensi peserta didik, menjadi masukan atau umpan balik bagi peningkatan profesionalisme pendidik, perbaikan proses pembelajaran, dan pembinaan peserta didik.

### **E. Teknik-teknik penilaian sikap**

Teknik penilaian yang dapat dilakukan untuk melakukan proses penilaian sikap diantaranya:

#### **1. Pengamatan (Observasi)**

Observasi adalah suatu teknik yang dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara teliti serta pencatatan secara sistematis. Observasi dilaksanakan sepenuhnya dengan serius mengikuti kegiatan kelompok sehingga observer dapat menghayati orang-orang dalam kelompok yang diamati.

Ada 3 macam observasi yaitu:

- a. Observasi Partisipan, yaitu observasi yang dilakukan oleh pengamat, tetapi dalam pada itu pengamat memasuki dan mengikuti kegiatan kelompok yang sedang diamati. Observasi partisipan dilaksanakan sepenuhnya jika pengamat betul-betul mengikuti kegiatan kelompok, bukan hanya pura-pura. Dengan demikian ia dapat menghayati dan merasakan seperti apa yang dirasakan orang-orang dalam kelompok yang diamati.
- b. Observasi Sistematis, yaitu observasi dimana faktor-faktor yang diamati sudah didaftar secara sistematis, dan sudah diatur menurut kategorinya. Berbeda dengan observasi partisipan, maka dalam observasi sistematis ini pengamat berada diluar kelompok. Dengan demikian maka pengamat tidak dibingungkan oleh situasi yang melingkungi dirinya.
- c. Observasi Eksperimental, yaitu observasi yang terjadi jika pengamat tidak berpartisipasi dalam kelompok. Dalam hal ini ia dapat mengendalikan unsur-unsur penting dalam situasi sedemikian rupa sehingga situasi itu dapat diatur sesuai dengan tujuan evaluasi (Arikunto, 1999).

Adapun kelebihan observasi adalah sebagai berikut:

- a. Pemunculan gejala dan pencatatannya dapat dilakukan sekaligus oleh pengamat.
- b. Dapat dicatat berbagai tingkah laku siswa yang dibutuhkan.
- c. Pengamat tidak perlu menggunakan bahasa secara domain dalam berkomunikasi dengan gejala-gejala yang diamati.
- d. Hasil observasi dapat dipakai sebagai alat control data yang diperoleh dengan teknik yang lain.

Sedangkan beberapa kelemahan observasi antara lain:

- a. Pelaksanaan observasi banyak tergantung pada faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol sebelumnya sehingga hasilnya kurang reliable.
- b. Tingkah laku sering tidak asli lagi, apabila yang diamati mengetahui bahwa tingkah lakunya sedang diamati.
- c. Observasi tidak dapat mengungkap seluruh aspek tingkah laku, khususnya yang bersifat pribadi (Masidjo, 1995).

## 2. Wawancara atau *Interview*

Wawancara atau *interview* adalah suatu cara yang digunakan untuk mendapatkan jawaban dari responden dengan jalan tanya jawab sepihak. Dikatakan sepihak karena dalam wawancara ini responden tidak diberi kesempatan sama sekali untuk mengajukan pertanyaan. Pertanyaan hanya diajukan oleh subjek evaluasi. Dari pengertian tersebut tampak beberapa unsur wawancara antara lain:

- a. Proses tanya jawab sepihak antara pewawancara (*interviewer*) dan yang diwawancarai (*interviewee*) artinya bahwa dalam proses dialog tersebut, *interviewee* tidak diberi kesempatan sama sekali untuk mengajukan pertanyaan.
- b. Proses tanya jawab dilaksanakan sambil tatap muka artinya dalam wawancara itu *interviewer* dan *interviewee* saling berhadapan muka satu sama lain. Dalam bertatap muka itu perlu dijaga hubungan baik antara keduanya. *Interviewer* dapat menyesuaikan dengan keadaan *interviewee*, bersikap, dan bertindak simpatik, sehingga *interviewee* dapat memberikan keterangan yang jelas sesuai dengan keadaannya.

- c. Proses tanya jawab dilaksanakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dilaksanakan secara tidak langsung apabila wawancara itu dilakukan kepada orang lain, misalnya orang tua atau teman *interviewee*, sedangkan secara langsung dilakukan kepada *interviewee* yang langsung memberikan keterangan yang dibutuhkan.
- d. Proses tanya jawab dilaksanakan dengan menggunakan pedoman wawancara. Pedoman wawancara merupakan suatu daftar pertanyaan yang harus disusun sedemikian rupa sehingga dapat mengarahkan dan sesuai dengan masalah yang diperiksa atau dibutuhkan *interviewer*.

Wawancara dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

- a. *Interview* bebas, dimana responden memiliki kebebasan untuk mengutarakan pendapatnya, tanpa dibatasi oleh patokan-patokan yang telah dibuat oleh subjek evaluasi.
- b. *Interview* terpimpin, dilakukan dengan cara subjek evaluasi mengajukan pertanyaan yang sudah disusun terlebih dahulu. Jadi dalam hal ini responden pada waktu menjawab pertanyaan tinggal memilih jawaban yang sudah dipersiapkan oleh penanya. Pertanyaan itu kadang bersifat sebagai pemimpin, mengarahkan dan penjawab sudah dipimpin oleh sebuah daftar cocok, sehingga dalam menuliskan jawaban, ia tinggal membubuhkan tanda cocok di tempat yang sesuai keadaan responden (Daryanto, 1999).

Tujuan wawancara adalah:

- a. Untuk memperoleh informasi guna menjelaskan suatu situasi dan kondisi tertentu.
- b. Untuk melengkapi suatu penyelidikan ilmiah.
- c. Untuk memperoleh data agar dapat mempengaruhi situasi atau orang tertentu.

Adapun kelebihan wawancara adalah sebagai berikut:

- a. Dapat dilaksanakan secara langsung kepada orang yang akan diwawancarai sehingga data informasi yang diperoleh dapat diketahui objektivitasnya.
- b. Dapat memperbaiki hasil riset yang dilakukan melalui observasi atau angket.
- c. Pelaksanaan wawancara lebih fleksibel dan dinamis.

Sedangkan beberapa kelemahan observasi antara lain:

- a. Jika anggota sampel cukup besar, maka banyak menggunakan waktu, tenaga, dan biaya.
- b. Ada kalanya terjadi wawancara yang berlarut-larut tanpa arah sehingga data kurang dapat memenuhi apa yang diharapkan.
- c. Sering timbul sikap yang kurang baik dari yang diwawancarai dan sikap overaction dari pewawancara, karena itu perlu adanya adaptasi diri antara pewawancara dengan yang diwawancarai (Sukardi, 2010).

### 3. Angket atau Kuesioner

Angket adalah suatu daftar pertanyaan tertulis yang terinci dan lengkap yang harus dijawab oleh responden tentang pribadinya atau hal-hal yang diketahuinya (Masidjo, 1995).

Melalui angket, hal-hal tentang diri responden dapat diketahui. Misalnya, tentang keadaan atau data dirinya seperti pengalaman, sikap, minat, kebiasaan belajar, dan lain sebagainya. Isi angket dapat berupa pertanyaan-pertanyaan tentang responden. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirumuskan sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh jawaban yang obyektif. Juga perlu dijalin kerja sama antara pemberi angket dan responden melalui pengantar angket yang simpatik, sehingga responden terdorong bekerja sama dan rela mengisinya secara jujur.

Pada pokoknya angket dibagi menjadi 2, yaitu berdasarkan cara menjawab pertanyaan dan bagaimana jawaban diberikan. Ditinjau dari cara menjawab pertanyaannya, angket dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Angket terbuka atau tak berstruktur, adalah angket yang disusun sedemikian rupa, sehingga responden secara bebas dapat memberikan sesuai dengan bahasanya sendiri. Contoh: Bagaimana pendapat anda jika di Sekolah ini didirikan klub sepak bola basket?
- b. Angket tertutup atau berstruktur, adalah angket yang disusun sedemikian rupa sehingga responden tinggal memilih jawaban yang disediakan. Contoh: Apakah anda mempunyai sepeda motor sendiri? ( ) Ya ( ) Tidak

Ditinjau dari jawaban yang diberikan angket dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

- a. Angket langsung, ialah angket yang dikirim kepada responden dan langsung diisinya. Contoh: Apakah anda mempunyai sepeda motor sendiri? ( ) Ya ( ) Tidak

- b. Angket tak langsung, ialah angket yang dikirim kepada responden dan dijawab oleh orang yang bukan diminta keterangannya. Jadi responden menjawab pertanyaan tentang orang lain. Contoh: Apakah tersedia tempat belajar sendiri bagi anak anda? ( ) Ya ( ) Tidak (Wijaya, 1991).

Adapun kelebihan observasi adalah sebagai berikut:

- a. Angket dapat diberikan kepada sejumlah besar responden tanpa kehadiran penilai.
- b. Cara menjawab angket disesuaikan dengan kesempatannya sendiri dan sejujur-jujurnya.
- c. Data jawaban responden lebih mudah diolah, karena pertanyaan yang diberikan responden sama.

Sedangkan beberapa kelemahan observasi antara lain:

- a. Karena angket merupakan daftar pertanyaan tertulis, jawaban hanya dapat diberikan oleh responden yang dapat membacanya. Disamping itu seringkali pertanyaan tidak dijawab secara lengkap oleh responden dan merupakan jawaban final.
- b. Angket yang dikembalikan tidak mencapai jumlah yang diharapkan dan dibutuhkan waktu yang cukup lama.
- c. Apabila pertanyaan tidak disusun dengan baik, jawaban-jawaban yang dihasilkan tidak objektif (Masidjo, 1995).

#### 4. Skala Sikap

Skala sikap digunakan untuk mengukur sikap seseorang terhadap objek tertentu. Hasilnya berupa kategori sikap, yakni mendukung (positif), menolak (negatif), dan netral. (Sudjana, 2010).

Skala sikap dinyatakan dalam bentuk pernyataan untuk dinilai oleh responden, apakah pernyataan itu didukung atau ditolaknya, melalui rentangan nilai tertentu. Oleh sebab itu, pernyataan yang diajukan dibagi kedalam dua kategori, yakni pernyataan positif dan pernyataan negatif.

Salah satu skala sikap yang sering digunakan adalah skala Likert. Dalam skala Likert, pernyataan-pernyataan yang diajukan, baik pernyataan positif atau negatif, dinilai oleh subjek dengan sangat setuju, setuju, tidak punya pendapat, tidak setuju, sangat tidak setuju. Skor yang diberikan terhadap pilihan tersebut bergantung pada penilai asal penggunaannya konsisten. Yang jelas, skor untuk pernyataan positif dan pernyataan negatif adalah kebalikannya.

**Tabel 4.** Skor Skala Likert

Pernyataan sikap	Sangat Setuju	Setuju	Tidak punya pilihan	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
Positif	5	4	3	2	1
Negatif	1	2	3	4	5

#### **F. Langkah-langkah penilaian sikap**

Penilaian pada aspek afektif dapat dilakukan dengan menggunakan angket/kuesioner, inventori dan pengamatan (observasi). Prosedurnya sama yaitu dimulai dengan penentuan definisi konseptual dan definisi operasional. Definisi konseptual kemudian dijabarkan menjadi sejumlah indikator. Indikator ini menjadi isi pedoman kuesioner, inventori dan pengamatan.

Langkah pembuatan Instrumen sikap dan minat adalah sebagai berikut:

1. Pilih ranah afektif yang akan dipilih. Misalnya, sikap atau minat.
2. Tentukan indicator sikap atau minat. Misalnya indikator peserta didik yang berminat terhadap mata pelajaran Aqidah Akhlak adalah banyak bertanya, kehadiran di kelas, disiplin dalam berpakaian, rajin dan tepat waktu mengumpulkan tugas yang diberikan oleh guru, kelengkapan dan kerapihan buku catatan dan lain sebagainya.
3. Pilih tipe skala yang digunakan. Misalnya, skala likert dengan empat skala, misal sangat senang, senang, kurang senang dan tidak senang.
4. Telaah instrument oleh sejawat
5. Perbaiki instrument
6. Siapkan inventori laporan diri
7. Tentukan skor inventori
8. Buat hasil analisis inventori skala sikap dan minat (Haryati, 2009).

### **G. Keunggulan dan kelemahan penilaian sikap**

Sebagai suatu paradigma baru, penilaian sikap memiliki keunggulan-keunggulan saat proses belajar mengajar berlangsung. Adapun keunggulan dalam penilaian sikap antara lain:

1. Menumbuhkan rasa percaya diri, karena peserta didik diminta untuk menilai dirinya sendiri.
2. Peserta didik dapat mengetahui kekurangan dan kelebihan dirinya sendiri, karena metode ini merupakan metode untuk introspeksi diri.

3. Peserta didik dapat termotivasi untuk berbuat jujur dan objektif dalam menyikapi suatu hal.
4. Termotivasi untuk selalu berbuat baik kepada siapapun, misalnya berkata jujur, tidak sombong, pemaaf, tidak berzina serta memelihara amanah dan janji.

Disamping keunggulan-keunggulannya penilaian sikap juga memiliki kekurangan:

1. Sulit merumuskan instrumennya.
2. Didalam pelaksanaannya rentan terhadap subyektifitas guru.
3. Memerlukan waktu yang panjang (Lubis, 2008).

