



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA #2

Prof. Dr. S. Loni, M.Pd.
"Membangun Negeri dari Sekolah"

"Peran Strategis Kimia Dan Pendidikan Kimia Terhadap Pengembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Dalam Revolusi 4.0 Di Era New Normal"

11 DESEMBER 2021



Penerbit
FMIPA
Universitas Negeri Medan

ISBN: 978-602-9115-73-4

Prosiding

Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia #2

"Peran Strategis Kimia Dan Pendidikan Kimia Terhadap Pengembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Dalam Revolusi 4.0 Di Era New Normal"

Diselenggarakan oleh:
Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan

Gedung Syawal Gultom Lt. 3
FMIPA UNIMED
(Virtual Conference)

11 Desember 2021

THE
Character Building
UNIVERSITY



Prosiding

Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia #2

Penanggung Jawab :

Prof. Dr. Fauziah Harahap, M.Si
Dr. Jamalum Purba, M.Si
Dr. Ayi Darmana, M.Si

Dewan Redaksi :

Dr. Ani Sutiani, M.Si
Drs. Jasmidi, M.Si
Dr. Zainuddin Muchtar, M.Si
Dr. Ahmad Nasir Pulungan, M.Sc

Reviewer :

Prof. Manihar Situmorang, M.Sc, Ph.D
Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
Prof. Dr. Ida Duma Riris, M.Si
Prof. Dr. Ramlan Silaban, MS
Dr. Asep Wahyu Nugraha, M.Si
Dr. Iis Siti Jahro, M.Si
Dr. Destria Roza, M.Si
Dr. Junifa Laila Sihombing, M.Sc
Dr. Lisnawaty Simatupang, M.Si
Dr. Herlinawati, M.Si
Nora Susanti, S.Si., Apt., M.Sc
Moondra Zubir, Ph.D

Editor :

Haqqi Annazili Nasution, S.Pd., M.Pd
Ricky Andi Syahputra, S.Pd., M.Sc
Feri Andi Syuhada, S.Pd., M.Pd
Susilawati Amdayani, S.Si., M.Pd
Siti Rahmah, S.Pd., M.Sc

Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, Medan 20221



SUSUNAN KEPANTIAN

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA#2

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan

11 Desember 2021

PEMBINA

Dekan FMIPA UNIMED : **Prof. Dr. Fauziyah Harahap, M.Si**

PENGARAH

Wakil Dekan 1 FMIPA UNIMED : **Dr. Jamalum Purba, M.Si**

Wakil Dekan 2 FMIPA UNIMED : **Dr. Ani Sutiani, M.Si**

Wakil Dekan 3 FMIPA UNIMED : **Dr. Rahmatsyah, M.Si**

PENANGGUNGJAWAB

Ketua Jurusan KIMIA UNIMED : **Dr. Ayi Darmana, M.Si**

WAKIL PENANGGUNGJAWAB

Sekretaris Jurusan KIMIA UNIMED : **Drs. Jasmidi, M.Si**

KETUA

Dr. Ahmad Nasir Pulungan, S.Si., M.Sc

SEKRETARIS

Haqqi Annazili Nasution, S.Pd., M.Pd

BENDAHARA

Susilawati Amdayani, S.Si., M.Pd

SEKSI IT, WEB DAN PUBLIKASI

1. **Dr. Zainuddin M, M.Si (Koordinator)**
2. Siti Rahmah, S.Pd., M.Sc
3. Ricky Andi Syahputra, S.Pd., M.Sc

SEKSI ACARA DAN PRESENTASI

1. **Moondra Zubir, M.Si., Ph.D (Koordinator)**
2. Makharany Dalimunthe, S.Pd., M.Pd

SEKSI ABSTRAK, DAN MAKALAH

1. **Dr. Lisnawaty Simatupang, M.Si (Koordinator)**
2. Dr. Herlinawati, M.Si
3. Muhammad Isa Siregar, S.Si., M.Pd

SEKSI ADMINISTRASI DAN KESEKRETARIATAN

1. **Dr. Destria Roza, M.Si (Koordinator)**
2. Nora Susanti, S.Si., M.Sc., A.Pt

SEKSI BIDANG PERLENGKAPAN DAN DOKUMENTASI

1. **Risdo Gultom, S.Pd., M.Pd (Koordinator)**
2. Feri Andi Syuhada, S.Pd., M.Pd

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Karunia dan Rahmat-Nya Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia#2 yang telah diselenggarakan oleh Jurusan Kimia FMIPA UNIMED pada tanggal 11 Desember 2021 melalui *Virtual Conference* dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan prosiding ini.

Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia adalah seminar tahunan yang diselenggarakan oleh Jurusan Kimia Unimed. Pada Seminar ke dua ini mengambil tema **“Peran Strategis Kimia Dan Pendidikan Kimia Terhadap Pengembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Dalam Revolusi 4.0 Di Era New Normal”**. Melalui kegiatan seminar ini berbagai hasil penelitian, ide dan pemikiran peneliti di bidang kimia, praktisi kimia dan pendidikan kimia telah dipresentasikan.

Prosiding ini memuat karya tulis terdiri dari berbagai hasil penelitian dalam bidang kimia dan pendidikan kimia. Makalah yang dimuat dalam prosiding ini meliputi makalah dari *keynote dan invited speaker*, makalah dari pemalakah utama dari bidang Kimia meliputi sub bidang Kimia Analitik, Kimia Orgnik dan Anorganik, Kimia Fisik dan Polimer, Biokimia dan Bioteknologi dan makalah utama Pendidikan Kimia.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan kimiawan, pengguna ilmu kimia dan pemerhati pendidikan kimia maupun pembaca lainnya dalam pengembangan penelitian dimasa akan datang. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami ucapkan terima kasih.

Medan, Juli 2022

Tim Editor

THE
Character Building
UNIVERSITY

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalaamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh,

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada pagi hari ini kita dapat berkumpul untuk mengikuti acara Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia#2 Jurusan kimia FMIPA UNIMED dengan tema “Peran Strategis Kimia dan Pendidikan Kimia Terhadap pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 di Era New Normal”. Dengan menghadirkan Dr. Harry Firman, M.Pd (UPI), Prof. Dr. Karna Wijaya, M.Eng (UGM), Dr. Asep Wahyu Nugraha (UNIMED) sebagai *keynote speaker* dan Drs. Zulfan Mazaimi, M.Pd (Ketua PPSKI-Sumut), Dr. Eng. Yulia Eka Putri (Unand) dan Dr. Vivi Purwandari (Universitas Sarimutiara Indonesia) sebagai *invited speaker*.

