



Pemanfaatan Flavonoid dari Hasil Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi Pada Pembelajaran Korosi

Wildawani Siregar, Universitas Islam Sumatera Utara, Indonesia
Uswatun Hasanah S, Universitas Islam Sumatera Utara, Indonesia

ABSTRACT

The corrosion sub-material that is taught is more emphasized on the process of corrosion formation and the factors that cause corrosion. Learning activities on the corrosion sub-material will be more meaningful if students play a direct role during the learning activities. One of the prevention that can be done is the use of inhibitors. Corrosion inhibitors are divided into two, namely inorganic inhibitors and organic inhibitors. The inhibitors that can be used are Flavonoids. Flavonoids are found in many parts of the plant, namely cocor duck leaves, lute leaves, mangosteen rind and caramunting leaves. The research that has been done is by extracting parts of these plants so that the flavonoids contained in them can come out and can function as corrosion inhibitors. Of the four, it turns out that the most effective in inhibiting corrosion is caramunting leaves, which is equal to 91.74%.

ARTICLE HISTORY

Submitted 08/08/2023
Revised 10/08/2023
Accepted 11/08/2023

KEYWORDS

Organic Inhibitors; Flavonoids; Karamunting Leaves.

CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ wildawanisiregar@kip.uisu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.7675>

1. PENDAHULUAN

Ilmu kimia berkaitan erat dengan kehidupan manusia, karena kimia mempelajari hampir seluruh aspek seperti obat-obatan, minuman, makanan, dan sebagainya (Sujana dkk, 2014). Pembelajaran kimia difokuskan pada tahap peserta didik membangun pengetahuan yang dimiliki. Materi yang diajarkan tidak cukup jika hanya berasal dari pendidik, peserta didik dibimbing untuk membangun pemahaman sendiri tentang konsep yang dipelajari (Marks dan Eilks, 2009). Pendidik membimbing peserta didik untuk menemukan dan menerapkan ide secara mandiri, sehingga pendidik harus memberikan kesempatan lebih kepada peserta didik.

Peserta didik seharusnya tidak hanya menghafal mengenai materi kimia tetapi juga harus memahami dan menerapkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu materi dalam mata pelajaran kimia yang berkaitan dan sering dijumpai dalam kehidupan di sekitar peserta didik adalah materi Elektrokimia terutama sub bab korosi. Topik mengenai konsep korosi dalam pelajaran kimia di kelas XII SMA adalah salah satu materi yang mencakup pembelajaran menganalisis dan membutuhkan pemahaman konsep yang benar.

Sub materi korosi dapat dipelajari dengan menganalisis kejadian-kejadian yang ada di dalam kehidupan sehari-hari. Sub materi korosi yang diajarkan lebih ditekankan pada proses terbentuknya korosi dan faktor-faktor yang menyebabkan korosi. Materi mengenai pencegahan korosi hanya dibahas tentang cara-cara yang dapat digunakan untuk mencegah terbentuknya korosi. Kegiatan pembelajaran pada sub materi korosi akan lebih bermakna jika peserta didik berperan langsung selama kegiatan pembelajaran berlangsung, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih kepada peserta didik.

Korosi dapat dicegah dengan beberapa cara seperti pelapisan permukaan logam, perlindungan katodik, serta penambahan zat inhibitor korosi. Metode yang sangat mudah, murah serta sederhana prosesnya untuk memperlambat proses terbentuknya korosi yaitu dengan menggunakan inhibitor korosi (Mulyati, 2019). Inhibitor adalah senyawa kimia yang apabila ditambahkan kedalam lingkungan dalam jumlah sedikit dapat menghambat laju korosi. Selama ini inhibitor korosi yang digunakan masih menggunakan senyawa beracun (kromat dan arsenik) yang dapat mencemari atau memberi dampak negatif bagi lingkungan (Mulyaningsih, Mujiarto, & Gyani 2019). Hal tersebut dapat memicu timbulnya chemophobia pada masyarakat yang beranggapan bahwa kimia sebagai bahan yang beracun dan dapat menyebabkan munculnya masalah pencemaran lingkungan. Para ahli kimia saat ini terus berusaha menemukan bahan dasar yang relatif aman digunakan dan dapat mengubah reaksi-reaksi kimia dalam industri menjadi lebih sehat dan ramah lingkungan.

Inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan (tinggal



tetes), dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas memberikan perlindungan yang luas. Inhibitor korosi terbagi menjadi dua, yaitu inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Mineral penyusun inhibitor anorganik meliputi senyawa arsenat, kromat, silikat, dan fosfat yang berbahaya bagi lingkungan sehingga saat ini orang-orang maupun industri lebih menyukai penggunaan bahan organik sebagai inhibitor korosi yang bersifat biodegradable dan ramah lingkungan.

Mekanisme inhibitor dalam menghambat laju korosi adalah dengan teradsorpsi kimia pada permukaan logam melalui ikatan logam-heteroatom, sejumlah inhibitor akan membentuk suatu lapisan yang sangat tipis dengan ketebalan beberapa molekul saja kemudian merekat pada permukaan logam sehingga mengurangi kontak logam dengan lingkungannya (Nugroho, 2015).

Penelitian mengenai inhibitor korosi alami telah di buat oleh peneliti terdahulu seperti yang dilakukan oleh:

1. Tri Reksa Saputra, dkk. 2019. Ekstraksi Daun Cocor Bebek Menggunakan berbagai Pelarut Organik sebagai Inhibitor Korosi pada Lingkungan Asam Klorida.
2. Sari Wahyuni, dkk. 2022. Ekstrak Daun Kecapi Sebagai Inhibitor korosi Baja dalam medium Asam Klorida.
3. Tety Sudiarti, dkk. 2018. Potensi ekstrak kulit buah manggis sebagai inhibitor korosi baja karbon dalam larutan NaCl 1% jenuh Karbon dioksida.
4. Ari susandy sanjaya, dkk. 2018. Penurunan laju korosi logam aluminium digunakan inhibitor alami.

Berdasarkan hasil peneliti terdahulu tersebut, penulis akan membuat suatu tulisan pemanfaatan Flavonoid dari hasil ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan literature review. Dalam melakukan pengumpulan data penulis mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi melalui data-data pendukung yang bersumber dari jurnal penelitian baik nasional maupun internasional, buku-buku penunjang, surat kabar, dan majalah. Literature review seperti yang dijelaskan Cooper dalam Creswell (2010) memiliki beberapa tujuan yaitu menginformasikan kepada pembaca hasil-hasil penelitian lain yang berkaitan erat dengan penelitian yang dilakukan saat itu, menghubungkan penelitian dengan literatur-literatur yang ada, dan mengisi celah dalam penelitian-penelitian sebelumnya, literature review berisi ulasan, rangkuman, dan pemikiran penulis tentang beberapa sumber pustaka (artikel, buku, slide, informasi dari internet, data gambar dan grafik dan lain lain) tentang topik yang dibahas. Studi literatur ini mempunyai tujuan untuk mengetahui pemanfaatan setiap hasil ekstrak bahan alam terhadap inhibitor korosi yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Inhibitor organik, biasanya dirancang sebagai pembentuk lapisan/film, melindungi logam dengan membentuk suatu lapisan/film hidrofobik pada permukaan logam. Keefektifannya bergantung pada susunan kimia, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Karena pembentukan lapisan/film adalah suatu proses adsorpsi, suhu dan tekanan merupakan faktor yang penting. Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam. Inhibitor kationik, seperti amina-amina, atau inhibitor anionik, seperti sulfonat-sulfonat, akan diadsorpsi lebih dahulu bergantung pada apakah logam bermuatan negatif atau positif. Kekuatan ikatan adsorpsi adalah faktor yang dominan untuk inhibitor organik yang larut dalam air.

Inhibitor organik membentuk suatu lapisan/film protektif molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan logam, yang menjadi suatu penghalang pada pelarutan logam di dalam larutan elektrolit. Karena permukaan logam yang tertutupi sebanding dengan konsentrasi inhibitor, konsentrasi inhibitor di dalam larutan/medium adalah kritis. Sebagai contoh, konsentrasi natrium benzoat 0,05% atau natrium sinamat 0,2% adalah efektif dalam air pada pH 7,5 dan yang mengandung 17 ppm NaCl atau 0,5% berat etil oktanol. Korosi karena etilen glikol pada sistem air pendingin dapat dikendalikan dengan menggunakan etanolamin sebagai inhibitor.