#### **H. Hasil penelitian pengembangan instrumen sikap**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengembangan instrumen sikap berbasis nilai-nilai keislaman pada eksperimen pektin sebagai inhibitor korosi (Subarkah & Chusni, 2017), maka diperoleh data hasil validasi ahli dan uji coba instrumen sebagai berikut.

##### **1. Hasil Validasi Ahli**

Validasi dilakukan oleh tiga orang pakar yaitu ahli konstruksi dan bahasa, ahli pendidikan karakter dan ahli pendidikan kimia dengan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hasil validasi angket sikap nilai-nilai keislaman

Aspek	Penilaian oleh Validator			Rerata	Kategori
	1	2	3		
Materi	88,3	84,4	80	84,3	Baik sekali
Konstruksi	89,2	87,5	82,3	86,3	Baik sekali
Bahasa	88,9	90	85,6	88,2	Baik sekali

Hasil secara deskriptif juga diberikan oleh Validator dalam bentuk saran perbaikan, sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Data deskriptif validasi ahli

Pernyataan	Komentar/ Saran Perbaikan		
	Validator 1	Validator 2	Validator 3
1	Kurang sesuai dengan indikator	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi
2	Sudah sesuai dengan indikator	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi
3	Melebihi 20 kata, pernyataan kehendak Allah disertakan dalam pernyataan	Indikator yang menunjukkan disiplin tinggi, misalnya mahasiswa melakukan sesuatu sesuai dengan aturan yang berlaku	Kalimat pernyataan lebih diperhalus
4	Sudah sesuai dengan indikator	Kurang kelemahan, ditambah kelebihan	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi sikap kejujuran
5	Pernyataan kurang terkait dengan	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi

Pernyataan	Komentar/ Saran Perbaikan		
	Validator 1	Validator 2	Validator 3
	indicator		sikap keadilan
6	Sudah sesuai dengan indicator	Memperlakukan orang/ barang secara proporsional	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi sikap keadilan
7	Sudah sesuai dengan indicator	Pernyataan sesuai dengan indicator dan dimensi	Mengapa tidak dikaitkan dengan sikap kepedulian terhadap lingkungan
8	Kata “hanya” dan “namun” tidak relevan	Pernyataan nomer 8 dan 4 digabung	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi sikap kejujuran
9	Sudah sesuai dengan indicator	Pernyataan sesuai dengan indicator dan dimensi	Pernyataan sesuai dengan indicator dan dimensi
10	Sudah sesuai dengan indicator	Indicator yang sama bisa digabung.	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi sikap keadilan
11	Sudah sesuai dengan indicator	Pernyataan sesuai dengan indicator dan dimensi	Pernyataan agak kurang sesuai dengan dimensi sikap disiplin tinggi

Pernyataan	Komentar/ Saran Perbaikan		
	Validator 1	Validator 2	Validator 3
12	Sudah sesuai dengan indikator	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi	Pernyataan sesuai dengan indikator dan dimensi

## 2. Hasil Validasi Uji Coba Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui validitas empiris dari setiap butir pernyataan yang terdapat dalam instrument angket sikap nilai-nilai keislaman. Proses pelaksanaannya dengan membagikan angket kepada 42 responden yang merupakan mahasiswa pendidikan kimia semester 3 kelas B yang telah mendapatkan materi elektrokimia dan reaksi redoks pada mata kuliah kimia dasar. Butir-butir pernyataan angket sikap nilai-nilai keislaman terbagi menjadi 12 pernyataan dengan terdiri atas beberapa dimensi keislaman yaitu kejujuran, keadilan, bermanfaat bagi orang lain, rendah hati, bekerja efisien, visi ke depan, disiplin tinggi dan keseimbangan yang di jabarkan dalam beberapa 10 indikator sesuai dengan dimensi keislaman dan materi tentang korosi.

Setelah diperoleh hasil uji coba kemudian dianalisis dengan menggunakan statistik untuk mengetahui validitas masing masing butir dengan menghitung nilai korelasi *product moment*. Kemudian dari nilai korelasi tersebut dibandingkan dengan r kritis yaitu 0,3. Syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat (valid) jika  $r = 0,3$  atau lebih; dan apabila  $r < 0,3$  item tersebut dinyatakan tidak memenuhi syarat (tidak valid) sebagaimana terlibat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil validasi uji coba instrumen

No Pernyataan	r hitung	Keterangan
1	0,42	r hitung > 0,3 = valid
2	0,55	r hitung > 0,3 = valid
3	0,46	r hitung > 0,3 = valid
4	0,06	r hitung < 0,3 = tidak valid
5	0,36	r hitung > 0,3 = valid
6	0,46	r hitung > 0,3 = valid
7	0,34	r hitung > 0,3 = valid
8	0,69	r hitung > 0,3 = valid
9	0,60	r hitung > 0,3 = valid
10	0,56	r hitung > 0,3 = valid
11	0,40	r hitung > 0,3 = valid
12	0,48	r hitung > 0,3 = valid

Berdasarkan tabel tersebut maka item pernyataan nomer 4 gugur karena  $r \text{ hitung} < 0,3$  yang berarti tidak valid, sehingga tidak disertakan sebagai instrumen untuk penelitian.

### 3. Hasil reliabilitas instrumen

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besarnya korelasi *product moment* pada instrumen sikap nilai-nilai keislaman, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil uji reliabilitas instrumen

Variabel	$r_{xy}$
Sikap nilai-nilai keislaman	0,6

Dari tabel 8 dapat disimpulkan bahwa instrumen sikap nilai-nilai keislaman layak digunakan dalam penelitian karena nilai  $r_{xy} = 0,6$  yang berarti dalam kategori sedang (Sugiyono, 2013).

## **BAB IV. NILAI-NILAI KEISLAMAN**

### **A. Pengertian nilai-nilai keislaman**

Nilai bisa dikatakan dengan ukuran atau tolak ukur bagi manusia. Nilai adalah sifat-sifat, (hal-hal) yang berguna bagi kemanusiaan (Poerwadarminta, 1976). Menurut Copp, Nilai adalah standar yang di pegang oleh seseorang dan dijadikan dasar untuk membuat pilihan dalam hidup (Zubaedi, 2011). Sedangkan menurut Djahiri Nilai adalah harga, makna, insiden pesan, semangat atau jiwa yang tersurat maupun tersirat dalam fakta, konsep dan teori sehingga bermakna secara fungsional. Nilai menjadi pengarah, pengendali dan penentu perilaku seseorang (Zubaedi, 2011).

Beberapa nilai yang dapat menjadi pedoman hidup setiap individu. Nilai Agama, adat atau nilai kehidupan yang berlaku umum antara lain adalah kasih sayang, kejujuran disiplin, tanggung jawab dan penghargaan. Nilai yang dimaksud disini adalah usaha pendidikan yang dapat mempertinggi kemampuan, prestasi dan pembentukan watak yang dapat bermanfaat dan berharga dalam praktik kehidupan sehari hari menurut tinjauan keagamaan atau dengan kata lain sejalan dan sejajar dengan pandangan dan ajaran agama.

Pengertian religi adalah patuh terhadap agama, saleh (Badudu, 1994). Religius adalah dalam kamus besar bahasa Indonesia” dinyatakan religius berarti: bersifat religi atau keagamaan, atau yang bersangkutan paut dengan religi (keagamaan) (Muhaimin.a, 2006). Religius menurut Islam adalah menjalankan ajaran agama secara menyeluruh. Agama adalah hal yang paling mendasar dijadikan sebagai landasan dalam pendidikan. Karena agama memberikan dan

mengarahkan fitrah manusia memenuhi kebutuhan batin, menuntun kepada kebahagiaan dan menunjukkan kebenaran. Religius sebagai salah satu nilai karakter atau sebagai sikap dan perilaku yang patuh dalam melaksanakan ajaran agama yang dianut, toleran terhadap pelaksanaan ibadah agama lain, dan hidup rukun terhadap agama lain. Religius menurut Islam adalah menjalankan ajaran agama secara menyeluruh (Sahlan.a, 2009).

Keberagamaan (religiusitas) tidak selalu identik dengan agama. Agama lebih menunjuk kepada kelembagaan kebaktian kepada Tuhan, dalam aspek yang resmi, yuridis, peraturan dan hukum-hukumnya. Sedangkan keberagamaan atau religiusitas lebih melihat aspek yang “didalam lubuk hati nurani” pribadi dan karena itu religiusitas lebih dalam dari agama yang tampak formal (Muhaimin.b, 2001).

Menurut Gay Hendricks dan Kate Ludeman dalam (Agustian, 2003), terdapat beberapa sikap religius yang tampak dalam diri seseorang dalam menjalankan tugasnya diantaranya adalah.

1. Kejujuran, Rahasia untuk meraih sukses menurut mereka adalah dengan selalu berkata jujur. Mereka menyadari, justru ketidakjujuran kepada orang lain pada akhirnya akan mengakibatkan diri mereka sendiri terjebak dalam kesulitan yang berlarut-larut.
2. Keadilan, salah satu skill seorang yang religius adalah mampu bersikap adil kepada semua pihak, bahkan saat ia terdesak sekalipun.
3. Bermanfaat bagi orang lain, Hal ini merupakan salah satu bentuk sikap religius yang tampak dari diri seseorang. Sebagai sabda Nabi SAW;”sebaik-baik manusia adalah manusia yang paling bermanfaat bagi manusia lain”.

4. Rendah hati, Sikap rendah hati merupakan sikap tidak sombong mau mendengarkan pendapat orang lain dan tidak memaksakan gagasan dan kehendaknya.
5. Bekerja Efisien, Mereka mampu memusatkan semua perhatian mereka pada pekerjaan itu, dan begitu juga saat mengerjakan pekerjaan selanjutnya.
6. Visi kedepan, Mereka mampu mengajak orang ke dalam angan-angannya. Kemudian menjabarkan begitu terinci, cara-cara untuk menuju kesana.
7. Disiplin tinggi, Mereka sangatlah disiplin. Kedisiplinan mereka tumbuh dari semangat penuh gairah dan kesadaran, bukan berangkat dari keharusan dan keterpaksaan.
8. Keseimbangan, Seseorang yang memiliki sifat religius sangat menjaga keseimbangan hidupnya, khususnya empat aspek inti dalam kehidupan, yaitu: keintiman, pekerjaan, komunitas, spirikomunitas.

Bila nilai-nilai religius telah tertanam pada diri siswa dan dipupuk dengan baik, maka akan sendirinya tumbuh menjadi jiwa agama, dan jiwa agama telah tumbuh dengan subur dalam diri siswa, maka tugas pendidik selanjutnya adalah menjadikan nilai-nilai agama sebagai sikap beragama siswa.

Menurut Sukidi, Religius pendidikan mendasarkan bangunan epistemologinya kedalam tiga kerangka ilmu yaitu: dasar filsafat, tujuan, dan nilai serta orientasi pendidikan. Pertama, dasar filsafat religiusitas pendidikan adalah filsafat teosentrisme yang menjadikan Tuhan sebagai pijakannya. Kedua, tujuan religiusitas pendidikan diarahkan untuk membangun kehidupan duniawi melalui pendidikan

sebagai wujud pengabdian kepada-Nya. Ketiga, nilai dan orientasi religiusitas pendidikan menjadikan iman dan taqwa sebagai ruh dalam setiap proses pendidikan yang dijalankan (Sahlan.b, 2010).

Berdasarkan ketiga kerangka konsep religiusitas pendidikan diatas dapat diartikan bahwa religiusitas pendidikan menumbuhkan kecerdasan spiritual kepada siswa dalam pendidikan dan kehidupan. Keberagamaan merupakan suatu sikap atau kesadaran yang muncul yang didasarkan atas keyakinan atau kepercayaan seseorang terhadap sesuatu agama (Sahlan.b, 2010).

Nilai religius (keberagamaan) merupakan salah satu dari berbagai klasifikasi nilai di atas. Nilai religius bersumber dari agama dan mampu merasuk ke dalam intimitas jiwa. Nilai religius perlu ditanamkan dalam lembaga pendidikan untuk membentuk budaya religius yang mantab dan kuat di lembaga pendidikan tersebut. Di samping itu, penanaman nilai religius ini penting dalam rangka untuk memantapkan etos kerja dan etos ilmiah seluruh civitas akademika yang ada di lembaga pendidikan tersebut. Selain itu, juga supaya tertanam dalam diri tenaga kependidikan bahwa melakukan kegiatan pendidikan dan pembelajaran pada peserta didik bukan semata-mata bekerja untuk mencari uang, tetapi merupakan bagian dari ibadah.

## **B. Pembuatan benteng besi antikorosi Kisah Zulkarnain**

Pada pembelajaran kimia bermuatan Ayat Al-Quran, ayat yang dikaji adalah kisah Zulkarnain dalam Q.S. Al-Kahfi 83-98. Zulkarnain merupakan salah satu tokoh yang Allahabadikan kisahnya dalam Al-Quran. Kisah ini dijelaskan setelah kisah nabi Khidir a.s. Sama seperti kisah tersebut, kisah Zulkarnainpun mengandung syarat hikmah.

Berikut Ayat yang menjelaskan kisah Zulkarnain, yaitu Q.S. Al-Kahfi ayat 83-98 beserta artinya.

وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ ذِي الْقُرْنَيْنِ قُلْ سَأَتْلُوا عَلَيْكُمْ مِنْهُ ذِكْرًا ۚ إِنَّا مَكِّنَّا لَهُ فِي الْأَرْضِ وَآيَاتٍ لَهُ مِنْ كُلِّ شَيْءٍ ۚ سَبَبٌ ۙ ۱ ۚ ۸۴ فَأَتْبَعَ سَبَبًا ۙ ۸۵ حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ مَعْرَبَ الشَّمْسِ وَجَدَهَا تَعْرَبُ فِي عَيْنِ حَمِيَّةٍ ۙ وَوَجَدَ عِنْدَهَا قَوْمًا ۙ قُلْنَا يَا ذَا الْقُرْنَيْنِ إِنَّمَا أَنْتَ مُعَذِّبٌ وَإِنَّمَا أَنْ تَتَّخِذَ فِيهِمْ حُسْنَ ۙ ۱ ۚ ۸۶ قَالَ أَمَا مَنْ ظَلَمَ فَسَوْفَ نُعَذِّبُهُ ثُمَّ يُرَدُّ إِلَىٰ رَبِّهِ فَيُعَذِّبُهُ عَذَابًا ۙ ۱ ۚ نُكْرًا ۙ ۱ ۚ ۸۷ وَأَمَا مَنْ ءَامَنَ وَعَمِلَ صَالِحًا ۙ ۱ ۚ فَلَهُ جَزَاءً الْحُسْنَىٰ ۙ وَسَنَقُولُ لَهُ مِنْ أَمْرِنَا يُسْرًا ۙ ۱ ۚ ۸۸ ثُمَّ أَتْبَعَهُ سَبَبًا ۙ ۸۹ حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ مَطْلِعَ الشَّمْسِ وَجَدَهَا نَاطِقٌ عَلَىٰ قَوْمٍ ۙ لَمْ نَجْعَلْ لَهُمْ مِنْ دُونِهَا سَبِيلًا ۙ ۱ ۚ ۹۰ كَذَلِكَ ۙ وَقَدْ أَحَطْنَا بِمَا لَدَيْهِ خُبْرًا ۙ ۱ ۚ ۹۱ ثُمَّ أَتْبَعَهُ سَبَبًا ۙ ۹۲ حَتَّىٰ إِذَا بَلَغَ بَيْنَ السَّدَّيْنِ وَجَدَ مِنْ دُونِهِمَا قَوْمًا ۙ ۱ ۚ لَّا يَكَادُونَ يَفْقَهُونَ قَوْلًا ۙ ۱ ۚ ۹۳ قَالُوا يَا ذَا الْقُرْنَيْنِ إِنَّ يَا جُوجَ وَمَأْجُوجَ مُفْسِدُونَ فِي الْأَرْضِ فَهَلْ نَجْعَلُ لَكَ خَرْجًا عَلَىٰ أَنْ تَجْعَلَ بَيْنَنَا وَبَيْنَهُمْ سَدًّا ۙ ۱ ۚ ۹۴ قَالَ مَا مَكِّنِّي فِيهِ رَبِّي خَيْرٌ ۙ فَأَعْيُونِي يُفُوَّةً أَجْعَلْ بَيْنَكُمْ وَبَيْنَهُمْ رَدْمًا ۙ ۹۵ ءَاتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ أَنْفِخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا ۙ ۱ ۚ قَالَ ءَاتُونِي أُفْرِغْ عَلَيْهِ قِطْرًا ۙ ۱ ۚ ۹۶ فَمَا اسْطُغُوا أَنْ يَضُّهُوهُ وَمَا اسْطُغُوا لَهُ نُقْبًا ۙ ۱ ۚ ۹۷ قَالَ هَذَا رَحْمَةٌ ۙ ۱ ۚ مِنْ رَبِّي ۙ وَإِذَا جَاءَ وَعَدُّ رَبِّي جَعَلَهُ دَكَّاءَ وَكَانَ وَعْدُ رَبِّي حَقًّا ۙ ۱ ۚ ۹۸

Artinya: (Ayat 83): "Mereka akan bertanya kepadamu (Muhammad) tentang Dzulkarnain. Katakanlah: "Aku akan bacakan kepadamu cerita tantangnya" (Ayat 84): "Sesungguhnya Kami telah memberi kekuasaan kepadanya di (muka) bumi, dan Kami telah memberikan kepadanya jalan (untuk mencapai) segala sesuatu," (Ayat 85): "Maka diapun menempuh suatu jalan." (Ayat 86): "Hingga apabila Dia telah sampai ketempat terbenam matahari, Dia melihat matahari terbenam di dalam laut yang berlumpur hitam, dan Dia mendapati di situ segolongan umat Kami berkata: "Hai Dzulkarnain, kamu boleh menyiksa atau boleh berbuat kebaikan terhadap mereka." (Ayat 87): "Berkata Dzulkarnain: "Adapun orang yang aniaya, Maka Kami kelak akan mengazabnya, kemudian Dia kembalikan kepada Tuhannya, lalu Tuhan mengazabnya dengan azab yang tidak ada taranya." (Ayat 88): "Adapun orang-orang yang beriman dan beramal saleh, Maka baginya pahala yang terbaik sebagai balasan, dan akan Kami titahkan kepadanya (perintah) yang mudah dari perintah-perintah kami." (Ayat 89): "Kemudian Dia menempuh jalan (yang lain)." (Ayat 90): "Hingga apabila Dia telah sampai ke tempat terbit matahari (sebelah Timur) Dia mendapati matahari itu menyinari segolongan umat yang Kami tidak menjadikan bagi mereka sesuatu yang melindunginya dari (cahaya) matahari itu." (Ayat 91):

*“Demikianlah dan Sesungguhnya ilmu Kami meliputi segala apa yang ada padanya.” (Ayat 92): “Kemudian Dia menempuh suatu jalan (yang lain lagi).” (Ayat 93): “Hingga apabila Dia telah sampai di antara dua buah gunung, Dia mendapati di hadapan kedua bukit itu suatu kaum yang hampir tidak mengerti pembicaraan.” (Ayat 94): “Mereka berkata: “Hai Dzulkarnain, Sesungguhnya Ya’juj dan Ma’juj itu orang-orang yang membuat kerusakan di muka bumi, Maka dapatkah Kami memberikan sesuatu pembayaran kepadamu, supaya kamu membuat dinding antara Kami dan mereka?” (Ayat 95): “Dzulkarnain berkata: “Apa yang telah dikuasakan oleh Tuhanku kepadaku terhadapnya adalah lebih baik, Maka tolonglah aku dengan kekuatan (manusia dan alat-alat), agar aku membuatkan dinding antara kamu dan mereka,” (Ayat 96): “Berilah aku potongan-potongan besi”. hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: “Tiuplah (api itu)”. hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun berkata: “Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu.” (Ayat 97): “Maka mereka tidak bisa mendakinya dan mereka tidak bisa (pula) melobanginya.” (Ayat 98): “Dzulkarnain berkata: “Ini (dinding) adalah rahmat dari Tuhanku, Maka apabila sudah datang janji Tuhanku, Dia akan menjadikannya hancur luluh; dan janji Tuhanku itu adalah benar.”*

Ayat Al-Quran di atas merupakan sebagian cerita Iskandar Zulkarnain, seorang raja gagah nan perkasa, mempunyai wilayah kekuasaan yang luas tetapi tetap beriman dan tunduk pada perintah-perintah Tuhannya. Dalam suatu perjalanannya, dia sampai di daerah antara dua gunung tempat tinggal orang-orang Ya’juj dan Ma’juj yang membuat kerusakan di muka bumi. Maka orang-orang meminta bantuan Zulkarnain agar dibuatkan benteng untuk melindungi mereka dari gangguan orang-orang perusak itu. Zulkarnain kemudian meminta orang-orang untuk mengumpulkan besi dan membakarnya sampai berwarna merah seperti api, kemudian Zulkarnain menuangkan cairan tembaga panas di atas besi panas tersebut. Dinding dari besi menjadi sangat kuat, tidak bisa didaki dan dilubangi.

Zulkarnain dilahirkan di Macedonia. Allah mengaruniakan kepadanya otak yang encer, pikiran yang panjang dan berbagai ilmu pengetahuan: ilmu perang (militer, ilmu politik (pemerintahan), ilmu teknik dan kimia. Sejak kecil, hatinya sudah tidak enak melihat perang yang selalu timbul antara Timur (kerajaan Persia) dan Barat (Kerajaan Rum). Perang yang tidak henti-hentinya dari tahun ke tahun menewaskan ribuan manusia, merusak bumi, dan menghancurkan banyak kekayaan. Untuk menghindari perang antara Timur dengan Barat yang sudah bertradisi ini, dia menginginkan mendirikan sebuah kerajaan besar, yang meliputi timur dan barat. Setelah selesai dari kewajibannya terhadap negeri itu, kemudian Ia ke utara, ke negeri Armenia melalui Persia dan Azirbikhan (Arifin B. , 2010).

### **C. Nilai-nilai keislaman berdasarkan kisah Zulkarnain**

Pembelajaran bermuatan Ayat Al-Quran menjadikan Ayat Al-Quran sebagai salah satu sumber belajar. (Hakim, 2012) memaparkan aspek-aspek nilai ajaran Islam yang terkandung dalam ayat Al-Quran dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu nilai-nilai akidah, ibadah dan akhlak. Nilai-nilai akidah mengajarkan manusia percaya kepada Tuhannya; Nilai-nilai ibadah mengajarkan tentang pencarian ridho Allah Swt. sebagai landasan untuk setiap perbuatan; dan nilai-nilai akhlak mengajarkan untuk bersikap serta berperilaku sesuai adab yang benar dan baik. Nilai-nilai akhlak atau karakter ini dipaparkan secara implisit dalam Ayat Al-Quran.

Nugroho (2008) menyatakan bahwa mata pelajaran kimia banyak mengandung nilai keterampilan yang mengarah kepada pengagungan Allah Swt.. Jika fenomena kimia digali lebih dalam dan disertai Ayat

Al-Quran yang menjelaskannya, maka akan diperoleh nilai-nilai religius yang dapat dijadikan landasan pengembangan karakter dalam pembelajaran. Secara lebih lanjut, Nugroho menyebutkan bahwa Q.S. Al-Kahfi Ayat 96 menjelaskan reaksi redoks dan elektrokimia dalam tataran aplikasi konsep yaitu pencegahan korosi.

Secara lebih jelas, rincian nilai-nilai keislaman dalam kandungan kisah tersebut dapat dilihat pada Tabel 9 yang diambil dari (Subarkah, Rahmawati, & Dalli, 2016).

**Tabel 9.** Kandungan nilai dalam kisah Zulkarnain

No.	Kandungan Kisah	Nilai
1	Q.S Al-Kahfi ayat 91-98 mengandung pelajaran berharga tentang Dzulkarnain yang mempunyai sifat tawadhu dan rendah hati dengan kepandaian dan kekuasaannya.	Religius
2	Rahasia kekuatan dinding besi berlapis tembaga buatan Zulkarnain ini terungkap setelah diketahuinya reaksi-reaksi elektrokimia, yaitu tembaga yang dapat melindungi besi disebabkan potensial reduksi standarnya. Hal tersebut menyebabkan benteng buatan Zulkarnain tidak mudah korosi. Cerita ini membuktikan bahwa Iskandar Zulkarnain adalah seorang raja yang suka ilmu pengetahuan.	Rasa Ingin Tahu

No.	Kandungan Kisah	Nilai
3	Zulkarnain memimpin pembangunan suatu benteng dengan cara ikut bekerja sama dalam pembuatannya sebagai upaya menghindari kerusakan yang disebabkan Yakjuj dan Makjuj.	Kerja Sama
4	Selaku pemimpin, Zulkarnain melakukan tanggung jawabnya dalam memimpin dan bekerja.	Tanggung Jawab
5	Zulkarnain senantiasa menyampaikan perintah Allah Swt. dengan cara yang bijaksana dan diplomatis.	Komunikatif

#### **D. Hasil penelitian nilai-nilai keislaman**

Berdasarkan hasil penelitian telah dilakukan tentang pengembangan *assessment* berbasis nilai-nilai keislaman pada eksperimen pektin sebagai inhibitor korosi (Subarkah & Chusni, 2017).