Seminar Nasional ini diselenggarakan dengan tujuan untuk: 1) Mengkomunikasikan dan memfasilitasi interaksi professional antar komunitas kimia dan pendidikan Kimia di Indonesia untuk saling berbagai informasi dan 2) Meningkatkan kerjasama antara para pendidik, peneliti dan praktisi. Kegiatan Seminar Nasional ini diharapkan dapat menjadi forum pertemuan antara ilmuwan peneliti dalam bidang kimia, praktisi kimia, dan pendidikan kimia, serta *stake holder* lainnya untuk bekerjasama dan sharing terkait peran Strategis kimia dan pendidikan kimia Terhadap pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 di Era New Normal. Untuk mencapai tujuan tersebut, kami panitia telah mengundang Dosen, peneliti, pendidik, mahasiswa dan pemerhati dalam bidang kimia dari berbagai instansi di wilayah tanah air. Undangan tersebut telah ditanggapi oleh registrasi peserta sebanyak 150 orang peserta dari berbagai kalangan dan wilayah Ujung Timur sampai Barat Indonesia dengan 86 peserta akan mempersentasikan makalahnya.

Akhir kata Kami panitia menyampaikan terimakasih kepada *keynote speaker* dan *invited speaker*, peserta dan pemakalah, juga segenap undangan kami atas peran sertanya dalam seminar ini. Panitia telah berusaha untuk mempersiapkan seminar ini dengan sebaik-baiknya, namun kami meminta maaf apabila terdapat kekurangan dalam pelayanan kami Kami. Kiranya kegiatan seminar nasional ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh

Medan, 11 Desember 2021
Ketua Panitia ,

Dr. Ahmad Nasir Pulungan, M.Sc
NIP. 198106182012121005

SAMBUTAN KETUA JURUSAN

Assalaamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh,

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kita dapat mengikuti acara Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia#2 Jurusan kimia FMIPA UNIMED. Kami mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar dan semoga kegiatan seminar ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu Kimia dan Pendidikan Kimia. Kegiatan Seminar ini juga diharapkan dapat menjadivadah bagi ilmuwan peneliti dalam bidang kimia, praktisi kimia, dan pendidikan kimia, serta *stake holder* lainnya untuk bekerjasama dan sharing terkait peran Strategis kimia dan pendidikan kimia Terhadap pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 di Era New Normal.

Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia#2 tahun 2021 ini bertema” peran Strategis kimia dan pendidikan kimia Terhadap pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 di Era New Normal” Dengan menghadirkan Dr. Harry Firman, M.Pd (UPI), Prof. Dr. Karna Wijaya, M.Eng (UGM), Dr. Asep Wahyu Nugraha (UNIMED) sebagai *keynote speaker* dan Drs. Zulfan Mazaimi, M.Pd (Ketua PPSKI-Sumut), Dr. Eng. Yulia Eka Putri (Unand) dan Dr. Vivi Purwandari (Universitas Sarimutiara Indonesia) sebagai *invited speaker*. Penyelenggaraan seminar nasional ini begitu penting bagi kami Jurusan Kimia FMIPA UNIMED dalam rangka meningkatkan peran serta mahasiswa dan dosen dalam kegiatan pertemuan ilmiah dan publikasi yang akan menunjang pada akreditasi Jurusan Kimia FMIPA UNIMED.

Saya selaku ketua Jurusan Kimia FMIPA UNIMED mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras untuk terselenggarakannya kegiatan seminar ini. Akhir kata, semoga apa yang menjadi tujuan dan harapan pada kegiatan Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia ini dapat terwujud serta dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh.

Medan, 11 Desember 2021
Ketua Jurusan FMIPA UNIMED

Dr. Ayi Darmana, M.Si
NIP. 196608071990101001

SAMBUTAN DEKAN

*Assalamualaikum..W.Wbr.....*Salam Sejahtera bagi kita semua,

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karuniaNya kita dapat mengikuti kegiatan Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia#2 yang diselenggarakan oleh Jurusan Kimia FMIPA UNIMED. Kegiatan Seminar ini menghadirkan *keynote speaker* Dr. Harry Firman, M.Pd (UPI), Prof. Dr. Karna Wijaya, M.Eng (UGM), Dr. Asep Wahyu Nugraha (UNIMED), dan *invited speaker* Drs. Zulfan Mazaimi, M.Pd (Ketua PPSKI-Sumut), Dr. Eng. Yulia Eka Putri (Unand) dan Dr. Vivi Purwandari (Universitas Sarimutiara Indonesia). Kami mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar dan semoga kegiatan ini memberikan kontribusi positif bagi pengembangan Ilmu Kimia dan Pendidikan kimia.

Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNIMED telah ditetapkan sebagai kegiatan rutin yang diselenggarakan setiap tahunnya. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan kimia#2 tahun 2021 ini mengangkat tema “ Peran Strategis Kimia dan Pendidikan Kimia terhadap Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Revolusi Industri 4.0 di Era New Normal”. Meski kita saat ini masih belum keluar dari masa pandemik CoVID-19, namun perkembangan teknologi yang begitu pesat di era industri 4.0 telah melahirkan peluang dan tantangan baru. Karenanya penelitian dalam bidang Kimia dan teknik pembelajarannya harus dapat berkontribusi pada peningkatan dan pengembangan ketrampilan digital (ICT) dalam proses pembelajaran, dan juga mampu mengintegrasikan teknologi tersebut dalam kegiatan penelitian dilaboratorium kimia. Peningkatan dan pengembangan tersebut tentu saja baik ditinjau dari sisi materi, teknologi pembelajaran, kegiatan penelitian, dan pembentukan karakter. Melalui kegiatan Seminar Nasional ini, Kami berharap bapak/ibu dapat bertukar pikiran untuk dapat mensinergikan hasil-hasil penelitian dikampus dengan kebutuhan masyarakat dan kolaborasi dengan stakeholder dan industri dalam rangka menterjemahkan tema diatas.

Akhir kata, Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras untuk terselenggaranya kegiatan seminar ini.