Kebanyakan inhibitor yang efisien yang digunakan dalam industri adalah senyawa-senyawa organik yang mengandung heteroatom seperti O, N, S dan ikatan rangkap di dalam molekul-molekulnya yang memfasilitasi adsorpsi pada permukaan logam. Efisiensi inhibisi senyawa-senyawa organik adalah berkaitan dengan sifat-sifat adsorpsinya. Telah diketahui bahwa adsorpsi terutama bergantung pada adanya elektron-

elektron dan heteroatom, yang menyebabkan adsorpsi molekul-molekul inhibitor pada permukaan logam lebih besar. Senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (N) dan belerang (S) adalah penting karena senyawa-senyawa ini sering memberikan inhibisi yang sangat baik dibandingkan dengan senyawa-senyawa yang hanya mengandung nitrogen atau belerang saja.

Salah satu inhibitor organik yang dapat ditemukan dari hasil bahan alam adalah senyawa flavonoid. Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang sesuai dengan struktur kimianya terdiri dari flavonol, flavon, flavanon, isoflavon, katekin, antosianidin dan kalkon. Flavonoid bermanfaat sebagai anti viral, anti alergi, anti platelet, anti inflamasi, anti tumordan anti oksidan sebagai sistem pertahanan tubuh. Flavonoid diketahui telah disintesis oleh tanaman dalam responnya terhadap infeksi mikroba sehingga efektif secara in vitro terhadap sejumlah mikroorganisme. Aktivitasnya mungkin disebabkan kemampuannya untuk membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler, dan dengan dinding sel kuman.

Flavonoid yang bersifat lipofilik mungkin juga akan merusak membran mikroba. Hal ini dikarenakan senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak daun binahong memiliki peranan penting dalam menghambat laju korosi pada besi, dimana berdasarkan struktur molekulnya, senyawa ini memiliki pasangan elektron bebas dan ikatan rangkap sebagai medium bagi inhibitor untuk berinteraksi dengan logam besi.

Ekstrak Cocor Bebek Sebagai Inhibitor Korosi

Tanaman cocor bebek termasuk tanaman herbal dan kebanyakan tanaman herbal dapat berumur panjang, tanaman cocor bebek ini merupakan jenis tanaman sekulen yang mampu hidup di daerah kering, berasal dari Madagaskar yang tersebar didaerah tropis. Dalam penyebarannya tanaman cocor bebek ini banyak terdapat di daerah beriklim tropik seperti Asia, Australia, Selandia Baru, India Barat, Makaronesia, Maskarenes, Galapagos, Melanesia, Polinesia, dan Hawaii.

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Saxifragales
Famili	: Crassulaceae
Genus	: Kalanchoe
Spesies	: Kalanchoe pinnata L.



Gambar 1. Daun Cocor Bebek

Pada tahun 2019, Tri Reksa telah melakukan penelitian pada Ekstrak daun cocor bebek. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak daun cocor bebek mengandung antioksidan yaitu flavanoid yang terkondensasi akibat reaksinya dengan ion logam Fe^{3+} membentuk senyawa kompleks dengan ikatan kimia kovalen koordinasi. Senyawa Flavonoid mempunyai komposisi atom oksigen dan nitrogen yang masih memiliki sepasang elektron bebas. Dengan adanya sepasang elektron bebas ini pada atom oksigen atau nitrogen mempunyai kecenderungan akan tertarik ke permukaan logam membentuk ikatan kovalen koordinasi yang akhirnya mampu melapisi permukaan logam dengan proses adsorpsi. Jika berdasarkan efisiensi inhibisi ekstrak juga ditunjukkan bahwa ekstrak yang dihasilkan menggunakan pelarut aseton mempunyai efisiensi lebih tinggi dibandingkan menggunakan pelarut lain seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi Inhibisi Ekstrak

Konsentrasi ekstrak (ppm)	Etl Asetat	Aseton	Metanol	as. Asetat
0	0	0	0	0
50	5,14	13,66	7,99	12,44
100	18,46	19,71	12,79	17,39
200	21,5	22,18	19,9	21,31
400	24,28	25,91	24,7	22,03
800	26,83	27,55	26,45	23,44
1500	30,21	34,47	28,77	18,81

Sifat inhibisi ekstrak cocor bebek menggunakan ke empat pelarut ditunjukkan bahwasifat inhibisi ekstrak yang dihasilkan menggunakan pelarut aseton menghasilkan sifat inhibisi yang lebih baik dibandingkan ekstrak dari menggunakan pelarut lainnya (etil asetat, metanol, dan asam asetat 5%) meskipun masih menunjukkan efisiensi inhibisi masih dibawah 50%, tetapi peningkatan konsentrasi ekstrak yang ditambahkan ke dalam media larutan HCl menunjukkan peningkatan efisiensi inhibisinya.