##### **1. Hasil penilaian sikap nilai keislaman**

Pada proses pengambilan data penelitian ini dilakukan pada responden yang berbeda dengan pada saat uji coba instrumen. Subjek penelitian ini berjumlah 40 mahasiswa dari program studi pendidikan kimia semester 3 kelas A. Adapun distribusi hasil angket sikap nilai-nilai keislaman dapat di lihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Hasil angket sikap nilai-nilai keislaman

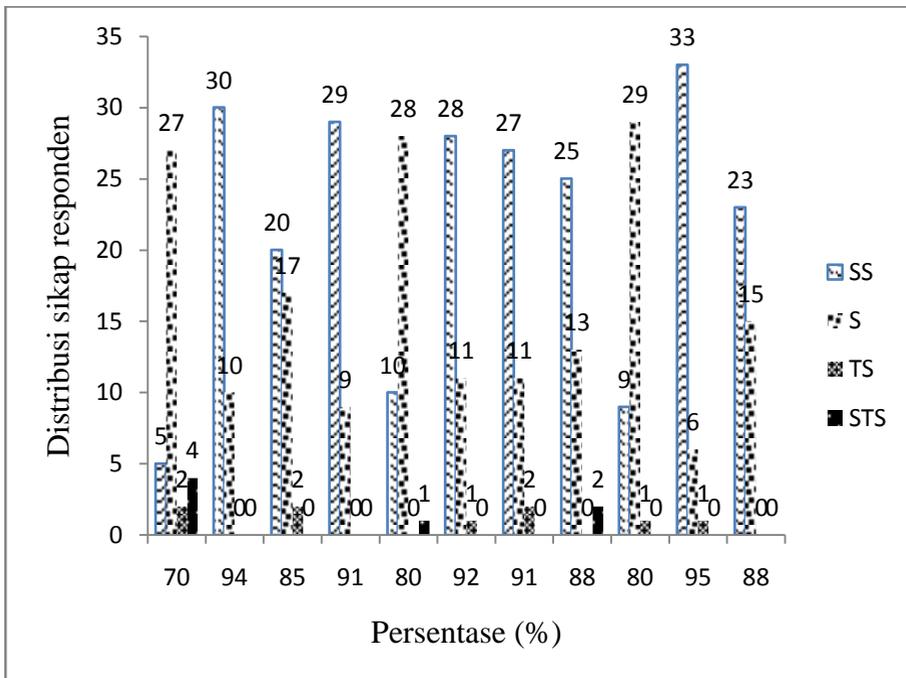
No.	Pernyataan	Sikap (%)	Responden			
			SS	S	TS	STS
1	Pembangun saluran minyak di bawah tanah hendaknya dipilih material pipa dengan biaya serendah mungkin agar meminimalkan biaya.	70	5	27	2	4
2	Korosi merupakan gejala alam yang melibatkan proses elektrokimia dan merupakan wujud kebesaran dan kekuasaan Allah SWT.	94	30	10	0	0
3	Seiring berkembangnya zaman, berkembang pula ilmu sains dan teknologi yang dapat menyelesaikan berbagai permasalahan dalam berbagai bidang. Hal ini menunjukkan semata-mata hanya kehebatan manusia dalam menguasai berbagai disiplin ilmu.	85	20	17	2	0
4	Salah satu inhibitor korosi bisa dibuat dari bahan limbah kulit lemon. Hal ini menunjukkan kebesaran Allah SWT.	91	29	9	0	0

No.	Pernyataan	Sikap (%)	Responden			
			SS	S	TS	STS
5	Sebagai wujud kepedulian terhadap lingkungan, pagar besi harus dicat secara berkala untuk menghindari terbentuknya karat yang dapat membahayakan kesehatan.	80	10	28	0	1
6	Pembangunan pipa minyak bumi hendaklah mempertimbangkan dampak-dampak yang bisa ditimbulkan apabila terjadi kebocoran sehingga perlu dilakukan tindakan pencegahan meskipun memerlukan biaya tambahan.	92	28	11	1	0
7	Al-Qur'an merupakan kitab suci umat islam yang di dalamnya hanya memuat dalil-dalil yang berkaitan dengan kehidupan manusia namun kurang relevan dengan ilmu sains modern.	91	27	11	2	0
8	Besi merupakan material yang kuat namun ternyata dapat melapuk menjadi karat.	88	25	13	0	2

No.	Pernyataan	Sikap (%)	Responden			
			SS	S	TS	STS
	Begitupula dengan manusia, sekuat dan sehebat apapun pasti akan menua. Oleh karena itu sebelum menjadi tua kita patut merasa diri hebat.					
9	Zulkarnain melindungi kaum yang lemah dari serangan yakjuj dan makjuj dengan memanfaatkan kecerdasan yang dimilikinya. Zaman sekarang kita bisa memanfaatkan kekuatan dan kecerdasan yang kita miliki untuk memperoleh kekuasaan dalam membela kaum yang lemah.	80	9	29	1	0
10	Yakjuj dan Makjuj sebagai perusak fisik dan moral di zaman modern ini semakin dahsyat dibandingka dengan zaman Zulkarnain. Oleh karena itu kita senantiasa meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT	95	33	6	1	0

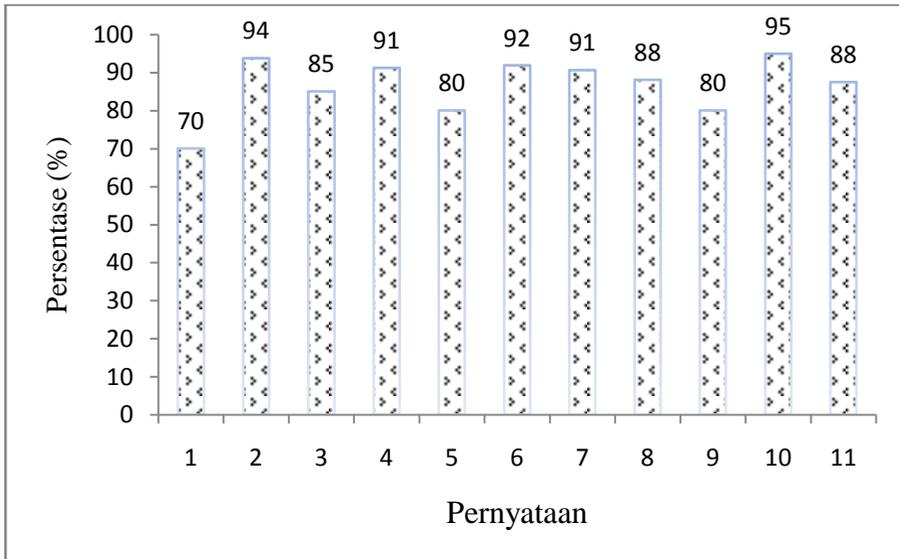
No.	Pernyataan	Sikap (%)	Responden			
			SS	S	TS	STS
11	Kulit buah-buahan sebagai limbah dapat di olah sebahai pektin untuk mencegah terjadinya korosi. Hal ini merupakan bukti bahwa Allah kasih sayang.	88	23	15	0	0

Secara lebih rinci distribusi hasil respon sikap nilai-nilai keislaman mahasiswa dalam kategori SS = sangat setuju, S = setuju, TS = tidak setuju dan STS = sangat tidak setuju, terhadap pernyataan-pernyataan tersebut dapat disajikan dalam grafik pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Distribusi respon sikap nilai-nilai keislaman

Sedangkan persentase respon sikap nilai-nilai keislamannya untuk setiap pernyataan dapat disajikan dalam grafik pada Gambar 9.



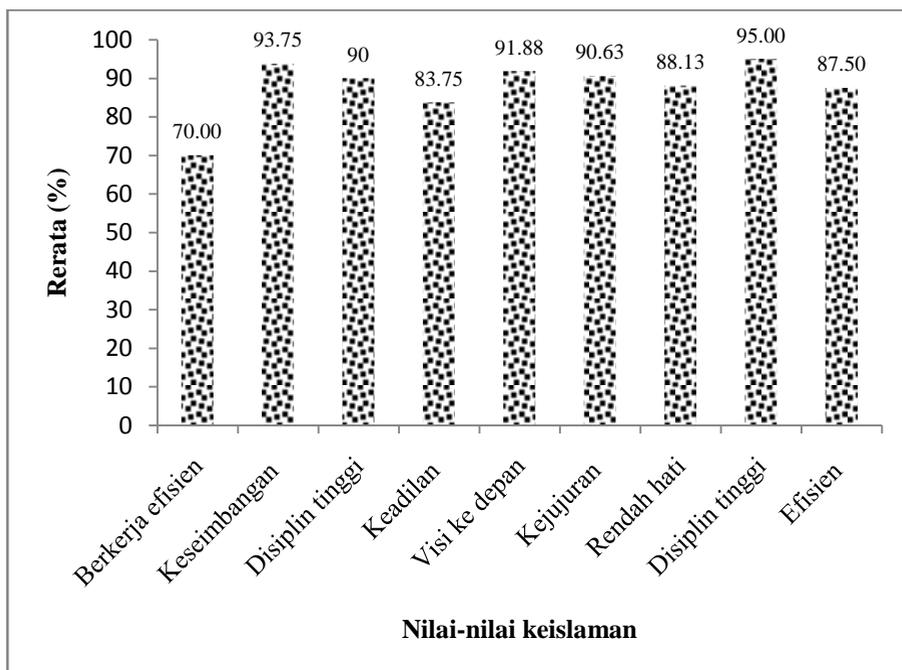
**Gambar 9.** Persentase respon sikap nilai-nilai keislaman

Selanjutnya hasil nilai keislaman yang muncul dari mahasiswa setelah melakukan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil sikap nilai-nilai keislaman

No.	Nilai-Nilai Keislaman	Rerata (%)	Kategori
1	Berkerja efisien	70,00	Baik
2	Keseimbangan	93,75	Baik sekali
3	Disiplin tinggi	90	Baik sekali
4	Keadilan	83,75	Baik sekali
5	Visi ke depan	91,88	Baik sekali
6	Kejujuran	90,63	Baik sekali
7	Rendah hati	88,13	Baik sekali
8	Disiplin tinggi	95,00	Baik sekali
9	Efisien	87,50	Baik sekali

Data capaian nilai-nilai keislaman mahasiswa juga dapat disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Hasil sikap nilai-nilai keislaman

Berdasarkan data-data hasil validasi dan uji coba dari instrumen menunjukkan bahwa semua aspek yang disajikan sudah valid, Selain itu juga data hasil uji coba LK yang dibuat dapat digunakan untuk menjaring nilai-nilai keislaman dari mahasiswa. Nilai-nilai keislaman dikembangkan dengan memberikan ilustrasi dan contoh konkrit tokoh sejarah yang bersumber dari Al-quran sehingga internalisasinya jelas bahwa nilai-nilai keislaman perlu tertanam pada insan yang beriman.

## **BAB V. KOROSI DAN INHIBITOR**

### **A. Peristiwa Korosi**

#### **1. Pengertian korosi**

Korosi pada umumnya digunakan sebagai istilah untuk kerusakan logam pada proses elektrokimia. Contoh peristiwa korosi sangat banyak dan yang paling umum adalah karat pada besi. Selain itu, noda pada perak, platina hijau yang terbentuk pada tembaga dan kuningan. Korosi mengakibatkan berbagai kerusakan dalam bidang industri maupun perekonomian (Chang, 2005).

Dua jenis mekanisme utama dari korosi adalah berdasarkan reaksi kimia secara langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi dapat terjadi didalam medium kering dan juga medium basah. Sebagai contoh korosi yang berlangsung didalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas oksigen ( $O_2$ ) atau oleh gas belerang dioksida ( $SO_2$ ), sedangkan korosi yang berlangsung dalam medium basah contohnya adalah besi yang direndam dalam HCl (Dalimunthe, 2004).

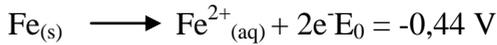
#### **2. Klasifikasi korosi**

Didalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi. Contoh korosi seragam didalam medium basah adalah apabila besi terendam didalam larutan asam klorida (HCl). Korosi didalam medium basah yang terjadi secara terlokalisasi ada yang memberikan rupa makroskopis, misalnya peristiwa korosi galvanis sistem besi-seng, korosi erosi, korosi retakan, korosi lubang, korosi pengelupasan, serta korosi pelumeran, sedangkan rupa yang mikroskopis dihasilkan misalnya oleh korosi tegangan, korosi patahan, dan korosi antar butir. Dengan demikian, apabila didalam

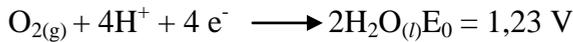
usaha pencegahan korosi dilakukan melalui penggunaan inhibitor korosi, maka mekanisme dari jenis-jenis korosi diatas sangatlah penting artinya (Dalimunthe, 2004).

### 3. Mekanisme korosi

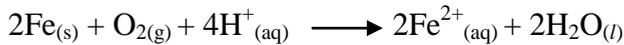
Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut (Chang, 2005). Pada korosi besi, bagian tertentu dari besi itu berlaku sebagai anoda, dimana besi mengalami oksidasi:



Elektron yang dilepaskan oleh besi mereduksi oksigen di atmosfer menjadi air pada katoda, yang merupakan wilayah lain dari permukaan logam yang sama:



Reaksi redoks keseluruhannya adalah:



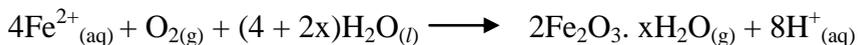
Dengan data dari tabel potensial standar pada 25<sup>0</sup>C, kita peroleh emf standar untuk proses ini:

$$E^0_{\text{sel}} = E_{0\text{katoda}} - E_{0\text{anoda}}$$

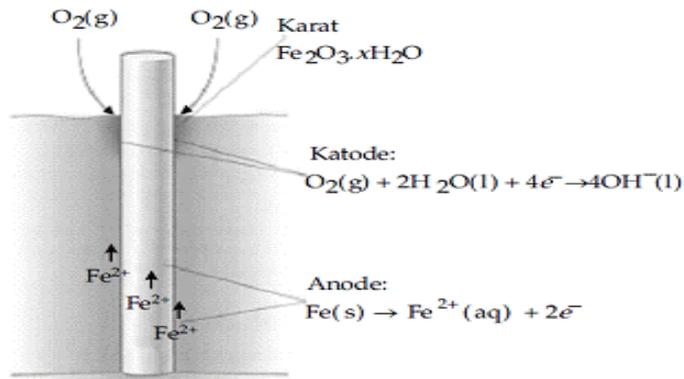
$$= 1,23 \text{ V} - (-0,44 \text{ V})$$

$$= 1,67 \text{ V}$$

Reaksi terjadi dalam medium asam; ion H<sup>+</sup> diberi tambahan sebagian oleh reaksi karbon dioksida di atmosfer dengan air membentuk H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Ion Fe<sup>2+</sup> yang terbentuk pada anoda dioksidasi lagi oleh oksigen:



Bentuk terhidrasi dari besi (III) oksida ini dikenal sebagai karat (*rust*). Banyaknya air yang akan terikat dengan besi oksida beragam, sehingga kita menyatakan rumusnya sebagai  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Secara visual, proses korosi yang terjadi pada sebatang besi dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 11.** Korosi yang terjadi pada sebatang besi

(Sumber: Chemistry (McMurry), 2001)

#### 4. Faktor penyebab korosi

Korosi dapat disebabkan oleh beberapa faktor (Haryono, Sugiarto, Farid, & Tanoto, 2010) diantaranya:

##### a. Suhu

Kenaikan suhu akan mempercepat reaksi korosi, karena semakin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat. Sehingga melampaui besarnya harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga semakin cepat.