Medan, 11 Desember 2021
Dekan FMIPA UNIMED

Prof. Dr. Fauziyah Harahap, M.Si
NIP. 1966072811991032002

DAFTAR ISI

SUSUNAN KEPANITIAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA	v
SAMBUTAN KETUA JURUSAN	vi
SAMBUTAN DEKAN	vii
DAFTAR ISI	viii

Keynote & Invited Speaker

<i>Pendidikan Kimia 4.0</i> Harry Firman	1-7
<i>Riset Inovasi Nanomaterial Untuk Pembangunan Berkelanjutan</i> Karna Wijaya	8-10
<i>Penentuan Karakteristik Transisi Spin Pada Kompleks $[Fe_4(Htrz)_{10}(Trz)_5]Cl_3$ Menggunakan Perhitungan Kimia Komputasi Dengan Berbagai Fungsi/ Basis Set</i> Asep Wahyu Nugraha, Ani Sutiani, Muhamad A Martoprawiro dan Djulia Onggo.....	11-17
<i>SrTiO₃ Nanokubus: Material Penghasil Energi Listrik Alternatif (Termoelktrik)</i> Yulia Eka Putri, dkk.....	18-18
<i>Karakteristik Grafena dari Limbah Padat Kelapa Sawit</i> Vivi Purwandari	19-23
<i>Implementasi Pembelajaran Stem Berbasis Lingkungan Dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Sistem Koloid, Aktivitas Dan Kreativitas Peserta Didik SMAN. 2 Rantau Utara</i> Zulfan Mazaimi, Irma Sary, Fitriana Ritonga	24-31

Makalah Kimia

<i>Studi Awal Konversi Limbah Pelepah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil Dengan Teknik Semi Fast Pyrolysis sebagai Sumber Bahan bakar Alternatif</i> Muhammad Irvan Hasibuan, dkk.....	32-38
<i>Review Artikel: Studi Potensi Biomassa Menjadi Bio-Oil Menggunakan metode Pirolisis sebagai sumber Energi Baru Terbaharukan</i> Hana Ria Wong, Muhammad Irvan Hasibuan, Agus Kembaren, Ahmad Nasir pulungan, Junifa Layla Sihombing.....	39-46
<i>Pengaruh Penambahan Cellulose Nanocrystal (CNC) Dari Kulit Durian Durio Zibethinus Murr Terhadap Karakteristik Bionanocomposite Edible Film Berbasis Gelatin</i> Yahya Indahsya, I Gusti Made Sanjaya.....	47-57
<i>Grafting Nanokomposit Karbon Nanotube Kitosan</i> Masdania Zurairah Siregar, Vivi Purwandari, Rahmad Rezeki.....	58-62
<i>Permodelan Molekul Senyawa Turunan 2-Aminokalkon Dengan Substitusi Pada Cincin B Sebagai Agen Antikanker</i> Sya sya Azzaythounah, Tico Guinnessha Samosir, Destria Roza.....	63-70
<i>Analisa Termal Bioplastik Dengan Bahan Pengisi Ekstrak Rambut Jagung</i> A Zukhruf Akbari, M Zaim Akbari, Gimelliya Saraih , Vivi Purwandari.....	71-74

<i>HKSA Antikanker Turunan 4-Aminochalcon Terhadap HeLa Dengan Metode Semiempiris CNDO Dan Regresi Linear</i> Alfrindah Priscilla Br. Simanjuntak dan Destria Roza.....	75-81
<i>Kajian Senyawa Kb Sebagai Kanker Nasofaring Epidermoid Menggunakan Metode CNDO (Hyperchem) Dan Regresi Linear (SPSS)</i> Hidayani dan Destria Roza	82-88
<i>Pemurnian Sulfur Dengan Proses Sublimasi</i> Hammid Al Farras , Felix Valentino Sianturi	89-92
<i>Penentuan Kandungan Antioksidan Total dari Infusa Bayam Hijau (Amaranthus Hybridus L.) Hidroponik dan Konvensional dengan Metode MPM</i> Yefrida, Widuri Rosman dan Refilda	93-98
<i>Docking Molekular Potensi Anti Inflamasi Protein Iq5 dengan Senyawa Turunan Kurkumin</i> Nurul Hidayah, Ruth Yohana Saragih, Destria Roza	99-103
<i>Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sarang Banua (Clerodendrum fragran Vent Willd) Terhadap Kadar Triglycerida Serum Tikus Yang Diberi Pakan Tinggi Lemak</i> Yohana Stefani Manurung dan Murniaty Simorangkir	104-109
<i>Hubungan Kuantitatif Struktur dan Aktivitas Senyawa Turunan 4-Aminochalcone terhadap Human T-Leukimia (CEM)</i> Hasri Tri Maya Saragih, dan Destria Roza.....	110-114
<i>ReNyirih: INOVASI EKSTRAK KINANG BERBASIS SOCIOPRENEUR</i> Sri Adelila Sari, Elva Damayanti Lubis, Syafira Fatimah Rizqi, Yulia Ayu Utami Tarigan, DwiAntika Br, Nasution, Eny Setiadi Saragih	115-119
<i>Review Artikel: Karakterisasi dan Aktivitas Lisozim serta Aplikasinya sebagai Antibakteri</i> Agustin Dwi Ayuningsih dan Mirwa Adiprahara Anggarani	120-125
<i>HKSA Senyawa Turunan Metoksi-Aminokalkon Terhadap Murine Leukemia (L1210) Menggunakan Metode Semiempiris CNDO Dan Regresi Linear</i> Elfrida Siregar dan Destria Roza	126-132
<i>Hubungan Kuantitatif Stuktur-Aktivitas Senyawa Turunan Aminokalkon Pada Sel Murine Mammary Carcinoma (FM3A) Menggunakan Metode CNDO (Hyperchem) Dan Regresi Linear (SPSS)</i> Suria Bersinar Siahaan1 Destria Roza	133-139
<i>Analysis Of Crude Protein (PK) , Carbohydrate And Moisture Content (KA) Levels In Fresh Leaves Of Guatemala Grass (Tripsacum laxum) In The Low Plants, Secanggang District Langkat District</i> Nur Asyiah Dalimunthe dan Muhammad Usman	140-143
<i>Uji Efektivitas Antibakteri Nanogel Bahan Aktif Ekstrak Kayu Manis (Cinnamomum Burmannii) Terhadap Staphylococcus aureus</i> Hestina, Erdiana Gultom, Vivi Purwandari	143-149
<u>Makalah Pendidikan Kimia</u>	
<i>Analisis Media Pembelajaran di SMA Swasta Kwala Begumit Kelas XI Kota Binjai Pada Masa Pandemi Covid19</i> Elsa Febrina Tarigan, Nurfajriani, Zainuddin Muchtar.....	150-154
<i>Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Elektronik Berbasis Android Dengan Pendekatan Contextual Teaching And Learning (CTL) Pada Materi Termokimia</i> Azizah Hawanif dan Feri Andi Syuhada	155-164

