



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: Krakterisasi 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 Assessment 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 Estrogen-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



Studi Awal Konversi Limbah Pelepah Kelapa Sawit Menjadi *Bio-Oil* Dengan Teknik *Semi Fast Pyrolysis* sebagai Sumber Bahan bakar Alternatif

Muhammad Irvan Hasibuan¹, Adistya Fadhilah Husna¹, Fitria Febrianti, Rabiatul Adawiyah Pangaribuan¹, Tia Aulia Surbakti¹ dan Ahmad Nasir Pulungan^{2*}

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: nasirpl@unimed.ac.id.

Abstrak

Pelepah kelapa sawit merupakan limbah biomassa perkebunan yang sangat melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal, terutama didaerah Sumatera Utara. Kandungan Lignoselulosa, hemiselulosa dan selulosa yang terdapat dalam pelepah kelapa sawit secara berurutan yaitu 34,89%, 27,14%, dan 19,87%, dapat dikonversi menjadi produk bio-oil sebagai bahan baku energi alternatif melalui dekomposisi termal (pirolisis). Dalam Penelitian proses konversi pelepah kelapa sawit menjadi produk bio-oil dilakukan dengan teknik *Semi fast pyrolysis* menggunakan reaktor *system fixed-bed* dengan temperatur 500⁰C dengan tingkat pemanasan 45⁰C/menit. Produk bio-oil diukur nilai pH, Viskositas dan di analisis dengan GC-MS. Hasil konversi produk bio-oil diperoleh sebesar 38% (b/b) dengan Karakteristik nilai pH 3 dan viskositas 0,8934 N/m². Data GC-MS menunjukkan bahwa komposisi utama senyawa hidrokarbon dari bio-oil yaitu didominasi oleh senyawa turunan lignin, yaitu senyawa fenol, guaiacol, syringol, dan pyrocatechol. Pada penelitian selanjutnya *Bio-oil* akan dilakukan *upgrading* dengan proses hidrideoksigenasi dengan menggunakan katalis Cu dan Zn yang diembankan pada zeolit sintesis Mordenit. Produk *bio-oil* juga akan dianalisis elemental C, H, O dan N, nilai HHV, Density dan Nilai keasaman untuk menentukan potensinya sebagai sumber bahan bakar alternatif.

Kata kunci : Konversi, Pelepah kelapa sawit, fast pyrolysis, bio-oil, dan bahan bakar alternatif

Abstract

Oil palm fronds are plantation biomass waste that is very abundant and has not been utilized optimally, especially in the North Sumatra area. Oil palm fronds contain lignocellulose, hemicellulose and cellulose, respectively, namely 34.89%, 27.14%, and 19.87%, which can be converted into bio-oil products as an alternative energy source through thermal decomposition (pyrolysis). In this study, the conversion process was carried out used a fast pyrolysis technique using a fixed-bed system reactor with a temperature of 500 °C with a heating rate of 45°C/minute. The bio-oil product was measured by pH value, Viscosity and analyzed by GC-MS. The results of the conversion of bio-oil products were obtained at 38% (w/w) with a characteristic pH value of 3 and a viscosity of 0.8934 N.s/m². GC-MS data shows that the main composition of hydrocarbon compounds from bio-oil is dominated by lignin derivatives, namely phenol compounds, guaiacol, syringol, and pyrocatechol. In the next study, a fast pyrolysis process will be carried out using Cu and Zn catalysts embedded in zeolite synthesis Mordenite. The bio-oil product will also be analyzed for elemental C, H, O and N, HHV value, density and acidity value to determine its potential as an alternative fuel source.