Ekstrak Daun Kecapi sebagai Inhibitor Korosi

Daun kecap (*Sandoricum koetjape*, (Burm.f.) Merr) merupakan tanaman obat dari famili Meliaceae yang termasuk dalam tumbuhan asli kawasan Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia, Kamboja dan Laos Selatan (Efendi et al., 2012). Di Indonesia kecap memiliki nama-nama berbeda-beda, misalnya pono, setul (Aceh), hasapi, sotul (Batak), kasapi, santu (Makassar), sentul (Jawa) dan kapunduang (Sumatera Barat). Daun kecap mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, fenolik dan triterpenoid (Susanti et al., 2016).



Gambar 2. Daun Kecapi

Kandungan metabolit sekunder pada daun kecap berpotensi sebagai inhibitor korosi. Namun, belum ada peneliti melakukan penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak daun kecap sebagai inhibitor. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian ekstrak daun kecap dalam medium asam klorida 1 N sebagai inhibitor korosi baja yang ramah lingkungan dan terjangkau mengendalikan berbagai permasalahan korosi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kecap sebagai inhibitor korosi baja karena memiliki kandungan metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, fenolik dan triterpenoid. Nilai laju korosi berbanding terbalik dengan konsentrasi ekstrak dan berbanding lurus dengan suhu. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi diperoleh pada konsentrasi ekstrak 6 g/L yaitu 86,61% tanpa penambahan iodida pada suhu 60°C. Inhibitor ekstrak daun kecap mengikuti pola adsorpsi isotherm Langmuir. Analisis FTIR menunjukkan adanya interaksi antara ekstrak daun kecap dengan permukaan baja. Karakterisasi menggunakan SEM membuktikan bahwa ekstrak daun kecap tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak dilihat dari perbedaan morfologi permukaan baja sebelum dan setelah dilakukan penambahan ekstrak daun kecap.

Ekstrak Kulit buah Manggis sebagai Inhibitor Korosi

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan anggota famili Clusiaceae dan genus *Garcinia*. *Garcinia* adalah genus besar yang terdiri dari sekitar 400 spesies yang berasal dari India Timur, Semenanjung Melayu, dan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Selain itu, berdasarkan studi morfologi dan sitologi, diperkirakan bahwa manggis berasal dari Asia Tenggara. Selain itu, peneliti berpendapat bahwa manggis adalah penghasil buah Indonesia. Manggis adalah tanaman obat penting dengan beberapa kegunaan dalam sistem pengobatan tradisional. Hal ini telah digunakan untuk menyembuhkan banyak masalah kesehatan di berbagai belahan dunia. Berbagai bagian manggis, yang sebagian besar adalah kulit buah, kulit kayu, dan akarnya telah digunakan selama ratusan tahun di Asia Tenggara sebagai obat dalam berbagai macam kondisi medis. Lebih lanjut, manggis mengandung senyawa bioaktif seperti xanton, terpen, antosianin, tanin, fenol, dan beberapa vitamin. Nilai gizi manggis per 100 g meliputi 80,9 g air, 0,5 g protein, 18,4 g karbohidrat, 1,7 g serat, 9 mg kalsium, 14 mg fosfor, 0,5 mg besi, 2 mg vitamin C, 0,09 mg vitamin B1 (thiamin), 0,06 mg vitamin B2 (riboflavin), dan 0,1 mg vitamin B5 (niacin).