<i>Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Dengan Menggunakan Pendekatan Kontekstual Berbasis Multiple Representasi Pada Materi Laju Reaksi</i> Nurul Huda dan Feri Andi Syuhada	165-172
<i>Pengembangan Instrument Asessment Higher Order Thinking Skill (HOTS) Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Hidrolisis Garam</i> Alfi Rizkina Lubis, Ajat Sudrajat, Asep Wahyu Nugraha	173-181
<i>Analisis Model Rasch: Identifikasi Instrumen Tes Representasi Kimia Topik Materi Berdasarkan Kurikulum Cambridge</i> Mufti Muhammad Hamzah, E Eliyawati, Rika Rafikah Agustin	182-188
<i>Pengaruh Media Physics Education Technology (PhET) Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bentuk Molekul</i> Suci Setia Crise Manullang, Lisnawaty Simatupang	189-195
<i>Pengaruh Macromedia Flash Berbasis Model Problem Based Learning Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi Inki</i> Yun Lamtiur dan Lisnawaty Simatupang	196-200
<i>Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Kimia Interaktif iSpring Presenter terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Siswa pada Materi Laju Reaksi</i> Yoshe Vego Passarella Simarmata dan Ida Duma Riris	201-211
<i>Validasi dan Respon Media Video Animasi (PowToon) Berbasis Religius Pada Pembelajaran Ikatan Kimia</i> Ade Kurnia Putri Tanjung dan Ayi Darmana	212-218
<i>Pengembangan Model Pembelajaran Inovatif Berbasis Proyek Berorientasi Kkni Untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa</i> Bajoka Naingolan, Manihar Situmorang, Ramlan Silaban	219-229
<i>Pengembangan Sumber Belajar Inovatif Berbasis Proyek Untuk Materi Isolasi Senyawa Organik Bahan Alam Dalam Menghadapi Era New Normal</i> Dessy Novianty Pakpahan, Marham Sitorus, dan Saronom Silaban	230-235
<i>Implementasi Asesmen Kompetensi Minimum Materi Asam Basa Konteks Sainifik</i> Izza Nabilatunnisa, Wiwi Siswaningsih, Nahadi	236-244
<i>Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Menggunakan Macromedia Flash Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Ikatan Kimia</i> Siswa Cessya Novianindra Br Tarigan dan Gulmah Sugiharti	245-251
<i>Validitas Tes Diagnostik untuk Materi Pembelajaran Ikatan Kimia SMA</i> Winda Fourthelina Sianturi dan Zainuddin Muchtar	252-256
<i>Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Discovery Learning Pada Materi Asam Basa</i> Eratania Surbakti, Makharany Dalimunthe	257-267
<i>Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Kimia Koloid Berbasis Online untuk Siswa SMA</i> Elssya Dwi Imanuella Manullang, Ramlan Silaban	268-273
<i>Pengaruh Penggunaan Media Webblog Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa Sma Pada Materi Ikatan Kimia</i> Febiola Rohani Marpaung dan Murniaty Simorangkir	274-279
<i>Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Tes dan Non Tes Pada Materi Laju Reaksi</i> Freshya Sionitha Sembiring dan Haqqi Annazili Nasution	280-284
<i>Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Komputer Untuk Mengajarkan Laju Reaksi Pada Siswa SMA</i>	

Julianse Lydia Nababan dan Ramlan Silaban	285-290
<i>Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Materi Ikatan Kimia</i>	
Sabrina Khairani Hasibuan dan Destria Roza	291-297
<i>Pengembangan Bahan Ajar Kontekstual Berbasis Evaluasi HOTS Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Nilai Karakter Siswa Pada Materi Asam Basa di SMA N 4 Pematang Siantar</i>	
Frida Claudia Sianipar dan Marham Sitorus	298-308
<i>Pengembangan E-Modul Pembelajaran Pada Pembuatanbriket Limbah Kulit Durian Dan Sabut Kelapa Pada Materi Senyawa Hidrokarbon Kelas XI</i>	
Dessy Agustina, Julia Maulina, Hasrita Lubis	309-315
<i>Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Ikatan Ion Dan Kovalen Untuk Kelas X</i>	
Ayu Inggrias Tuty dan Jamalum Purba	316-322
<i>Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Ikatan Ion Dan Kovalen Untuk Kelas X</i>	
Else R Sigalingging dan Jamalum Purba	323-327
<i>Pengembangan Media Pembelajaran Terintegrasi Scrabble Berbasis Android Pada Materi Senyawa Hidrokarbon Kelas XI</i>	
Elmirawanti Sihite dan Nora Susanti	328-334
<i>Implementasi Animasi Flash Terhadap Aktivitasdan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Ikatan Kimia</i>	
Elsima Nainggolan dan Nora Susanti	335-341
<i>Analisis Respon Siswa Terhadap Aplikasi Daringsebagai Sumber Dan Media Belajar Alternatif Pada Mata Pelajaran Kimia Selama Pandemi</i>	
Jumasari Siregar dan Nurfajrian	342-345
<i>Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dengan menggunakan Software Construct 2 pada Materi Laju Reaksi</i>	
Natalin Pertiwi Siahaan dan Nora Susanti	346-350
<u>Makalah Poster</u>	
<i>Hubungan Kuantitatif Struktur Aktivitas (Hksa) Dan Docking Molekuler Senyawaturunan 2-Aminokalkon Sebagai Obat Antikanker Tulang</i>	
Tico Guinnessha S, Rissah Maulina, SyaSya Azzaythounah, Lidia Mutia Sari, DestriaRoza	351-356
<i>Doking Molekular Potensi Antikanker Leukemia Protein P388 Dengan Senyawa Turunan Chalcone</i>	
Nadia Givani Br Hotang dan Destria Roza	357-361
<i>Analisis Hubungan Kuantitatif Struktur dan Aktivitas (HKSA) Senyawa Turunan 4- Aminochalcone sebagai Antikanker Radikal Hidroksil</i>	
Indah Fitri dan Destria Roza	362-368
<i>Studi Molecular Docking Senyawa Antosianidin Dari Ekstrak Buah Jamblang (Syzygium cumini) Sebagai Senyawa Anti-Tumor Secara In Silico</i>	
Dea Gracella Siagian dan Destria Roza	369-374
<i>Docking Molekular Potensi Antikanker Payudara Protein3ert Dengan Senyawa Turunan Kuinin</i>	
Ruth Yohana Saragih, Nurul Hidayah, Destria Roza	375-381
<i>Studi In Silico Potensi Senyawa Asam Askorbat Sebagai Anti Kanker Hati</i>	
Nia Veronika dan Destria Roza	382-386