Keywords: Conversion, Palm fronds, fast pyrolysis, bio-oil and alternative uels

1. Pendahuluan

Konsumsi bahan bakar dunia terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan dalam bidang transportasi dan industri, sementara bahan bakar yang bersumber dari minyak bumi bersifat tidak terbarukan. Hal ini memicu terjadinya kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) dunia sebagai akibat ketersediaan bahan bakar yang tidak seimbang dengan kebutuhan bahan bakar dunia. Mengutip CNCB berdasarkan data BPS, harga minyak dunia bergerak naik sepanjang tahun 2021. Dari awal tahun hingga saat ini tercatat harga minyak dunia acuan Brent sudah naik 53%. Bahkan harga minyak sempat menyentuh US\$ 80/barel,

tertinggi dalam tiga tahun terakhir, Di Indonesia secara historis juga menunjukkan tren yang sama terhadap peningkatan kebutuhan bahan bakar setiap tahunnya. Berdasarkan data BPS, nilai ekspor minyak Indonesia pada Agustus 2021 sebesar US\$ 322,8 juta dengan rincian US\$ 115,4 juta minyak mentah dan US\$ 207,4 juta hasil minyak. Sementara itu nilai impor minyak Indonesia pada Agustus 2021 sebesar US\$ 7.740,6 juta dengan rincian US\$ 2,449,1 juta minyak mentah dan US\$ 5.291,5 juta hasil minyak. Kenaikan harga sepanjang tahun 2021 mendongkrak nilai ekspor dan impor minyak Indonesia dibanding tahun 2020. Untuk itu, perlu dicari solusi untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil dengan bioenergi atau energi terbarukan[1].

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah bersumber dari biomassa. Sebagian besar biomassa terdiri dari tiga komponen biopolimer, yaitu selulosa (40–50 %), hemiselulosa (25–35 %), dan lignin (16–33 %). Biomassa ini dapat dikonversi menjadi sumber bahan bakar hidrokarbon cair dan produk kimia lainnya melalui proses termokimia yaitu pirolisis [2] (Ansari *et al*, 2019). Pirolisis merupakan proses termokimia dari dekomposisi termal biomassa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil baik dalam bentuk padat, cair, ataupun gas pada suhu 450–600°C tanpa kehadiran oksigen, uap organik dikondensasikan menjadi bio-oil dengan hasil mencapai 38–60% berat dari umpan yang dimasukkan[3]. Pelepah kelapa sawit merupakan salah satu limbah biomassa perkebunan yang belum dimanfaatkan secara optimal dan jumlahnya sangat melimpah di Sumatera Utara. Limbah pelepah sawit dapat diperoleh sepanjang tahun bersamaan dengan panen tandan buah segar sekitar 1 – 2 pelepah dalam sekali panen pada satu pohon, dengan produksi mencapai 40–50 pelepah/ pohon / tahun dengan berat sebesar 4,5 kg/pelepah[4,5]. Ditinjau dari komposisi kimia pelepah sawit mengandung komposisi selulosa, hemiselulosa dan lignin secara berturut-turut 34,89%, 27,14% dan 19,87%. Kandungan ini dapat dikonversi menjadi produk bio-oil melalui dekomposisi termal atau pirolisis yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku energi alternatif [6]. Karenanya limbah pelepah sawit ini sangat potensial dikembangkan untuk dikonversi menjadi produk bio-oil sebagai bahan baku energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Untuk menghasilkan Bio-oil yang maksimal harus memperhatikan faktor-faktor penting, seperti laju pemanasan yang tinggi, temperatur yang tinggi dan waktu tinggal yang singkat [7]. Fast pyrolysis adalah salah satu teknologi yang dapat menjanjikan persen produk cair lebih tinggi dibandingkan produk gas dan arang dengan mengontrol lingkungan saat proses berlangsung [8]. Banyak peneliti yang telah mempelajari teknologi pirolisis cepat, hal ini diminati karena menawarkan cara yang menarik dan fleksibel untuk menghasilkan bahan bakar terbarukan[9]. Abnisa dkk.[10] melakukan pirolisis cepat terhadap residu pohon kelapa sawit menggunakan reaktor *fixed bed*. Hasil maksimum Bio-oil yang diperoleh adalah 43,5% pada suhu 500°C, laju aliran gas 2 L/min selama 1 jam. Produk cair dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar bermutu rendah secara langsung, atau ditingkatkan kualitasnya menjadi lebih tinggi sebagai bahan bakar cair. Rahman et al. [11] melakukan pirolisis cepat limbah pelepah kelapa sawit dalam reaktor *fixed bed* pada suhu 400°C dengan perolehan bio-oil 47,4%.

Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan proses konversi limbah pelepah kelapa sawit menjadi produk bio-oil dengan teknik *semi fast pyrolysis*. Untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produk bio-oil proses konversi dilakukan pada suhu 500°C dalam reaktor sistem fixed bed dengan tingkat pemanasan 45°C/menit dengan aliran gas Nitrogen dan hidrogen secara kontinu.

2. Metode

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu *furnace* dengan termokopel, reaktor sistem *fixed-bed* dari bahan stainless steel, blender, timbangan analitik, gas N₂ dan H₂ (PT. Samator gas), oven, viskometer *Ostwald* dan *flow meter*. Bahan digunakan terdiri dari limbah pelepah kelapa sawit yang diperoleh dari perkebunan PTPN II Percut Sei Tuan.

2.2 Prosedur

Pada tahap awal dilakukan pemotongan pelepah kelapa sawit sekitar 3-5 cm. Pelepah sawit, kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak (*screening*) untuk mendapatkan ukuran lolos ayakan ±80 mesh. lalu di oven pada suhu 100°C selama 1 jam sehingga diperoleh Tepung pelepah sawit. Pada tahap selanjutnya, sejumlah g sampel tepung pelepah sawit dimasukkan kedalam reaktor pirolisis kemudian dialirkan gas nitrogen untuk mengeluarkan udara (O₂). Reaktor pirolisis dipanaskan sampai suhu 500°C dengan tingkat pemanasan 45°C/menit dengan tambahan aliran gas H₂ selama 2 jam. Produk pirolisis dilewatkan melalui kondensor dan ditampung sebagai produk bio-oil. Produk bio-oil diukur nilai pH, Viskositas dan di analisis komposisi kimianya dengan GC-MS. Skema reactor pirolisis ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema reaktor proses pirolisis dengan laju pemanasan $45^{\circ}\text{C}/\text{menit}$

3. Hasil dan Pembahasan

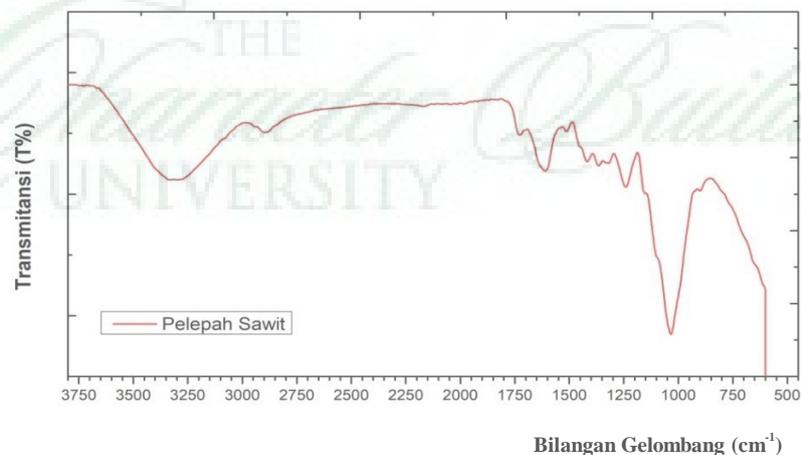
Proses penelitian diawali dengan menghaluskan sampel serat pelepah sawit (gambar 2.). Hal ini penting dilakukan dikarenakan faktor kunci yang mempengaruhi hasil produk cair selama proses pirolisis adalah kinetika reaksi, perpindahan panas, massa, dan transisi fasa. Parameter ini secara substansial dipengaruhi oleh ukuran partikel biomassa. Pengurangan ukuran partikel akan memfasilitasi perpindahan panas antar partikel dan meningkatkan hasil bio-oil. Ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan perpindahan massa dan panas di antara partikel di dalam reaktor yang mengakibatkan dekomposisi biomassa yang cepat serta waktu tinggal yang singkat di dalam reaktor, sementara ukuran partikel yang besar akan mengakibatkan perpindahan panas yang lebih sedikit dari permukaan luar ke dalam partikel dan mendukung pembentukan arang [12]. Hal ini sejalan dengan yang didapatkan Saif et al.[13] dimana dihasilkan produk bio-oil yang meningkat seiring dengan berkurangnya ukuran partikel biomassa ampas tebu yang dipirolisis.