Gambar 3. Kulit Buah Manggis

Sebagai inhibitor organik dipilih inhibitor yang berasal dari limbah bahan alam yaitu kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang dalam bentuk ekstraknya mengandung senyawa golongan flavonoid, alkaloid, dan tanin. Senyawa-senyawa ekstrak kulit buah manggis seperti uji tanin menggunakan larutan FeCl_3 1%, uji alkaloid menggunakan larutan Dragendorff dan uji flavanoid dengan menggunakan serbuk Mg, larutan OH^- : HCl (1:1) dan amil alkohol. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa pada ekstrak kulit buah manggis terdapat metabolit sekunder berupa alkaloid, tanin dan flavonoid yang berpotensi menjadi inhibitor korosi. Peningkatan konsentrasi ekstrak kulit buah manggis dapat meningkatkan efisiensi inhibisi. Konsentrasi optimum yang diperoleh yakni 40 ppm dengan efisiensi sebesar 60,37%. Adanya peningkatan suhu menurunkan efisiensi inhibisi, sehingga inhibitor optimal menghambat laju korosi pada suhu 25°C .

Ekstrak Daun Karamunting Sebagai Inhibitor Korosi

Tanaman karamunting merupakan tumbuhan liar yang jarang dimanfaatkan. Berdasarkan pemeriksaan morfologi tumbuhan yang dilakukan oleh Sutomo dkk (2010), tumbuhan karamunting atau dalam bahasa latin disebut *Rhodomyrtus tomentosa* merupakan tumbuhan perdu berkayu dengan tinggi dapat mencapai 4 meter menyerupai semak. Karamunting memiliki bentuk daun oval, ujung dan pangkal meruncing, tepi daun rata, permukaan atas daun mengkilap sedangkan permukaan bawah daun kasar karena memiliki rambut-rambut halus. Panjang daun 5 hingga 7 cm dan lebarnya sekitar 2 hingga 3 cm. Bunga berwarna merah muda keunguan. Buahnya dapat dimakan bila matang berwarna ungu dan manis. Sistem perakaran tunggang dan kokoh di bawah tanah. Hasil uji identifikasi kimia secara kualitatif daun karamunting menunjukkan adanya senyawa golongan aleuron, tanin, katekol, alkaloid dan saponin.



Gambar 4. Tanaman Karamunting

Dengan memanfaatkan kekayaan alam Indonesia, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui daya inhibisi ekstrak daun karamunting terhadap laju korosi aluminium dalam larutan asam.

Tabel 2. Hasil uji imersi logam aluminium dalam larutan HCL dengan inhibitor 200 ppm

waktu (menit)	massa awal (mg)	massa akhir (mg)	massa yang terkorosi (mg)	laju korosi ($\text{mg}/\text{cm}^2 \text{ jam}$)
5	584,8	584,7	0,1	0,0596
10	569,7	568,8	0,9	0,2681
15	587	572,2	14,8	2,9394
20	578,5	547,7	30,8	4,5879
25	585,7	520,9	64,8	7,7219

Menggunakan media korosif HCl terhadap aluminium, diperoleh bahwa ekstrak daun karamunting memiliki efek inhibisi dengan efisiensi tertinggi sebesar 91,74 % pada waktu 10 menit perendaman dengan konsentrasi inhibitor 200 ppm dan dengan permodelan adsorpsi Langmuir diperoleh koefisien korelasi sebesar 0,9775.

Perbandingan Ekstrak Dari Hasil Bahan Alam

Tabel 3. Efisiensi Inhibitor Bahan Alam

No	Nama Tumbuhan	Efisiensi Inhibitor
1	Daun Cocor Bebek	34,47%
2	Daun Kecapi	86,61%
3	Kulit buah manggis	60,37%
4	Daun Karamunting	91,74%

Dapat diketahui bahwa inhibitor daun karamunting memiliki nilai efisiensi paling tinggi dibanding dengan inhibitor yang lain. Nilai efisiensi yang dimiliki inhibitor daun karamunting sangat tinggi mencapai 91,74% dan dilanjutkan dengan nilai inhibitor daun kecapi 86,61%. Dari nilai efisiensi inhibitor yang dimiliki oleh inhibitor daun karamunting dan daun kecapi maka dapat dikatakan bahwa kedua inhibitor ini merupakan inhibitor yang baik untuk proses menghambat korosi.

Daun cocor bebek memiliki nilai inhibisi yang paling rendah yaitu hanya sebesar 34,47% sedangkan kulit buah manggis memiliki nilai inhibisi sebesar 60,37%. Inhibitor daun cocor bebek memiliki nilai inhibisi sebesar 34,47 % memiliki selisih sekitar 57,27% dengan nilai inhibisi daun karamunting yakni sebesar 91,74%.