<i>Analisis In-Silico Senyawa Aktif Flavonoid Tanaman Kelor Sebagai Inhibitor Main Protease SARS-CoV-2 Melalui Metode Molecular Docking</i> Saud Salomo dan Destria Roza	387-395
<i>Analisis Hubungan Kuantitatif Struktur-Aktivitas (HKSA) Senyawa Turunan 4- Aminochalcone Sebagai Anti Leukemia Murine (L1210)</i> Wirna Dewi Zebua dan Destria Roza	396-403
<i>Docking Senyawa Kalkon Terhadap Reseptor Esterogen-Q (1QKM) Sebagai Antikanker Payudara</i> Cindy Agnesia dan Destria Roza	404-407
<i>Uji Docking Senyawa Alkaloid Quinolizidine dan Analognya Sebagai Inhibitor Reseptor Estrogen pada Kanker Payudara</i> Indira Aviza, Anggita Leontin Sitorus, Destria Roza	408-415
<i>Uji Docking Senyawa Alkaloid Piperidine dan Analognya Sebagai Inhibitor Reseptor Estrogen pada Kanker Payudara</i> Anggita Leontin Sitorus, Indira Aviza, Destria Roza	416-423
<i>Studi Docking Molekuler Senyawa Turunan Kurkuminoid Pada Kunyit (Curcuma longa Linn.) Sebagai Inhibitor Protein Kinase Mek1 Sel Kanker Otak Dengan Autodock</i> Vina Nadia Agnes Cantika Nadeak dan Destria Roza	424-430
<i>Docking Ligan Anti Kanker Prostat dengan Ligan Pembanding Senyawa Turunan Asam Galat Menggunakan Autodock 4.2 dan Discovery Studio</i> Astri Devi Br Pakpahan dan Destria Roza	431-439
<i>Docking Molekuler Potensi Senyawa 2,6-Dimethylocta-3,5,7-Trien-2-Ol Terhadap Senyawa 4l10 Anti Kanker Paru</i> Yohansen Wahyudi dan Destria Roza	440-444
<i>Docking Molekuler Potensi Antikanker Payudara Protein Iyc4 Dari Senyawa Turunan Kuersetin</i> Depi Irnasari Sipahutar dan Destria Roza	445-449



Docking Molekular Potensi Antikanker Leukemia Protein P388 Dengan Senyawa Turunan Chalcone

Nadia Givani Br Hotang^{1*}, Destria Roza²

¹Mahasiswa Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V, Medan

²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V, Medan

*Email korespondensi: nadiagivani11@gmail.com

Abstrak

Leukemia termasuk kanker yang jarang terjadi. Meskipun demikian, leukemia merupakan jenis kanker yang paling banyak ditemukan pada anak dibawah 15 tahun. Dari seluruh kejadian kanker terdapat 32% yang terjadi pada usia dibawah 15 tahun. Sekitar 74% dari kelompok umur yang sama adalah kanker darah atau leukemia. Murine Leukimia P388 merupakan salah satu sel jenis sel kanker leukemia yang sering digunakan dalam uji sitotoksitas untuk mengetahui aktivitas suatu senyawa dalam menghambat pertumbuhan sel kanker. Senyawa kalkon dan turunannya dikenal memiliki beragam aktivitas biologis yang menarik, seperti antiviral, anti-inflamasi, antimikroba, antitumor, sitotoksik, analgesik, antijamur, antioksidan, antikanker dan antimalarial. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan senyawa yang diperkirakan memiliki aktivitas antikanker leukemia dengan menggunakan molecular docking terhadap turunan kalkon menggunakan reseptor P388 dengan PDB ID 5DIJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kalkon memiliki potensi sebagai antikanker leukemia. Hasil molecular docking menunjukkan bahwa kalkon memiliki nilai energi ikat (binding energy) sebesar -6.47. Interaksi antar molekul yang dihasilkan adalah interaksi Van Der Waals, Alkyl, dan pi-alkyl.

Kata kunci: leukemia, antikanker, chalcone, docking

Abstract

Leukemia is a rare cancer. However, leukemia is the most common type of cancer found in children under 15 years of age. Of all the incidence of cancer, there are 32% that occur at the age of under 15 years. About 74% of the same age group are blood cancer or leukemia. Murine Leukemia P388 is a type of leukemia cancer cell that is often used in cytotoxicity tests to determine the activity of a compound in inhibiting the growth of cancer cells. Chalcone compounds and their derivatives are known to have a variety of interesting biological activities, such as antiviral, anti-inflammatory, antimicrobial, antitumor, cytotoxic, analgesic, antifungal, antioxidant, anticancer and antimalarial. This study aims to obtain compounds that are thought to have anticancer activity against leukemia by using molecular docking of chalcone derivatives using the P388 receptor with PDB ID 5DIJ. The results showed that chalcone has potential as an anticancer leukemia. The results of molecular docking show that chalcone has a binding energy value of -6.47. The resulting intermolecular interactions are Van Der Waals, Alkyl, and pi-alkyl interactions.