Gambar 2. Serat pelepah sawit yang telah dikeringkan dan dihaluskan

3.1. Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

Hasil dari analisis spektroskopi FTIR berupa spektrum yang kemudian dianalisis untuk melihat keberadaan gugus fungsi atau perubahan pada jenis ikatan yang khas pada bilangan gelombang tertentu. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan lignoselulosa yang terdapat pada pelapah kelapa sawit.



Gambar 3. Spektra FTIR dari serat pelepah sawit

Tabel 1. Analisis Spektra FTIR Pada Serat Pelepah Sawit

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Jenis Senyawa
1000-1300	C-O-C	Eter
1270-1330	-OCH ₃	Metoksi
1349-1470	C-H	Alkana
1600-1800	C=O	Karbonil
2850-2960	C-H	Alkana
3000-3600	O-H	Alkohol

Pada Gambar 3. dapat dilihat spectra FTIR untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada serat pelepah sawit. Berdasarkan analisis data Tabel 1. Diketahui bahwa pada area 3000-3600 cm⁻¹ terdeteksi puncak yang menunjukkan gugus hidroksil -OH dari ikatan selulosa, puncak pada area 2850 cm⁻¹ - 2960 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus C-H dari kelompok metil dan metilen di dalam struktur molekul selulosa serta hemiselulosa. Pada area 1600-1800 cm⁻¹ terdeteksi puncak yang menunjukkan adanya gugus karbonil C=O dari komponen hemiselulosa dan lignin[14].

Menurut Huang et al. [15] spektrum lignin dapat diidentifikasi berdasarkan beberapa spektrum gugus fungsi diantaranya, pita pada 3400 cm⁻¹ dapat dikaitkan dengan gugus OH fenolik dan alifatik, pita pada 2934 cm⁻¹ dan 2850 cm⁻¹ mungkin merupakan regangan C-H pada gugus metil dan metilen, yang mengkonfirmasi terjadinya rantai samping. Munculnya gugus karbonil pada 1652 cm⁻¹ menunjukkan bahwa pita C=O berkonjugasi dengan cincin aromatik, yang biasanya memiliki aktivitas reaksi lebih rendah daripada yang tidak terkonjugasi [16]. Pita karakteristik yang terletak pada 1600, 1509, dan 1424 cm⁻¹ menunjukkan adanya cincin aromatik pada rangka fenil propana. Getaran C-H terkait dengan cincin aromatik terdeteksi pada 1463 cm⁻¹. Unit guaiacyl (G) terdeteksi oleh getaran kerangka aromatik pada 1270 cm⁻¹ dan aromatik pada getaran bidang C-H pada 1034 cm⁻¹. Unit syringyl (S) diidentifikasi puncak pada 1323 cm⁻¹ (vibrasi kerangka aromatik), 1125 (dalam getaran bidang CH), dan 835 cm⁻¹ (di luar bidang CH yang ditekuk pada posisi 2 dan 6 dari S).