##### b. Kecepatan alir fluida atau kecepatan pengadukan

Laju korosi cenderung bertambah, jika kecepatan aliran fluida bertambah besar. Hal ini dikarenakan kontak antara zat pereaksi dengan logam akan semakin besar sehingga ion-ion logam akan banyak yang lepas dan mengalami korosi.

c. Konsentrasi bahan korosif

Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam. Logam dalam media asam lebih cepat mengalami korosi karena merupakan reaksi pada anoda, sedangkan logam dalam media basa lebih lambat dibandingkan media asam karena korosi terjadi pada reaksi katoda.

d. Oksigen

Adanya oksigen yang terdapat di udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab, sehingga kemungkinan terjadinya korosi lebih besar. Di dalam air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi.

e. Waktu kontak

Penambahan inhibitor ke dalam larutan akan menyebabkan laju korosi menjadi rendah sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam akan menjadi lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu kontak, maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan.

5. Metode Pengukuran laju korosi

a. Metode pengurangan massa (*weight Loss*)

Menurut (Hermawan, Nasution, & Hasibuan, 2012), metode pengurangan massa merupakan metode analisis laju korosi dengan memperhatikan massa besi sebelum dan sesudah perendaman dalam media korosi selama waktu tertentu. Sebelum proses korosi, besi ditimbang sebagai berat awal. Setelah proses korosi berjalan selama waktu tertentu, produk korosi diangkat dari media korosi, dicuci, dan dikeringkan kemudian ditimbang sebagai berat akhir. Laju korosi dihitung dengan persamaan:

$$\text{laju korosi} = \frac{\text{berat awal-berat akhir}}{\text{luas permukaan logam} \times \text{waktu perendaman}}$$

Efisiensi inhibitor dinyatakan dalam persentase penurunan laju korosi, yaitu hasil pengurangan laju korosi logam tanpa inhibitor dan dengan penambahan inhibitor. Efisiensi dihitung dengan rumus berikut (Hermawan, Nasution, & Hasibuan, 2012):

$$\text{efisiensi inhibitor} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

Keterangan :

$V_{ko}$  = laju reaksi korosi tanpa Inhibitor

$V_{ki}$  = laju reaksi korosi dengan Inhibitor

Metode pengurangan massa memiliki kelebihan dan kekurangan. Keuntungan dari metode ini yaitu percobaan dapat dilakukan dalam skala kecil yang mendekati kondisi sebenarnya dan biaya percobaan cukup murah. Adapun kerugiannya yaitu waktu pengujian sangat panjang karena waktu yang diperlukan untuk mempersiapkan bahan sebelum dan setelah proses korosi cukup lama (Erna, Herdini, Abdullah, & Mulyani, 2014).

#### b. Metode potensiodinamik

Metode potensiodinamik merupakan metode analisis laju korosi menggunakan baja yang berbentuk jarum. Proses analisis metode potensiodinamik menghasilkan kurva tafel untuk menentukan karakteristik sampel. Skema kerja potensiodinamik menggunakan tiga elektroda diantaranya elektroda kerja, elektroda referensi, dan elektroda bantu. Selanjutnya, melakukan pemotretan morfologi permukaan logam menggunakan mikroskop optik trinokuler dengan perbesaran 100 kali (Sari, Handani, & Yetri, 2013).

#### c. Metode perubahan tahanan listrik

Metode perubahan tahanan listrik merupakan metode pengukuran laju korosi yang menggunakan instrumen potensiostat, dengan

elektroda pembanding (EKJ). Pengujian korosi dimulai dari sampel yang akan diuji laju korosinya diletakkan pada pemegang cuplikan. Kemudian sampel dicelupkan ke dalam sel korosi yang berisi larutan atau media korosi. Di dalam sel korosi, sampel akan berperan sebagai elektroda kerja. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam media korosi, selanjutnya ketiga elektroda tersebut dihubungkan dengan instrumen potensiostat (Djarmika & Budiarto, 2009).

## 6. Pencegahan korosi

Korosi dapat dicegah dengan berbagai cara (Haryono, Sugiarto, Farid, & Tanoto, 2010) diantaranya:

### a. Pelapisan

Pelapisan dilakukan dengan cara memberikan suatu lapisan yang dapat mengurangi kontak antara logam dan lingkungannya. Lapisan pelindung yang sering dipakai adalah bahan metalik anorganik maupun organik yang relatif tipis. Contohnya: cat, selaput organik, vernis, lapisan logam, dan enamel. Pelapisan yang paling banyak dilakukan untuk mencegah korosi adalah cat, tetapi sekarang sudah banyak pula yang menggunakan pelapisan berupa lapisan logam. Dalam surat Al-Kahfi ayat 96 yaitu kisah Zulkarnain, Allah SWT telah menjelaskan pencegahan korosi dengan cara pelapisan logam.

أَتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا جَعَلَهُ نَارًا قَالَ آتُونِي أُفْرِغَ عَلَيْهِ قِطْرًا

Artinya: Berilah Aku potongan-potongan besi, hingga ketika (potongan) besi itu telah (terpasang) sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, dia (Zulkarnain) berkata, tiuplah (api itu). Ketika (besi) itu sudah menjadi (merah seperti) api, dia pun berkata, berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu).

Cerita Iskandar Zulkarnain ini mengandung informasi ilmiah yang baru terbukti di masa sekarang. Rahasia kekuatan dinding besi berlapis tembaga buatan Zulkarnain ini terungkap setelah diketahuinya reaksi-reaksi elektrokimia, yaitu tembaga yang dapat melindungi besi disebabkan potensial reduksi standarnya. Hal tersebut menyebabkan benteng buatan Zulkarnain tidak mudah korosi. Cerita ini membuktikan bahwa Iskandar Zulkarnain adalah seorang raja yang suka ilmu pengetahuan. Cerita ini juga mengandung pelajaran berharga tentang seorang hamba Allah yang mempunyai sifat kepemimpinan serta tawadhu dan rendah hati dengan kepandaian dan kekuasaannya.

b. Aliasi logam

Aliasi logam bertujuan agar mutu suatu logam meningkat. Aliasi ini dilakukan dengan cara mencampurkan dua buah logam yang berbeda.

c. Penambahan inhibitor

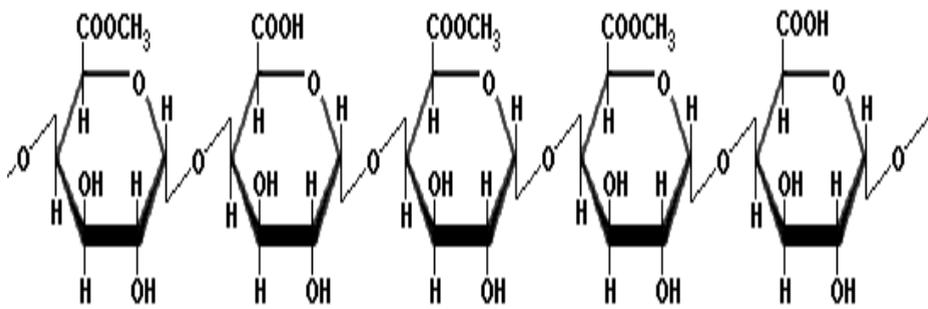
Inhibitor merupakan senyawa tertentu yang jika ditambahkan ke dalam lingkungan korosif akan mengurangi serangan lingkungan korosif terhadap logam. Inhibitor terdiri dari anion atom ganda yang dapat masuk ke permukaan logam, sehingga dihasilkan suatu lapisan tipis yang kaya oksigen dan dapat melindungi permukaan logam. Contohnya: inhibitor tannin, kitosan, asam askorbat (vitamin C), dan pektin.

## **B. Pemanfaatan Pektin sebagai Inhibitor Korosi**

1. Pengertian dan sifat pektin

Pektin adalah polisakarida yang berfungsi sebagai “bahan perekat” (*cementing material*) dalam dinding sel semua jaringan

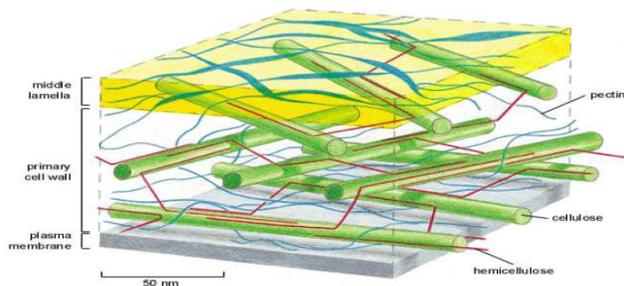
tanaman. Pektin adalah asam poligalakturonat yang mengandung ester metil, terdiri sekitar 300 sampai 1000 unit asam galakturonat yang dihubungkan dengan ikatan  $\alpha(1-4)$  (Gambar 2.1). Derajat esterifikasi (DE) pektin mempengaruhi daya pembentukan gel-nya. Gambar 12 memperlihatkan tiga buah ester metil ( $-\text{COOCH}_3$ ) untuk setiap dua buah gugus karboksil ( $-\text{COOH}$ ), karena itu mempunyai 60% derajat esterifikasi (biasanya disebut sebagai pektin DE-60) (Mucthadi, 2011).



**Gambar 12.** Struktur kimia pektin

(Sumber: <http://www.scientificpsychic.com/2010>)

Pektin adalah substansi alami yang sebagian besar terdapat pada tanaman pangan. Gambar berikut menunjukkan senyawa pektin pada dinding sel tanaman (IPPA, 2002).



**Gambar 13.** Struktur Dinding Sel Tanaman

(Sumber: IPPA, 2002)

Menurut Walter dalam (Fitriani, 2003) Pektin tidak larut dalam pelarut organik, tetapi larut dalam air dan pelarut organik polar seperti formamida dan metil sulfoksida. Kelarutan pektin dalam air ditentukan oleh sejumlah gugus metoksil, penyebarannya dalam pelarut serta bobot molekulnya. Pektin bersifat asam dan koloidnya bermuatan negatif karena adanya gugus karboksil bebas. Pada kondisi asam, ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisa menghasilkan asam galakturonat. Pektin dapat terhidrolisa oleh asam, basa dan enzim. Sifat penting lainnya dari pektin adalah kemampuannya dalam membentuk gel.

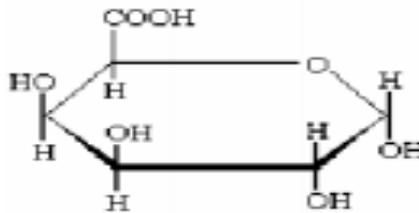
Komposisi kandungan protopektin, pektin, dan asam pektat di dalam buah sangat bervariasi tergantung pada derajat kematangan buah. Pada umumnya, protopektin yang tidak larut itu lebih banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang. Kandungan pektin dalam tanaman sangat bervariasi, baik berdasarkan jenis tanamannya maupun dari bagian-bagian jaringannya. Bagian kulit dan albedo buah jeruk lebih banyak mengandung pektin daripada jaringan parenkimnya (Winarno, 1997). Tabel 12 menunjukkan rendemen pektin yang dihasilkan dari beberapa jenis buah-buahan di Indonesia.

**Tabel 12.** Rendemen pektin dari beberapa bahan

<b>Sumber</b>	<b>Randemen (% bobot kering)</b>
Apel	10-15
Gula Bit	10-20
Bunga matahari	15-25
Kulit jeruk	20-35

Sumber: Herbstreith dan Fox, 2005

Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan kondisi yang dipakai dalam isolasinya (Willats et al, 2006). Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan  $\alpha$ - (1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan methanol dan sebagian gugus alkohol sekunder terasetilasi (Herbstreith dan Fox, 2005). Gambar di bawah ini menunjukkan struktur kimia unit asam  $\alpha$ -galakturonat.