Keywords: leukemia, anticancer, chalcone, docking

1. Pendahuluan

Kalkon merupakan senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid yang dapat ditemukan pada beberapa jenis tumbuhan. Senyawa kalkon dan turunannya dikenal memiliki beragam aktivitas biologis yang menarik, seperti antiviral, anti-inflamasi, antimikroba, antitumor, sitotoksik, analgesik, antijamur, antioksidan, antikanker dan antimalaria [1]. Senyawa kalkon merupakan prekursor untuk biosintesis flavonoid dan isoflavonoid. Dalam bidang sintesis, senyawa kalkon telah banyak digunakan untuk membuat berbagai macam senyawa heterosiklik [2] seperti isoksazol, quinolinon, tiadiazin, benzodiazepin, flavon [3], ketimin α , β tak jenuh [4], pirazolin dan turunannya [5], flavonol [6], flavanonol [7], flavanon [8] dan senyawa turunan lainnya yang juga memiliki aktivitas biologis yang menarik. Oleh karena itu, senyawa - senyawa analog kalkon dan turunannya banyak dijadikan sebagai molekul target untuk keperluan pencarian senyawa-senyawa aktif sebagai kandidat obat, salah satunya adalah sebagai obat antikanker.

Dibandingkan dengan penyakit kanker lain seperti kanker paru dan kanker payudara, leukemia (kanker darah) termasuk kanker yang jarang terjadi. Meskipun demikian, leukemia merupakan jenis kanker yang paling

banyak ditemukan pada anak dibawah 15 tahun. Dari seluruh kejadian kanker terdapat 32% yang terjadi pada usia dibawah 15 tahun. Sekitar 74% dari kelompok umur yang sama adalah kanker darah atau leukemia [9]. Murine Leukimia P388 merupakan salah satu sel jenis sel kanker leukemia yang sering digunakan dalam uji sitotoksitas untuk mengetahui aktivitas suatu senyawa dalam menghambat pertumbuhan sel kanker. Sel kanker ini dikembang biakkan dari sel tikus yang dikenai agen leukemia [10].

Docking molekular merupakan metode komputasi untuk memprediksi apakah senyawa tersebut mempunyai aktifitas sebelum diujikan. Percobaan dengan docking molekular ini untuk melihat potensi kalkan sebagai antikanker leukemia melalui aktifitas dalam menghambat Crystal Structure Of Cyclin-dependent Kinase 2 (Cdk2-Wt) Complex With N-[5-[[[5-(1,1-Dimethylethyl)-2-Oxazolyl]Methyl]Thio]-2-Thiazolyl]-4-Piperidinecarboxamide (Bms- 387032). Molecular docking dapat dilakukan dengan banyak software yang dapat di download dengan gratis. Penelitian ini menggunakan *perangkat lunak AutoDock 4.2, Biovia Discovery Studio Visualizer, dan Pymol*.

2. Metode Penelitian

Alat

Perangkat keras yang digunakan yaitu Laptop Lenovo dengan spesifikasi Windows 10 bit dan perangkat lunak yang digunakan adalah *AutoDock 4.2, Biovia Discovery Studio Visualizer, Pymol, dan Autodock Vina*.

Subjek Penelitian

Protein target yang digunakan dapat diunduh dari www.pdb.org dengan X-Ray diffraction resolusi pengukuran adalah 1,80 Å yang disajikan pada (Gambar 1) dengan PDB ID: 5D1J. Ligan yang digunakan adalah chalcone senyawa antikanker leukemia yang telah dipersiapkan dan dilakukan preparasi dengan reseptor. Ligan pembeding chalcone di download di pubchem dengan formula kimia $C_{17}H_{24}N_4O_2S_2$ (Gambar 2).



Gambar 1 Protein target



Gambar 2 Ligan pembeding Chalcone

2.1 Prosedur penelitian

Preparasi protein dan ligan

Perangkat digunakan untuk memisahkan *native ligand* dari protein sehingga memperoleh berkas *native ligand*, protein tanpa ligan dengan mengabaikan keberadaan air dalam ekstensi pdb. Protein dan ligan dipersiapkan untuk menjadi berkas siap pakai berekstensi pdb dengan program *Discovery Studio*. Pemisahan ligan alami dengan makromolekul dilakukan pada aplikasi *Discovery Studio*. Sedangkan untuk ligan pembeding di ekstrak di aplikasi *pymol* setelah itu di preparasi di *Autodock Tools*.

Vaidasi Metode Doking

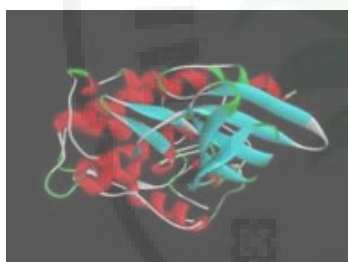
Docking molekular terhadap ligan natif dilakukan untuk mencari konformasi 3D native ligand terhadap reseptor dengan memperhatikan koordinat pusat dan besaran *gridbox* dari *binding site pocket* dalam satuan angstrom (Vina) atau *number of points* (AutoDock). Konformasi hasil docking yang diperoleh isejajarkan dengan konformasi *native ligand* hasil pengukuran Gkristalografi yang dinyatakan dalam nilai *root mean square deviation* (RMSD).

Docking Molekular dan Analisis Data

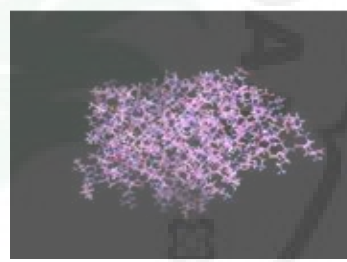
Docking ligan uji dilakukan untuk menghasilkan nilai *binding energy* dalam satuan kkal/mol. Nilai *binding energy* yang digunakan adalah yang memperoleh nilai semakin minus IG ditentukan dengan membandingkan luas daerah

4. Hasil Dan Pembahasan

Ligan dan protein yang telah diunduh dipreparasi sehingga diperoleh protein tanpa ligan dan air dengan perangkat lunak *Discovery Studio*. Berkas protein dipreparasi dengan program *Autodock* untuk menambah ikatan hidrogen polar kemudian di merge lalu diikat dengan ligan dan selanjutnya dipersiapkan untuk dimasukkan kedalam *grid box*. Validasi dengan menggunakan *gridbox* antara ligan dan protein dilakukan setiap *algoritma docking*. Proses docking perlu membuat *gridbox* untuk menentukan nilai koordinat pusat serta besaran *gridbox* tempat interaksi ligan dan protein, sehingga *gridbox* harus menutupi semua ligan dan reseptor. Data docking kemudian disajikan dalam berkas *config.txt*. Nilai dimensi dan pusat massa diperoleh dari hasil pembuatan *gridbox* yang dioptimasi. Ligan atau senyawa uji dalam penelitian ini berupa senyawa chalcone dengan reseptor 5d1j (Crystal Structure Of Cyclin- Dependent Kinase 2 (Cdk2-Wt) Complex With N-[5-[[[5-(1,1-Dimethylethyl)-2-Oxazolyl] Methyl]Thio]-2- Thiazolyl]-4-Piperidinecarboxamide (Bms-387032)) (Gambar 3), (Gambar 4), (Gambar 5) dan (Gambar 6).