4. SIMPULAN

Dari keempat penelitian ini dapat disimpulkan bahwa senyawa flavonoid dapat mencegah terjadinya korosi dan dapat digunakan sebagai inhibitor organik. Dan daun karamunting memiliki nilai efisiensi inhibitor yang paling tinggi mencegah terjadinya korosi yaitu sebesar 91,74%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ariesandi, Devi Fitria. 2017. Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Dan Frekuensi Ekstrak Daun Cocor Bebek (*Kalanchoe Pinnata L.*) Untuk Menyembuhkan Luka Sayat Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus L.*). Other thesis. University of Muhammadiyah Malang.
- Creswell John W., 2010, *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, 3th, terjemahan Achmad Fawaid, Yogyakarta.
- Efdi M., Ninomiya, M., Suryani, E., Tanaka, K., Ibrahim, S., Watanabe, K., & Koketsu, M. (2012). Sentulic acid: A cytotoxic ring A-seco triterpenoid from *Sandoricum koetjape Merr.* *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 22(13), 4242–4245.
- Farochi, Muchammad Bagus Fatchul. 2014. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Api 5l Grade B Di Lingkungan NaCl 3.5% dan H₂SO₄ Institut Teknologi Sepuluh November : Surabaya 2014
- Marks, R. dan Eilks, I. (2009) ‘Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching : Concept , Examples , Experiences Promoting Scientific Literacy Using a Sociocritical and Problem-Oriented Approach to Chemistry Teaching : Concept ’, *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), pp. 231–245.
- Mulyaningsih, N., Mujiarto, S. & Gyani (2019) ‘Pengaruh Daun Jambu Biji Sebagai Inhibitor Korosi Alami Rantai Kapal’, *Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), pp. 36–42.
- Mulyati, B. (2019) ‘Tanin Dapat Dimanfaatkan Sebagai Inhibitor Korosi’, *Journal of Industry Electro and Aviation*, 8(1)
- Nugroho, A. S. (2013) ‘Penerapan Model Pembelajaran Practice Rehearsal Pairs dalam Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar IPA kelas V SDN Kebonduren 02 Ponggok Kabupaten Blitar’, *Journal of Education and Learning*, 6(3), pp. 4–11.
- Rahayu, Rahma (2020) *Pengembangan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan Pektin dari kulit buah Kluwih (Artocarpus camansi) sebagai Inhibitor Korosi*. Diploma thesis, UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Sanjaya, Ari Susandy. 2018. Penurunan Laju Korosi Logam Aluminium Menggunakan Inhibitor Alami. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
- Saputra, T. R.; Ngatin, A., Extract of Cocor Bebek (*Kalanchoe Pinnata*) as a Corrosion Inhibitor. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 2017, 6, (2), 112-116.
- Saputra, Tri Reksa dkk. 2019. Ekstraksi Daun Cocor Bebek Menggunakan Berbagai Pelarut Organik Sebagai Inhibitor Korosi Pada Lingkungan Asam Klorida. *Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung*.
- Sudiarti, Tety S dkk. 2019. Potensi Ekstrak Kulit Buah Manggis Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Larutan NaCl 1% Jenuh Karbon Dioksida. *Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati: Bandung*
- Sujana, A., dkk. (2014) ‘Literasi Kimia Mahasiswa PGSD Dan Guru IPA Sekolah Dasar’, *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), pp. 5–11.
- Susanti, F. E., Sugita, P., & Ambarsari, L. (2016). Purification Of Active Compounds From Kecapi Leaves That Have Potential As Anticancer Fon IN Vitro On Murine Cells Leukemia A P-388. *Int. J. Chem. Sci*, 14(3), 1376–1384.
- Wahyuni, Sari dkk. 2022. Ekstrak Daun Kecapi Sebagai Inhibitor Korosi Baja Dalam Medium Asam Klorida. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
- Yanuar, Ardi Prasetya. 2016. Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan. *Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya*
- Yatiman, P. 2019. Penggunaan Inhibitor Organik Untuk Pengendalian Korosi Logam Dan Paduan Logam (Application of Organic Inhibitors for Corrosion Control of Metals and Alloys). Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.