**Gambar 14.** Struktur asam  $\alpha$ -galakturonat

(Sumber: Herbstreith dan Fox, 2005)

## 2. Pembuatan pektin

Proses pembuatan pektin secara umum terdiri dari empat tahap yaitu ekstraksi, purifikasi ekstrak, pengendapan serta pengeringan. Pada umumnya ekstraksi pektin dilakukan dengan menggunakan ekstraksi asam, baik asam mineral maupun asam organik, seperti asam klorida, asam sulfat, asam nitrat (Rouse dalam Fitriani, 2003:14). Penggunaan pelarut asam untuk ekstraksi pektin didasarkan karena pektin larut dalam air, senyawa organik, senyawa alkalis, dan asam (Widiastuti, 2015:14). Dalam proses ekstraksi pektin, (Tuhuloula, Budiarti, & Fitriana, 2013) menyatakan bahwa proses ekstraksi terjadi hidrolisis protopektin menjadi asam pektinat (pektin) dan apabila proses hidrolisis dilanjutkan, maka senyawa pektin akan

berubah menjadi asam pektat. Tahap pertama dalam pembuatan pektin yaitu mempersiapkan bahan baku yang akan diekstrak. Menurut Baker dalam (Fitriani, 2003), ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam ekstraksi pektin, diantaranya (Widiastuti, 2015:16):

a. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar luas permukaan kontak antara padatan dan pelarut, juga semakin pendek jarak difusi solut sehingga kecepatan ekstraksi semakin besar.

b. Pelarut

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi sebaiknya memiliki sifat mampu memberikan kemurnian solut yang tinggi, dapat didaur ulang, stabil tetapi inert, tidak beracun dan tidak mudah terbakar.

c. pH

Pengontrolan pH dalam ekstraksi pektin memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi yield pektin. Penggunaan pH untuk ekstraksi pektin tergantung pada bahan yang akan diekstraksi. Ekstraksi pektin dari kulit lemon dilakukan pada pH 1,5-3.

d. Suhu

Kelarutan akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu untuk menghasilkan laju ekstraksi yang tinggi. Pada umumnya, suhu yang digunakan untuk ekstraksi pektin adalah 60-90<sup>0</sup>C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan degradasi pektin.

e. Pengaruh pengadukan

Pengadukan dapat meningkatkan perpindahan solut dari permukaan partikel padatan ke cairan pelarut. Pengadukan juga dapat memperluas kontak antara zat terlarut dan pelarut.

#### f. Waktu ekstraksi

Semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin besar rendemen pektin yang dihasilkan. Namun ekstraksi yang terlalu lama menyebabkan pektin terdegradasi. Penggunaan perbandingan larutan pengeksrak terhadap bahan juga bervariasi, tergantung pada kemampuan dan daya serap bahan terhadap air dan faktor-faktor lainnya. Penggumpalan pektin dapat dilakukan dengan alkohol, aseton, garam metal kalium sulfat. Penggumpalan pektin terjadi karena gangguan terhadap kestabilan dispersi koloidalnya. Pektin termasuk koloidal hidrofilik yang bermuatan negatif (dari gugus karboksil bebas yang terionisasi) dan tidak mempunyai titik isolistrik.

Seperti koloid hidrofilik umumnya, pektin distabilkan terutama oleh hidrasi partikelnya daripada oleh muatannya. Pektin distabilkan oleh selapis air melalui ikatan elektrostatik antara muatan negatif molekul pektin dan muatan positif molekul air. Penambahan zat pendehidrasi seperti alkohol dapat mengurangi stabilitas dispersi pektin karena efek dehidrasi mengganggu keseimbangan pektin dengan air, sehingga pektin akan menggumpal. Tahap akhir dari pembuatan pektin adalah pengeringan. Pengeringan pektin dilakukan pada suhu kamar dengan sinar matahari atau oven. Meilina (2010:120), melakukan pengeringan pektin pada suhu 40<sup>0</sup>C.

#### 3. Karakterisasi *FTIR* (*Fourier Transform Infra Red*)

*FTIR* merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, Firdausi, & Sirojudin, 2007). Inti spektroskopi *FTIR* adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis

frekuensi dalam sinyal gabungan. Cara kerja spektroskopi inframerah adalah sampel di scan, sampel inframerah akan dilalukan ke sampel. Gelombang yang diteruskan oleh sampel akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer, yang akan memberikan gambaran spektrum sampel yang akan di uji. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang di uji menjadi dasar bentuk spektrum yang akan diperoleh dari hasil analisis. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan untuk pengujian secara kualitatif maupun kuantitatif (Sari, Handani, & Yetri, 2013).

Analisis pektin dapat dilakukan dengan pengujian gugus fungsi *FTIR*. Spektrum infra merah suatu senyawa adalah grafik dari panjang gelombang atau frekuensi bilangan gelombang yang secara berkesinambungan berubah sepanjang suatu daerah sempit dari spektrum elektromagnetik (Supratman, 2010). Terdapat ribuan spektra inframerah pada bagian gugus fungsi. Daerah spektrum tersebut disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Daerah Spektrum Inframerah

<b>Gugus</b>	<b>Jenis Senyawa</b>	<b>Daerah Serapan (cm<sup>-1</sup>)</b>
C-H	Alkana	3250-2850, 1470-1350
C = C	Alkena, Aromatik (cincin)	1900-1500
C≡C	Alkuna	2300-2000
C - O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1300-800
C = O	Aldehid, keton, asam karboksilat, ester	1900-1500
O - H	Alkohol, fenol, asam karboksilat	3800-2700

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )
N – H	Amina	3800-2700
C –N	Amina	1300-800
C≡ N	Nitril	2300-2000

Sumber: Supratman (2010)

#### 4. Kulit lemon sebagai sumber penghasil pektin

Sumber penghasil pektin berasal dari buah-buahan seperti jeruk, apel, pisang, jambu biji, tomat, wortel, kubis, bayam, kakao. Persentase pektin dalam buah-buahan dan sayuran berbeda tergantung jenis kematangan buah dan sayur tersebut (Fitriani, 2003). Gregory dalam (Meilina & Sailah, 2010) mengungkapkan bahwa terdapat 35% kandungan pektin dalam kulit lemon.

Jeruk merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai daerah tumbuh antara 40°LU – 40°LS. Negara asal jeruk adalah Asia Tenggara, India, Cina, Australia dan Kaledonia Baru (Sarwono dalam Fitriani, 2003:4). Jeruk sitrun asli atau lemon (*Citrus medica var lemon*) bentuknya bulat telur dan mempunyai puting pada ujungnya. Di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan lemon daripada jeruk sitrun, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 15.



**Gambar 15.** Buah Lemon

Menurut Albrigo dan Carter dalam (Fitriani, 2003:4), bagian-bagian utama buah jeruk jika dilihat dari bagian luar sampai ke dalam adalah kulit (tersusun atas epidermis, flavedo, kelenjar minyak, dan ikatan pembuluh), segmen-segmen (terdiri atas dinding segmen, rongga cairan dan biji) dan *core* (bagian tengah yang terdiri dari ikatan pembuluh dan jaringan parenkim). Adapun karakteristik kulit lemon yang digunakan merupakan lemon besar dengan jenis beyond australia, dengan karakteristik memiliki kulit yang tebal, buah berwarna kuning, dan berbentuk oval.

**Tabel 14.** Komposisi buah lemon

<b>Bahan</b>	<b>Jumlah (gram)</b>
Berat buah (gr)	176
Bagian yang dapat dimakan	66
Air	89
Protein	0,6
Lemak	0,2
Gula -Glukosa	0,8
-Fruktosa	0,4
-Sukrosa	0
-Pati	2,5
Asam organik -Serat Diet	0,32
-Asam Malat	4,51
-Abu	0,2
-Energi (KJ)	95

Sumber: Wills *et al* dalam (Fitriani, 2003)

Pektin yang dihasilkan dari proses isolasi dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada besi. Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang jika ditambahkan ke dalam suatu lingkungan korosif sehingga dapat menurunkan laju korosi dari suatu logam (Dalimunthe, 2004:2). Kemampuan pektin untuk mereduksi logam besi dikarenakan terdapat gugus fungsi karboksilat (-COOH) dan karboksimetil (-COOCH<sub>3</sub>) yang merupakan senyawa aktif untuk mencegah korosi dalam media korosif yang berbeda. Mekanisme kerja inhibitor korosi dapat dibedakan sebagai berikut (Dalimunthe, 2004:2):

- a. 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.
- b. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
- c. 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.
- d. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya.

### C. Hasil penelitian pektin limbah kult lemon

Berdasarkan penelitian yang terdahulu, materi dalam LK ini merupakan pemanfaatan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi sehingga telah dilakukan penelitian mengenai isolasi pektin dari kulit lemon dan penggunaannya sebagai inhibitor korosi besi dengan cara optimasi konsentrasi pektin dan waktu perendaman yang ditambahkan ke dalam media korosi, sehingga diperoleh karakteristik inhibitor korosi yang terbaik (Subarkah, Sundari, & Gusniar, 2017).

#### 1. Hasil penggunaan pektin kulit lemon sebagai inhibitor korosi besi

Pektin yang dihasilkan, kemudian diaplikasikan sebagai inhibitor korosi besi. Penambahan konsentrasi pektin berbeda-beda. Pengujian pektin dalam mengurangi laju korosi dilakukan dengan metode pengurangan massa. Hasil uji dengan pengurangan massa disajikan pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Pengurangan Massa Besi

Konsentrasi Inhibitor	Pengujian ke-	Massa Besi (gram)		
		Wo	Wa	$\Delta W$
Blanko	I	2,0211	2,0179	0,0032
	II	2,0301	2,0270	0,0031
	III	2,0290	2,0245	0,0045
2 g/L	I	1,9977	1,9949	0,0028
	II	1,9966	1,9943	0,0023
	III	1,9995	1,9979	0,0016
4 g/L	I	1,9827	1,9819	0,0008
	II	1,9941	1,9934	0,0007
	III	1,9952	1,9945	0,0007
6 g/L	I	1,9607	1,9598	0,0009

Konsentrasi Inhibitor	Pengujian ke-	Massa Besi (gram)		
		W <sub>o</sub>	W <sub>a</sub>	ΔW
	II	1,9630	1,9622	0,0008
	III	1,9629	1,9621	0,0008

Keterangan:

W<sub>o</sub>= Berat Awal Besi sebelum perendaman dalam media korosi

W<sub>a</sub>= Berat Bersih Besi setelah Perendaman

ΔW= Hilangnya berat Besi (W<sub>o</sub>-W<sub>a</sub>)

Berdasarkan Tabel 15, penambahan inhibitor korosi dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap berat besi yang hilang ketika penimbangan akhir. Semakin banyak konsentrasi inhibitor yang ditambahkan dalam media korosi maka semakin sedikit berat besi yang hilang, namun pada penambahan inhibitor korosi sebanyak 6 g/L berat besi yang hilang sedikit mengalami peningkatan. Pada penelitian ini, untuk melapisi seluruh permukaan logam ternyata membutuhkan konsentrasi inhibitor sebanyak 4 g/L untuk melindungi logam pada kondisi optimum.

Tahap selanjutnya yaitu penentuan waktu perendaman optimum inhibitor pektin pada besi dalam media korosi HCl 1M. Hasil waktu perendaman selama 1, 2 dan 3 jam yang ditunjukkan pada Gambar 16.

Perendaman 1 jam



Perendaman 2 jam

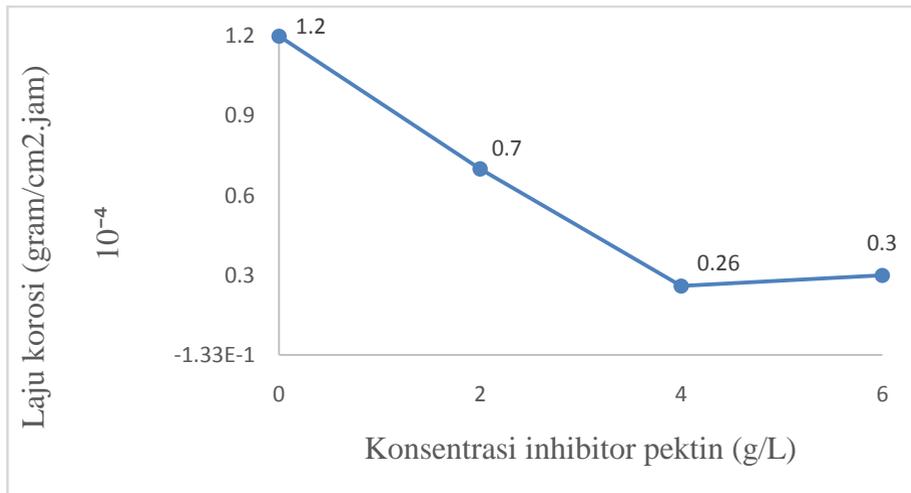


Perendaman 3 jam



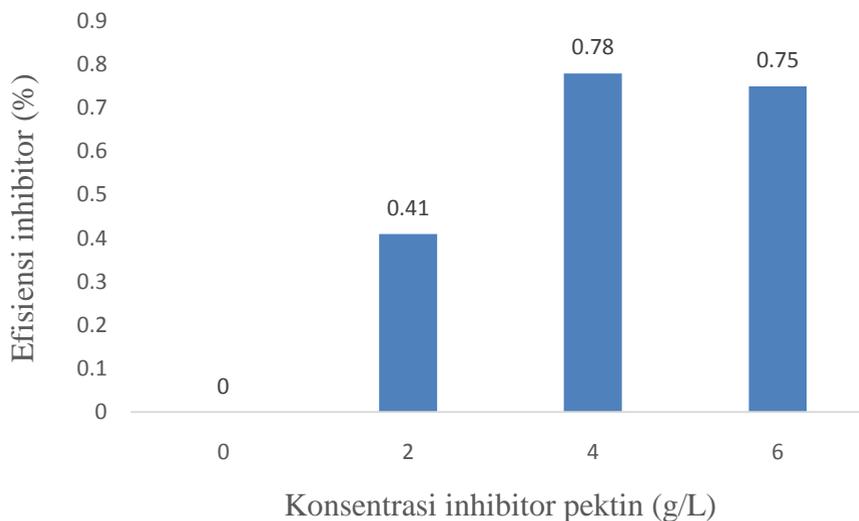
**Gambar 16.** Perendaman Besi dalam Media Korosi HCl 1M

Secara visual, perubahan warna larutan dengan dan tanpa penambahan inhibitor dalam media korosi dengan berbagai waktu perendaman tidak begitu terlihat jelas, dengan kata lain, tidak terdapat perubahan warna larutan. Data laju korosi dalam berbagai konsentrasi disajikan dalam Gambar 17.