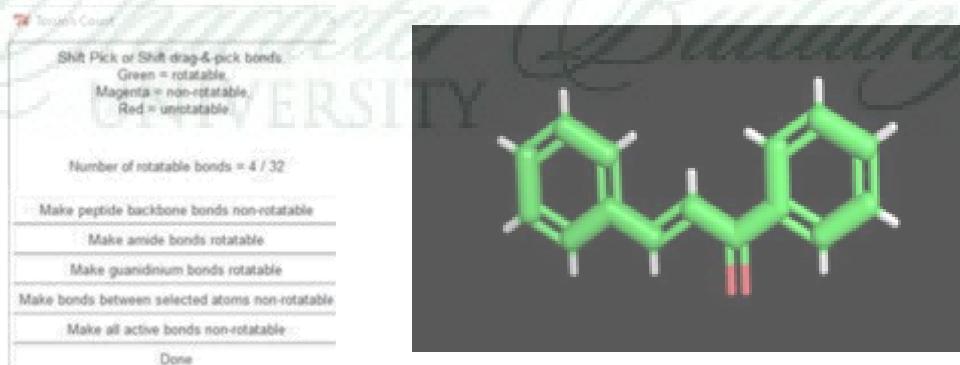
Gambar 2 Makromolekul



Gambar 3 Preparasi Makromolekul dengan hydrogen

Pada ligan alami tersebut terdapat 6 cincin karbon aromatic dan 7 ikatan rotatable. Terdapat rotatable berwarna green, nonrotatable berwarna magenta dan unrotatable berwarna red. Pada pengaturan *gridbox* dimana ligan alami diatur dengan $x=28, y=22, z=24$.

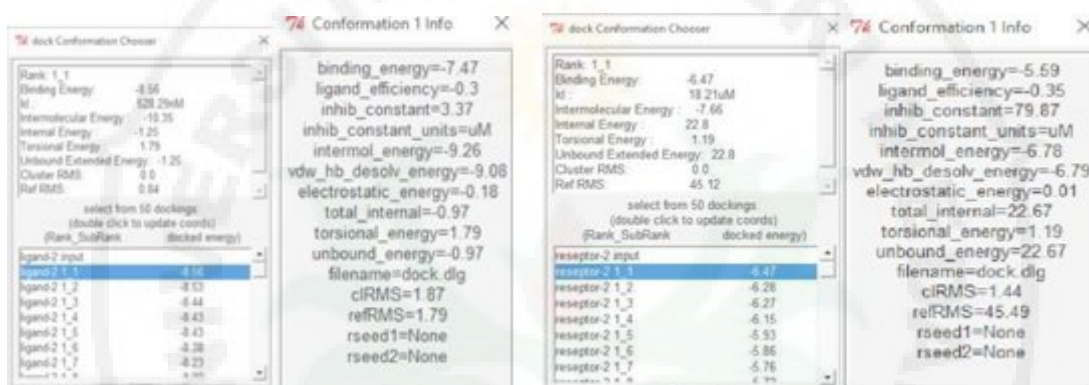
Selanjutnya senyawa chalcone yang diekstrak di aplikasi Pymol dan di preparasi di autodock tools. Didapat pada ligan pembanding chalcone ini 12 cincin karbon aromatic, 12 atom hidrogen non polar, dan 4 ikatan rotatable. Terdapat rotatable berwarna green, non rotatable berwarna magenta dan unrotatable berwarna red dengan number rotatable bonds 4/32 (Gambar 7). Pada pengaturan *gridbox* dimana ligan pembanding diatur dengan x,y,z dimension sama dengan ligan alami.



Gambar 7: Torsion count pada ligan pembanding (kiri) dan Ekstraksi ligan pembanding menggunakan aplikasi *pymo* (kanan)

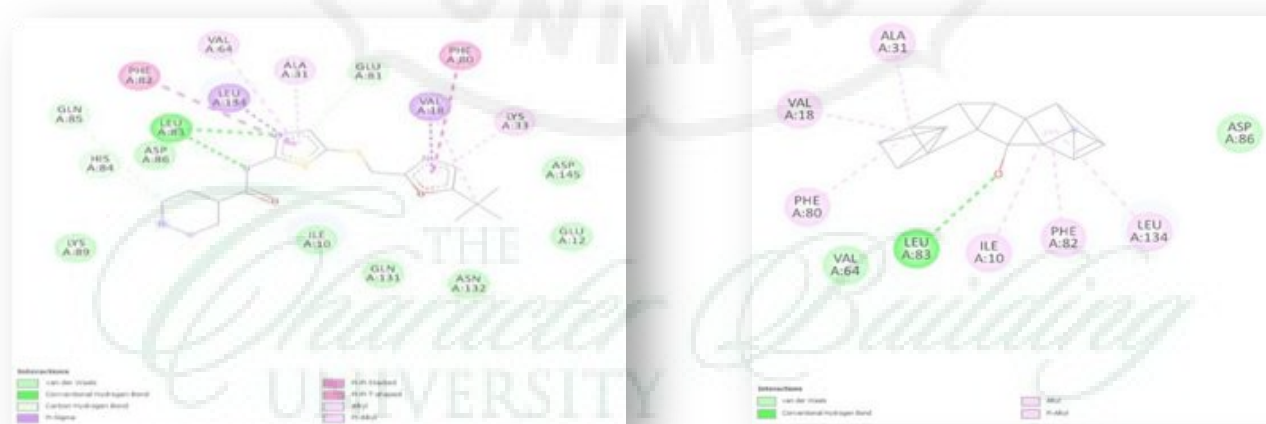
Dan kemudian pada proses *successful running* autogrid dan autodock didapatkan hasil validasi docking molecular dan analisis data pada ligan alami. Sistem docking untuk pusat massa dan besaran volume *gridbox* sudah sesuai. Penambatan antara ligan dengan reseptor diketahui kekuatannya dari bentuk ligan yang mempunyai energi terkecil. *Binding affinity* adalah nilai yang menunjukkan kemampuan ligan berikatan dengan reseptor. Jika semakin besar nilai afinitas ikatan, maka afinitas antara reseptor dengan ligan akan semakin rendah. Semakin kecil nilai afinitas binding, maka afinitas antara reseptor dengan ligan semakin tinggi.