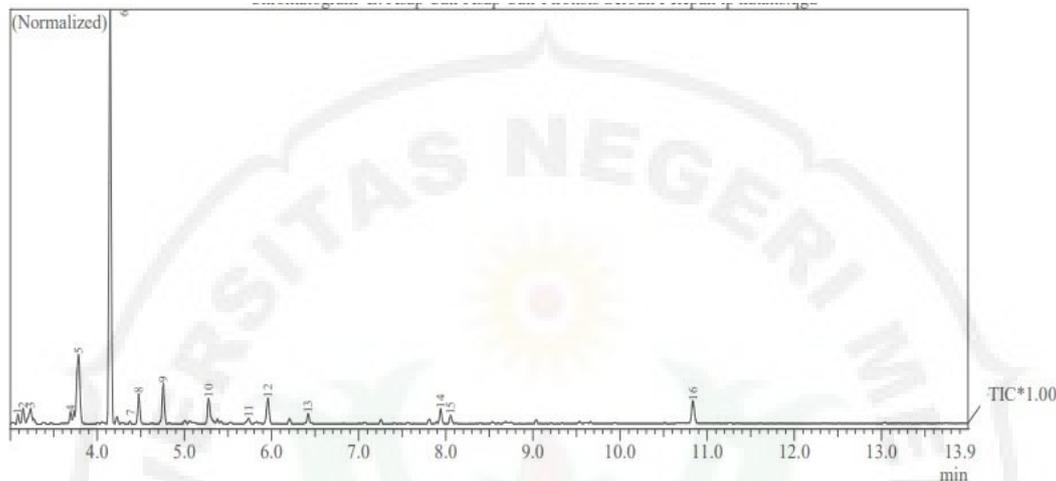
Sedangkan Menurut Mohadi et al. [17] spektrum FTIR selulosa standar menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 3350,7 cm⁻¹ yang merupakan gugus hidroksi (O-H) vibrasi regangan. Berikutnya puncak dengan bilangan gelombang 2901,3 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi regangan (C-H) dari gugus alkil yang merupakan kerangka pembangun struktur selulosa. Bilangan gelombang 1640 cm⁻¹ dan 1430 cm⁻¹ menunjukkan gugus alkil (C-H). Diperkuat pula oleh gugus eter (C-O) yang merupakan vibrasi regangan yang terletak pada bilangan 1282 cm⁻¹ dan 1035 cm⁻¹, yang merupakan penghubung rantai karbon dalam senyawa selulosa. Bilangan gelombang 898,50 cm⁻¹ merupakan cincin selulosa dari deformasi dan regangan (C - O - C), (C - C - O), dan (C - C - H). Berdasarkan data dan penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa pada pelepah kelapa sawit terkandung lignuselulosa meliputi lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang merupakan komponen penting untuk didekomposisi menjadi *bio-oil* melalui pirolisis.

3.2. Konversi produk hasil pirolisis

Pirolisis dilakukan pada suhu 500°C dengan reaktor sistem fixed bed, dari 10 gram serat pelepah sawit yang dipirolisis, dihasilkan produk *bio-oil* sebanyak 38 %. Jika dibandingkan hasil ini lebih sedikit dari penelitian Armay dkk.[18] dari 50 gram umpan yang digunakan didapatkan *yield bio-oil* maksimum sebesar 50 % dengan menggunakan katalis Co/Lempung 1% pada suhu 330°C. Perbedaan jumlah *bio-oil* yang didapat ini dapat disebabkan karena penggunaan katalis yang digunakan. Diketahui bahwa dalam studi Kaur et al. [19] konversi *bio-oil* dapat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya kandungan lignoselulosa didalam sampel, katalis, suhu dan tekanan proses, waktu pemanasan, dan ukuran partikel umpan yang digunakan. Pada penelitian Ansari et al. [2] diketahui bahwa hemiselulosa merupakan senyawa yang tidak stabil secara termal sehingga cenderung cepat terurai dibanding selulosa dan hemiselulosa yaitu pada rentang 200-500°C, sedangkan untuk selulosa dan lignin masing-masing terdekomposisi pada rentang suhu 300-500°C dan 350-500°C.

3.3. Karakteristik bio-oil

Analisis dengan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS) digunakan untuk menganalisa kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam bio oil hasil pirolisis. Hasil analisa CG-MS ditemukan senyawa yang terdiri dari kelompok senyawa aromatik, senyawa alifatik hidrokarbon, senyawa asam dan jenis lainnya. Adapun data kromatogram senyawa yang terkandung dalam *bio-oil* hasil pirolisi dapat dilihat pada (gambar 4.) dibawah ini :