**Gambar 17.** Grafik Hubungan Konsentrasi Inhibitor dengan Laju Korosi

Data dalam grafik memperlihatkan bahwa laju korosi menurun dengan penambahan inhibitor pektin ke dalam media korosi, yang dibandingkan dengan larutan blanko (tanpa penambahan inhibitor). Pada konsentrasi 4 g/L terdapat perbedaan yang signifikan bahwa laju korosi semakin menurun. Namun, pada penambahan konsentrasi inhibitor sebesar 6 g/L laju korosi sedikit mengalami kenaikan. Namun kenaikan ini tidak diperhitungkan mengingat hasil  $\Delta w$  pada penambahan konsentrasi 6 g/L tidak jauh berbeda dengan penambahan konsentrasi 4 g/L. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikemukakan bahwa penambahan inhibitor pektin sebesar 4 g/L merupakan konsentrasi yang optimum. Adapun efisiensi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 18.



**Gambar 18.** Grafik Hubungan Efisiensi Inhibitor dengan Konsentrasi Pektin

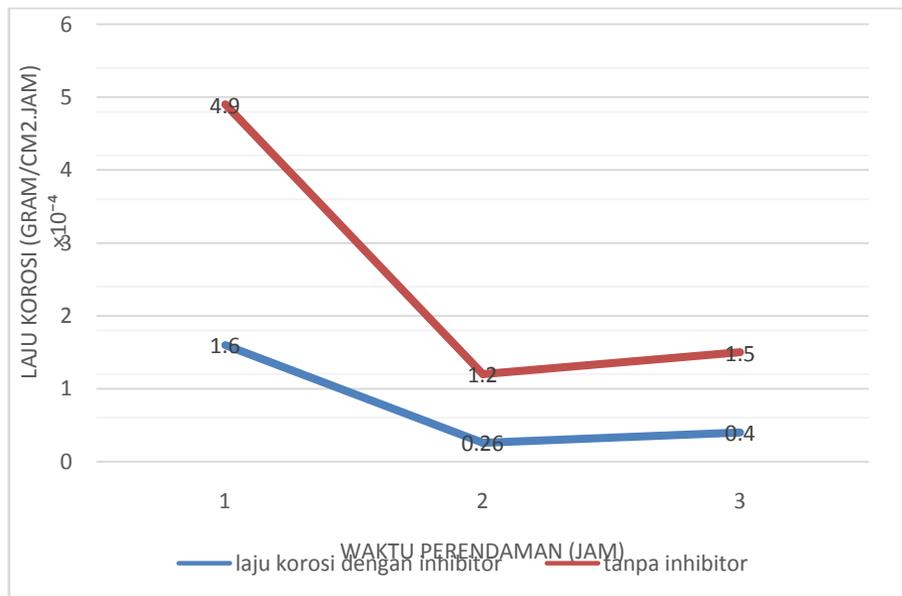
Berdasarkan data pada grafik, efisiensi terbesar inhibitor pektin dalam mengurangi laju korosi pada penambahan konsentrasi 4 g/L yaitu sebesar 78% dan efisiensi terendah pada penambahan inhibitor 2 g/L hanya mencapai 41%. Tahap selanjutnya dalam penelitian ini yaitu penentuan waktu perendaman optimum dalam media korosif HCl 1M dengan menggunakan konsentrasi inhibitor sebesar 4 g/L. Waktu yang divariasikan yaitu 1, 2, dan 3 jam dengan masing-masing tanpa dan dengan penambahan inhibitor. Waktu optimum didapatkan dari hasil laju korosi yang paling kecil. Perendaman besi dengan tiga variasi waktu yaitu 1, 2, dan 3 jam secara visual tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Media korosi tanpa dan dengan penambahan inhibitor tetap mempertahankan warna larutan hingga dua jam perendaman.

Secara visual, pengujian korosi dengan dan tanpa penambahan inhibitor dengan tiga variasi waktu perendaman yang digunakan disajikan pada Gambar 19.



**Gambar 19.** Perendaman besi dalam media korosif tanpa dan dengan penambahan inhibitor

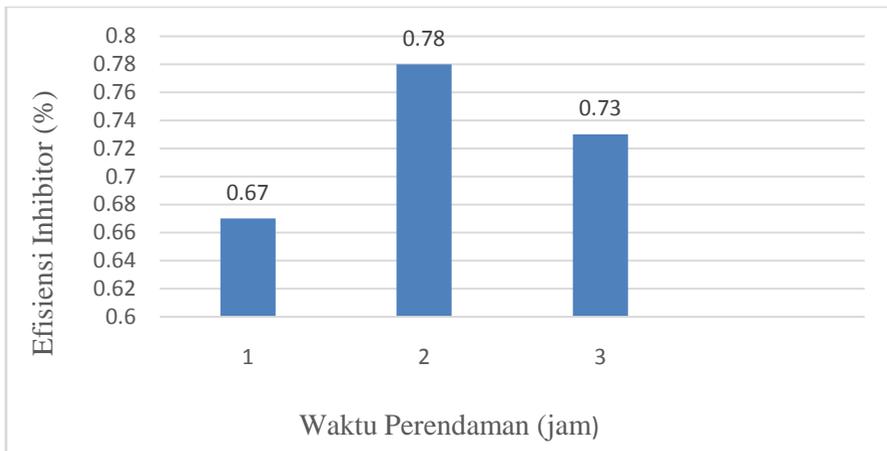
Data laju korosi dengan variasi waktu perendaman untuk Konsentrasi Inhibitor 4 g/L disajikan pada Gambar 20.



**Gambar 20.** Grafik Hubungan Laju Korosi dengan Waktu Perendaman

Berdasarkan Gambar 20, hubungan laju korosi dengan waktu perendaman yaitu laju korosi tergantung pada lamanya waktu perendaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa larutan dengan dan tanpa penambahan inhibitor, pada waktu perendaman dua jam, laju korosi menurun namun kembali naik ketika waktu perendaman tiga jam. Pengurangan massa akan mempengaruhi nilai laju korosi bergitupun dengan efisiensinya. Nilai laju korosi yang menurun, berpengaruh terhadap efisiensi inhibitor korosi.

Efisiensi inhibitor korosi dengan variasi waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 21.



**Gambar 21.** Grafik Hubungan Efisiensi Inhibitor dengan Waktu Perendaman

Berdasarkan data pada Gambar 21, efisiensi inhibitor tertinggi yaitu pada waktu perendaman dua jam sebesar 78%. Maka, waktu perendaman optimum dalam penelitian yaitu dua jam. Tahap berikutnya dari penelitian ini yaitu penentuan konsentrasi optimum inhibitor korosi, dalam hal ini korosi pada besi. Inhibitor korosi yang digunakan adalah pektin yang secara langsung dilarutkan dalam media korosi yaitu HCl 1 M. Konsentrasi pektin yang divariasikan yaitu 2.0

g/L, 4.0g/L dan 6.0 g/L dengan masing-masing dilakukan pengujian sebanyak tiga kali. Konsentrasi optimum dapat diketahui dari laju korosi berdasarkan variasi konsentrasi yang digunakan. Untuk mengukur laju korosi dilakukan dengan metode *weight loss* (kehilangan massa). Metode *weight loss* yaitu melibatkan proses pembersihan logam yang digunakan, penimbangan logam sebelum dimasukkan ke dalam media korosi, pembersihan logam setelah mengalami korosi, dan penimbangan berat akhir logam setelah terkorosi. Logam yang digunakan pada penelitian ini adalah plat besi yang dipotong dengan ukuran  $1,6 \times 4 \times 0,1$  cm, digantung dalam media korosi menggunakan benang kasur selama 2 jam dalam suhu kamar, baik tanpa dan dengan penambahan inhibitor korosi. Perendaman besi dengan penambahan inhibitor, dengan variasi konsentrasi inhibitor dalam media korosi diperoleh hasil bahwa konsentrasi inhibitor berpengaruh terhadap kehilangan berat besi seperti pada Tabel 15.

Berdasarkan Tabel 15, penambahan inhibitor korosi dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap berat besi yang hilang ketika penimbangan akhir. Semakin banyak konsentrasi inhibitor yang ditambahkan dalam media korosi maka semakin sedikit berat besi yang hilang, namun pada penambahan inhibitor korosi sebanyak 6 g/L berat besi yang hilang sedikit mengalami peningkatan. Namun, peningkatan yang tidak signifikan ini dapat dianggap tidak terjadi karena nilainya berada pada angka taksiran alat (ketelitian alat = 0,0001 gram). Pengurangan berat besi dikarenakan besi teroksidasi menjadi ion besi (II) seperti persamaan berikut:



Media korosi yang digunakan pada penelitian ini adalah HCl. HCl merupakan zat yang bersifat elektrolit kuat yang dapat mengkorosi besi karena ion klorida dapat bereaksi dengan logam besi membentuk senyawa besi (II) klorida. Media asam akan mempercepat laju korosi besi, hal ini terjadi karena pengaruh pH lingkungan yang merupakan derajat keasaman dari lingkungan yang mengindikasikan konsentrasi  $H^+$  dalam lingkungan tersebut. Pada kondisi asam, banyaknya ion  $H^+$  memicu terjadinya reaksi reduksi lainnya yang juga berlangsung, yakni pembentukan hidrogen menurut persamaan reaksi :  $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$  (Ichwani, 2014).

Sebagai perbandingan, penelitian sebelumnya oleh (Fiori, Alvarez, Vaca, & Gervasi, 2014) dengan pektin hasil isolasi kulit jeruk manis sebagai inhibitor korosi pada baja ringan menghasilkan konsentrasi optimum 2 g/L. Baja ringan memiliki kandungan besi yang lebih sedikit dibandingkan dengan besi dalam keadaan murni. Hal ini dikarenakan terdapat kandungan lain dalam baja ringan seperti fosfor, silikon, aluminium, mangan, dan karbon. Pada penggunaan baja ringan, inhibitor yang digunakan untuk melapisi logam akan dibutuhkan lebih sedikit sampai kondisi optimum dicapai, sedangkan penggunaan besi murni membutuhkan inhibitor yang lebih banyak untuk melapisi logam sampai kondisi optimum. Pada penelitian ini, untuk melapisi seluruh permukaan logam ternyata membutuhkan konsentrasi inhibitor sebanyak 4 g/L untuk melindungi logam pada kondisi optimum. Inhibitor pektin akan bereaksi dengan logam Fe, artinya semakin banyak kandungan besi, maka semakin besar jumlah inhibitor korosi yang dibutuhkan.

Berdasarkan data pengurangan massa besi pada penelitian ini, menunjukkan bahwa media korosi yang menggunakan inhibitor dapat menurunkan laju korosi dibandingkan dengan media korosi tanpa penambahan inhibitor korosi. Hal ini disebabkan karena terjadinya adsorpsi inhibitor pada permukaan besi sehingga dapat menghalangi interaksi antara besi dengan media korosi, dalam hal ini adalah HCl (Harmami & Mardhani, 2014).

Tahap selanjutnya yaitu penentuan waktu perendaman optimum inhibitor pektin pada besi dalam media korosi HCl 1M. Waktu perendaman selama 1, 2, dan 3 jam, yang ditunjukkan pada Gambar 19. Secara visual, perubahan warna larutan dengan dan tanpa penambahan inhibitor dalam media korosi dengan berbagai waktu perendaman tidak begitu terlihat jelas, dengan kata lain, tidak terdapat perubahan warna larutan.

Data laju korosi dalam berbagai konsentrasi disajikan dalam Gambar 17, memperlihatkan bahwa laju korosi menurun dengan penambahan inhibitor pektin ke dalam media korosi, yang dibandingkan dengan larutan blanko (tanpa penambahan inhibitor). Hal ini menunjukkan bahwa pektin berperan sebagai inhibitor yang melemahkan serangan dari media korosi. Data dalam grafik juga memperlihatkan bahwa, laju korosi besi bergantung pada konsentrasi pektin yang ditambahkan. Pada penambahan konsentrasi inhibitor sebesar 2 g/L, laju korosi mulai menurun. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 2 g/L ini inhibitor pektin sudah dapat mengurangi laju korosi pada besi. Kemampuan inhibitor pektin dalam mengurangi laju korosi dikarenakan terdapat gugus karboksil yang memiliki spesi oksigen bermuatan negatif dalam setiap unit makromolekul pektin.