Didapat RMSD untuk ligan alami sebesar 1,87. Analisis hasil docking ligan alami dengan binding energy sebesar -8.56 kl = 528.29 μm dan intermolecular energy sebesar -10.35. Sedangkan analisis hasil docking ligan pembanding dengan RMSD 1.44 dengan binding energy sebesar -6.47, kl = 18.21 μm dan intermolecular energy sebesar -7.66. Hasil binding energy minus ini menunjukkan hasil yang baik dan RMSD yang kurang dari 2 menunjukkan hasil yang baik (Gambar 8).



Gambar 9: Hasil Analisis Ligan Alami (kiri) dan Ligan Pembanding (kanan)

Hasil 2D diagram interaksi makromolekul dengan ligan alami, dan 2D interaksi makromolekul dengan ligan pembanding seperti ditunjukkan pada (Gambar 9). Dimana adanya ketersamaan ikatan Van Der Waals, ikatan konvensional hidrogen, dan Pi-sigma dari ligan alami dan ligan pembanding.



Gambar 9. Ligan alami (kiri) dan Ligan chalcone (kanan)

Simulasi dilakukan dengan menambatkan ligan ke sisi aktif pengikatan protein yang diketahui dengan Discovery Studio Daerah pengikatan ligan alami tersebut adalah (LYS₃₃, LYS₈₉, HIS₈₄, ASP₈₆, ASN₁₃₂, ASP₁₄₅, GLU₈₁, VAL₁₈, VAL₆₄, ALA₃₁, GLU₁₂, GLN₈₅, GLN₁₃₁, HIS₈₅, LEU₈₃, LEU₁₃₄, ILE₁₀, PHE₈₂, PHE₈₀). Terdapat interaksi yang terjadi antara Chalcone dengan protein 5D1J yaitu interaksi hydrogen. Interaksi hidrogen adalah interaksi yang terjadi antara atom hidrogen yang berikatan secara kovalen dengan atom elektronegatif donor dengan



atom elektronegatif lainnya yang bersifat sebagai reseptor. Ikatan hidrogen antara asam amino dan ligan menunjukkan interaksi molekular yang spesifik Pada senyawa chalcone terjadi 1 interaksi hidrogen dan 8 interaksi hidrofobik. Pada penambatan terarah kuinin terdapat 1 ikatan hidrogen pada asam amino LEU₈₃. Situs interaksi chalcone memiliki kesamaan sebanyak 8 asam amino, yaitu ALA₃₁, VAL₁₈, PHE₈₀, VAL₆₄, ILE₁₀, PHE₈₂, LEU₁₃₄, ASP₈₆. Kesamaan ini mengindikasikan kemiripan mekanisme aksinya terhadap protein 5D1J.

4. Kesimpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah berdasarkan molekular docking maka chalcone memiliki potensi aktivitas sebagai antikanker leukemia karena memiliki afinitas dan membentuk ikatan hydrogen dan dapat dilanjutkan uji aktivitas secara in vitro di laboratorium untuk mendapatkan hasil sebagai antikanker leukemia. Beberapa hal yang perlu diperbaiki untuk penelitian selanjutnya adalah referensi harus lebih banyak mendukung dan sebaiknya dilakukan uji di dalam laboratorium untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- [1] Sarda, S.R., Bhusare, S.R., Dake, S.A., Jadhav, W.N., dan Pawar, R.P. 2009. Solvent -free NaOH- Al₂O₃ supported synthesis of 1,3- diaryl-2-propene-1-ones. *International Journal of ChemTech Research*. 1(2): 265-269.
- [2] Tiwari, B., Pratapwar, A.S., Tapas, A.R., Butle, S.R., dan Vatkar, B.S. 2010. Synthesis and Antimicrobial Activity of some chalcone derivatives. *International Journal of ChemTech Research*. 2(1): 499-503.
- [3] Jayapal, M.R., Prasad, K.S., dan Sreedhar, N.Y. 2010. Synthesis and Characterization of 2,6-dihydroxy Substituted Chalcones Using PEG-400 as a Recyclable Solvent. *J. Pharm. Sci & Res*. 2(8):450-458.
- [4] Lonkar, S.M., Mogle, S.S., Vibhute, A.Y., dan Vibhute, Y.B. 2011 Green Approach for The Synthesis of Some New α,β - Unsaturated Ketimines under Water Suspension. *Orbital Elec. J. Chem*. 3(4):197-203.
- [5] Sharshira, E.M. dan Hamada, N.M.M. 2011. Synthesis and In Vitro Antimicrobial Activity of Some Pyrazolyl- 1-carboxamide Derivatives. *Molecules*. 16: 7736-5.
- [6] Brown, K., Gescher, A., dan Sale, S. 2012. Synthesis and Biological Evaluation of Novel Flavonols as Potential Anti-Prostate Cancer Agent. *European Journal of Medicin Chemistry*. 54: 952- 95
- [7] Patil, V.J. 2012. Synthesis and In Vitro Antiplateau Activity of Chalcone, Flavonol and Flavanol Derivatives. *IJPSR*. 3(12): 5006-5014.
- [8] Kulkarni, P., Wagh, P., dan Zubaidha, P. 2012. An Improved and Eco-Friendly Method for The Synthesis of Flavanone by The Cyclization of 2'-Hydroxy Chalcone using Methane Sulphonic Acid as Catalyst. *Chemistry Journal*. 2(3): 106-110.
- [9] Belson M, Kingsley B, Holmes A. Risk factors for acute leukemia in children: a review. *Environ Health Perspect*. 2007;115:138-145. Sarda, S.R., Bhusare, S.R., Dake, S.A., Jadhav, W.N., dan Pawar, R.P. 2009. Solvent-free NaOH-Al₂O₃ supported synthesis of 1,3- diaryl-2-propene-1-ones. *International Journal of ChemTech Research*. 1(2): 265- 269.
- [10] Marwati, Dwi J.S. 2012. Sintesis Senyawa Potensial Antikanker Turunan Metil Sinamat. Tesis. Depok: Universitas Indonesia.