Gambar 4. Kromatogram GC-MS *Bio-oil* dari serat pelepah sawit

Berdasarkan gambar 4 mengenai data kromatogram GC-MS *bio-oil* dari serat pelepah sawit diketahui bahwa terdapat 16 komponen senyawa yang terkandung didalamnya, dengan 5 puncak tertinggi masing-masing yaitu fenol pada luas area 52.91%, 5-Methylfulfural area 13.66%, 2-cyclopenten-1-one pada area 5.31%, 2-Acetyltetrahydrofuran pada area 4.18 %, dan guaiacol pada area 3.75%. Menurut Ansari et al. [2] kandungan fenol serta guaiacol yang diperoleh berasal dari dekomposisi lignin pada suhu 350-500°C yang terdapat pada biomassa. Komponen 5-Methylfulfural dan 2-cyclopenten-1-one merupakan dekomposisi dari selulosa pada suhu 300-400°C, sedangkan 2-Acetyltetrahydrofuran merupakan hasil dari dekomposisi hemiselulosa. Secara keseluruhan kandungan senyawa dalam *bio-oil* hasil pirolisis serat pelepah sawit didominasi oleh turunan lignin, yaitu senyawa fenol, guaiacol, syringol, dan pyrocatechol. Hasil yang didapat ini sejalan hasil penelitian Charis et al. [20] yang melaporkan bahwa senyawa fenolik dan turunannya merupakan senyawa utama yang terdeteksi dalam sampel *bio-oil*, hasil pirolisis serbuk pohon pinus dan *acacia tortilis*. Sementara itu Berdasarkan Graca et al. [21] komponen *bio-oil* seperti senyawa oksigenat yang terdiri dari fenol, asam asetat, dan hidroksi aseton dapat menurunkan kualitas *bio-oil*. Dengan banyaknya Senyawa fenol yang terbentuk akan mempengaruhi karakteristik *bio-oil* diantaranya dapat meningkatkan viskositas, menurunkan pH, meningkatkan keasaman, dan menurunkan nilai kalor.

Berdasarkan analisis, nilai viskositas *bio-oil* dari serat pelepah sawit yang dipirolis diperoleh sebesar 0,8934 N.s/m². Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai viskositas standar *bio-oil* yaitu 40-100 cP [22]. Viskositas menjelaskan ketahanan internal fluida untuk mengalir. Semakin rendah viskositas suatu fluida, semakin besar pula pergerakan dari fluida tersebut. Nilai viskositas yang lebih kecil dari standar tersebut akan membuat atomisasi bahan bakar dan udara menjadi kurang baik, sehingga mengakibatkan evaporasi yang lebih sedikit dan pembakaran berlangsung secara tidak sempurna. [23].

Hasil analisis pH didapati bahwa *bio-oil* memiliki kadar pH ± 3 , hal ini sesuai dengan pendapat Zulkarnia [24] bahwa keasaman *bio-oil* cukup tinggi yaitu berkisar antara 2,3 -2,7. Derajat keasaman yang tinggi ini disebabkan adanya kandungan asam organik yang dihasilkan dalam proses pirolisis. Namun Keasaman yang tinggi membuat *bio-oil* tidak dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar pada mesin hanya dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung seperti boiler, penggunaan untuk mesin tidak disarankan karena dapat menyebabkan mesin berkarat akibat kandungan asam yang tinggi. Untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin, harus dilakukan upgrading dengan beberapa alternatif cara seperti yang dikaji oleh Ahamed et al. [25] antara lain catalytic cracking, steam reforming, esterifikasi dan lain - lain, dimana senyawa dengan berat molekul tinggi akan terpecah menjadi senyawa alkana. Dan salah satu



metode yang banyak dikaji dan efektif dalam meningkatkan kualitas *bio-oil* adalah dengan metode hidrodeoksigenasi dengan bantuan katalis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, konversi limbah pelepah kelapa sawit menjadi produk *bio-oil* telah berhasil dilakukan dengan teknik *semi fast pyrolysis* pada suhu 500°C dengan sistem reaktor *fixed bed*. Dari 10 gram serat pelepah sawit yang dipirolysis, dihasilkan produk *bio-oil* sebanyak 38 %. Berdasarkan analisis FTIR diketahui bahwa pelepah kelapa sawit mengandung lignoselulosa meliputi lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Adapun karakteristik *bio-oil* yang didapat berdasarkan analisis GC-MS diketahui bahwa terdapat 16 komponen senyawa yang terkandung dalam *bio-oil*, dengan didominasi oleh komponen turunan lignin, yaitu senyawa fenol, guaiacol, syringol, dan pyrocatechol. Nilai viskositas *bio-oil* yaitu 98×10^{-5} cSt, sedangkan keasaman *bio-oil* tergolong cukup tinggi yaitu ± 3 , hal ini membuatnya kurang efektif jika langsung digunakan sebagai bahan bakar. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya akan dilakukan *upgrading* dengan proses hidrodeoksigenasi menggunakan katalis logam Zn dan Cu yang diimbangkan pada zeolit mordenit.