Muatan negatif tersebut mengadsorpsi logam dengan cara melakukan gerakan elektrostatik dengan muatan positif dari ion logam yang terdapat pada permukaan besi. Selain itu, gugus elektropositif dari besi dapat menyesuaikan untuk bertindak sebagai asam Lewis, dan karena itu dapat terbentuk ikatan koordinasi dengan oksigen dari makromolekul pektin, yang berperan sebagai basa Lewis. Hal ini sesuai dengan pendapat Haryono, Sugiarto, Farid, & Tanoto (2010) yang mengemukakan bahwa inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik yang mengandung atom N, O, P, S yang memiliki pasangan elektron bebas.

Pada konsentrasi 4 g/L terdapat perbedaan yang signifikan bahwa laju korosi semakin menurun. Namun, pada penambahan konsentrasi inhibitor sebesar 6 g/L laju korosi sedikit mengalami kenaikan. Namun kenaikan ini tidak diperhitungkan mengingat hasil  $\Delta w$  pada penambahan konsentrasi 6 g/L tidak jauh berbeda dengan penambahan konsentrasi 4 g/L. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikemukakan bahwa penambahan inhibitor pektin sebesar 4 g/L merupakan konsentrasi yang optimum.

Adapun efisiensi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 21, berdasarkan data pada gambar tersebut, efisiensi terbesar inhibitor pektin dalam mengurangi laju korosi pada penambahan konsentrasi 4 g/L yaitu sebesar 78% dan efisiensi terendah pada penambahan inhibitor 2 g/L hanya mencapai 41%. Tahap selanjutnya dalam penelitian ini yaitu penentuan waktu perendaman optimum dalam media korosif HCl 1M dengan menggunakan konsentrasi inhibitor sebesar 4 g/L. Waktu yang divariasikan yaitu 1, 2, dan 3 jam dengan masing-masing tanpa dan dengan penambahan inhibitor. Waktu

optimum didapatkan dari hasil laju korosi yang paling kecil. Perendaman besi dengan tiga variasi waktu yaitu 1, 2, dan 3 jam secara visual tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Media korosi tanpa dan dengan penambahan inhibitor tetap mempertahankan warna larutan hingga dua jam perendaman. Hal ini dimungkinkan disebabkan karena lapisan yang terbentuk antara inhibitor korosi dengan besi masih mampu menghalangi reaksi yang terjadi dan juga karena waktu perendaman yang digunakan terlalu singkat sehingga lapisan yang terbentuk antara inhibitor korosi dengan besi mampu dengan kuat menghalangi reaksi yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, A. G. (2003). *Rahasia Sukses Membangkitkan ESQ Power: sebuah Inner Journey Melalui Insan*. Jakarta: ARGA.
- Ahmadi, A., & Uhbiyati, N. (2001). *Ilmu Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Anam, C., Firdausi, K., & Sirojudin. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji Bensin dan Spirtus Menggunakan Metode Spktroskopi FTIR. *Berkala Fisika* , 10 (1), 79-85.
- Arifin, B. (2010). *Rangkaian Cerita Dalam Al-Quran*. Bandung: PT Al-Maarif.
- Arifin, Z. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (1999). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Badudu. (1994). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Chang, R. (2005). *Chang, R. (2005). Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti, Jilid 1 (Ed. Ketiga)* (Ketiga ed., Vol. 1). Jakarta: Erlangga.
- Dalimunthe, I. (2004). (2004). *Kimia dari Inhibitor Korosi*. Universitas Sumatera Utara, Program Studi Teknik Kimia . Sumatera Utara: e-USU Repository.
- Daryanto. (1999). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Djarmika, E., & Budiarto. (2009). . (2009). Analisis Laju Korosi Dengan Metode Polarisation Dan Potensiodinamik Bahan Baja Ss 3041. *Seminar Nasional ke-15 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir* (p. 184). Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Tekni.
- Erna, M., Herdini, Abdullah, & Mulyani, A. (2014). Efisiensi dan Karakterisasi Komposit Karboksimetil Kitosan dan Fraksi Amilosa sebagai Inhibitor Korosi pada Permukaan Baja Lunak dalam Media HCl 1 M. *Chem Prog.* , 7 (1), 15-19.
- Fiori, M., Alvarez, P., Vaca, H., & Gervasi, C. (2014). Corrosion Inhibition Of Mild Steel in HCl Solution by Pectin. . *Corrosion Science* .

- Fitriani, V. (2003). *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Dari Kulit Jeruk Lemon (Citrus medica var Lemon)*. Bogor: IPB.
- Gunaatmaja, A. (2011). *Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu Sebagai Inhibitor Organik Di Lingkungan NaCl 3,5%*. UI. Depok: Tidak diterbitkan.
- Hakim, L. (2012). Internalisasi Nilai-Nilai Agama Islam dalam Pembentukan Sikap dan Perilaku Mahasiswa Sekolah Dasar Islam Terpadu Al-Muttaqin Kota Tasikmalaya. *Jurnal Pendidikan Agama Islam-Tsa'lim* , 1 (10), 67-77.
- Harjanto. (2005). *Perencanaan Pembelajaran*. Jakarta: Rienka Cipta.
- Harmami, & Mardhani, I. (2014). Laju Korosi Baja SS 304 dalam Media HCl dengan Inhibitor Kinina. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Surakarta: Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS.
- Haryati, M. (2009). *Model & Teknik Penilaian pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada.
- Haryono, S., Sugiarto, B., Farid, H., & Tanoto, Y. (2010). Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan. Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran". [Online]. Tersedia: <http://respository.Library.uk>. *Seminar Nasional Teknik Kimia* (p. 2). Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran".
- Hermawan, S., Nasution, Y., & Hasibuan, R. (2012). Penentuan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Teknik Kimia USU* , 1 (2), 31-33.
- Ichwani, M. (2014). *Pengaruh Kekerasan Permukaan Terhadap Laju Korosi Baja Api 5L Dalam Larutan Asam, Basa, dan Garam*. Universitas Brawijaya. Malang: Tidak diterbitkan.
- IPPA, (. P. (2002). *What is Pectin*. Retrieved September 25, 2017, from [http://www.ippa.info/history\\_of\\_pektin.htm](http://www.ippa.info/history_of_pektin.htm).
- Jamarah, S. B., & Zain, A. (2002). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kemenristekdikti. (2015). Permenristekdikti nomor 44 tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Jakarta.

- Kusaeri, & Suprananto. (2012). *Pengukuran dan Penilaian Pendidikan*. Yogyakarta: Graha Ilmu .
- Lubis, M. (2008). *Evaluasi Pendidikan Nilai*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar Offset.
- Majid, A. (2008). *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Masidjo, I. (1995). *Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa Di Sekolah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Meilina, H., & Sailah, I. (2010). Produksi Pektin Dari Kulit Jeruk Lemon (*Citrus Medica*). *Simposium Nasional Polimer V* (p. 118). Bogor: IPB.
- Miarso, Y. H. (2007). *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Muchthadi, D. (2011). *Karbohidrat pangan dan kesehatan*. Bandung: Alfabeta.
- Muhadjir, N. (2003). *Ilmu Pendidikan & Perubahan Sosial. Teori Pendidikan Perilaku Sosial Kreatif*. Yogyakarta: Rake Sarasin.
- Muhaimin.a. (2006). *Nuansa Baru Pendidik Islam*. Jakarta: PT Graha Grafindo Persada.
- Muhaimin.b. (2001). *Paradigma Pendidikan Islam*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Nugroho, A. (2008). Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya Menuju Pembangunan Karakter. *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi* (p. 304). Surakarta: UNS.
- Poerwadarminta. (1976). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Rusijono, & Yulianto, B. (2008). *Asesmen Pembelajaran*. Surabaya: , (Kerjasama Dinas Pendidikan).
- Sagala, S. (2011). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sahlan.a, A. (2009). *Mewujudkan Budaya Religius di Sekolah*. Malang: UIN-MalikiPress.

- Sahlan,b, A. (2010). *Mewujudkan Budaya Religius di Sekolah: Upaya Mengembangkan PAI dari Teori ke Aksi*. Malang: UIN Maliki Press.
- Sardiman, A. (1990). *Interaksi Dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: . Jakarta: Rajawali Pres.
- Sari, D., Handani, S., & Yetri, Y. (2013). Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia Sinensis*). *Poli Rekayasa* , 8 (2), 76-85.
- Shochib, M. (1998). *Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Subarkah, C. Z., & Chusni, M. M. (2017). *Pengembangan Assessment Berbasis Nilai-Nilai Keislaman pada Eksperimen Pektin sebagai Inhibitor Korosi*. Bandung: Tidak dipublikasikan.
- Subarkah, C. Z., Rahmawati, R., & Dalli, A. (2016). Internalizing Islamic Values in Electrochemistry Learning. *Jurnal Pendidikan Islam* , 270-286.
- Subarkah, C. Z., Sundari, C. D., & Gusniar, O. W. (2017). Inquiry-Based Worksheet On The Utilization Of Pectin From Lemon Peel Waste As Corrosion Inhibitors To Support Student Understanding In Electrochemistry Concept. *Asia International Multidisciplinary Conference*. Malaysia: Advanced Sience Letter.
- Sudjana, N. (2010). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosdakarya.
- Sugiyono. (2013). *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardi. (2010). *Evaluasi Pendiidkan: Pinsip & Operasionalnya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sukardi, M. (2008). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sumiati, & Asra, M. (2009). *Metode Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Sumiyati, & Asra. (2009). *Metode Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.

- Sunarto, A., & Hartono, A. (2006). *Agung Sunarto dan Agung Hartono Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.
- Supratman, U. (2010). *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*. Bandung: Widya Padjajaran.
- Suryosubroto, B. (1990). *Beberapa Aspek-Aspek Dasar Kepemimpinan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Susilana, R., & Riyana, C. (2008). *Media Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana.
- Tuhuloula, A., Budiarti, L., & Fitriana, E. (2013). Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. *Konversi* .
- Wijaya, C. (1991). *Kemampuan Dasar Guru dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Winarno, F. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zubaedi. (2011). *Desain Pendidikan Karakter dan aplikasinya dalam lembaga pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

## INDEKS

---

### **A**

angket · 5, 50, 51, 52, 54, 56,  
58, 68  
aspek sikap · 43

---

### **E**

evaluasi pembelajaran · 10, 14,  
15

---

### **F**

fungsi LK · 20

---

### **G**

guru · 103

---

### **H**

hasil penelitian LK · 25

---

### **I**

inhibitor korosi · 25, 75, 87,  
88, 89, 93, 94

---

### **K**

korosi · 25, 26, 27, 28, 31, 36,  
38, 39, 40, 41, 55, 58, 67,  
68, 69, 70, 74, 75, 76, 77,  
78, 79, 80, 87, 88, 89, 90,  
91, 92, 93, 94

---

### **L**

langkah penilaian sikap · 4, 54  
lemon · 4, 25, 36, 38, 39, 40,  
41, 69, 84, 85, 86, 88

---

### **M**

materi pembelajaran · 12, 13  
media pembelajaran · 11, 14  
menulis LK · 19  
metode pembelajaran · 13

---

### **N**

nilai-nilai keislaman · 4, 5, 6,  
55, 56, 58, 59, 60, 67, 68,  
71, 72, 73

---

**O**

observasi · 46, 47, 48, 50, 52,  
54

---

**P**

pektin · 4, 5, 25, 26, 27, 28, 36,  
38, 39, 40, 41, 55, 68, 70,  
80, 81, 82, 83, 84, 85, 87,  
88, 89, 90, 91, 93, 96

pembelajaran · 3, 8, 9, 10, 11,  
12, 13, 14, 15, 16, 17, 19,  
21, 25, 32, 42, 43, 44, 46,  
63, 67, 72, 103

pendidik · 2, 8, 9, 10, 15, 20,  
42, 62

pengertian penilaian · 42

penyusunan LK · 3, 18, 21

peserta didik · 8, 9, 10, 11, 12,  
13, 14, 15, 16, 17, 20, 21,  
42, 43, 44, 46, 54, 55, 63

---

**S**

skala sikap · 53, 54

syarat LK · 21

---

**T**

teknik penilaian sikap · 4, 46

tujuan pembelajaran · 11, 14

---

**W**

wawancara · 48, 49, 50

---

**Z**

Zulkarnain · 4, 5, 63, 65, 66,  
67, 70, 79, 80

## TENTANG PENULIS

**Cucu Zenab Subarkah**, adalah dosen (Lektor Kepala) Pendidikan Kimia pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Mata kuliah yang diampu antara lain Kimia Dasar I, Kimia Dasar II, Kimia Analitik I dan Kimia Analitik II. Gelar sarjana pendidikan (Dra.) diperoleh dari IKIP Bandung pada tahun 1985 dan gelar magister pendidikan (M.Pd.) diperoleh dari kampus yang sama pada tahun 1995. Buku yang pernah ditulis sebagai bahan ajar perkuliahan adalah Kimia Dasar II.



**Muhammad Minan Chusni**, adalah dosen (Asisten Ahli) pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Sejak 1 maret 2015 hingga sekarang mengajar di program studi pendidikan fisika pada mata kuliah belajar dan pembelajaran fisika, pengembangan kepribadian guru, pengenalan alat ukur dan kalkulus. Gelar sarjana pendidikan sains (S.Pd.Si.) di peroleh dari program studi pendidikan fisika Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2009. Kemudian menyelesaikan gelar magister pendidikan sains (M.Pd.Si.) dari program studi magister pendidikan fisika Universitas Ahmad Dahlan tahun 2012. Buku yang pernah ditulis dengan judul APPY PIE untuk EDUKASI: Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Android.