Daftar Pustaka:

- [1] Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Ekspor dan Impor MIGAS Indonesia*. BPS, Jakarta.
- [2] Ansari, K. B., Arora, J. S., Chew, J. W., Dauenhauer, P. J., & Mushrif, S. H. (2019). Fast pyrolysis of cellulose, hemicellulose, and lignin: effect of operating temperature on bio-oil yield and composition and insights into the intrinsic pyrolysis chemistry. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 58(35), 15838-15852.
- [3] Goyal, H. B., Seal, D., & Saxena, R. C. (2008). Bio-fuels from thermochemical conversion of renewable resources: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (2) :504-517.
- [4] Umiyasih, U., Aryogi & Y. N. Anggraeny. (2003). Pengaruh Jenis Suplementasi Terhadap Kinerja Sapi Peranakan Simental yang Mendapatkan Pakan Basal Jerami Padi Fermentasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertanian, Bogor. Hal : 139 – 142.
- [5] Sianipar, J. , L. P Batubara, S. P. Ginting, K. Simanihuruk dan A. Tarigan. (2003). *Analisis Potensi Ekonomi Limbah dan Hasil Ikutan Perkebunan Kelapa Sawit sebagai Pakan Kambing Potong*. Laporan Hasil Penelitian. Loka Penelitian Kambing Potong Sungai Putih, Sumatra Utara.
- [6] Maulina, S., Nurtahara, & Fakhradila (2018). Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Fenol Pada Asap Cair. *Jurnal Teknik Kimia USU*,7(2): 12-16.
- [7] Uzun, B. B., Putun, A. E., & Putun, E. (2007). Rapid Pyrolysis of Olive Residue. 1. Effect of Heat and Mass Transfer Limitations on Product Yields and Bio-oil Compositions. *Energy & Fuels*,21 (3): 1768- 1776.
- [8] Abdullah, N., & Gerhauser, H. (2008). Bio-oil derived from empty fruit bunches. *Fuel*, 87 (12): 2606–2613.
- [9] Abdullah, N., Gerhauser, H., & Sulaiman, F. (2010). Fast pyrolysis of empty fruit bunches. *Fuel*, 89 (8):2166–2169.
- [10] Abnisa, F., Arami A.N, Wan Daud W.M.A., Sahu, J.N., & Noor, M. (2013). Utilization of oil palm tree residues to produce bio-oil and bio-char via pyrolysis. *Energy Convers. Manag*, 76: 1073–1082.
- [11] Rahman, A. A., Abdullah, N., & Sulaiman, F. (2014). Temperature Effect on the Characterization of Pyrolysis Products from Oil Palm Fronds. *Advances in Energy Engineering (AEE)* 2: 14-21.
- [12] Bhoi, P.R., Ouedraogo, A.S., Soloiu, V., & Quirino, R. (2020). Recent advances on catalysts for improving hydrocarbon compounds in bio-oil of biomass catalytic pyrolysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121: 1-13.
- [13] Saif, A. G. H., Wahid, S. S., & Ali, M. R. O. (2020). Pyrolysis of Sugarcane Bagasse: The Effects of Process Parameters on the Product Yields. *Materials Science Forum*, 1008: 159-167.
- [14] Das, S., (2017). Mechanical Properties of Waste Paper/Jute Fabric Reinforced Polyester Resin Matrix Hybrid Composites. *Carbohydrate Polymers*, 172: 60–67.
- [15] Huang, Y., Liu, H., Yuan, H., Zhan, H., Zhuang, X., Yuan, S., Yin, X., & Wu, C. (2018). Relevance between chemical structure and pyrolysis behavior of palm kernel shell lignin. *Science of the Total Environment*, 633: 785–795.
- [16] Wang, S., Ru, B., Lin, H., Sun, W., Luo, Z., (2015). Pyrolysis behaviors of four lignin polymers isolated from the same pine wood. *Bioresour Technol*. 182: 120–127.



- [17] Mohadi, R., Saputra, A., Hidayati, N., & Lesbani, A. (2014). Studi Interaksi Ion Logam²⁺ Dengan Selulosa Serbuk Kayu. *Jurnal Kimia*, 8 (1): 1-8.
- [18] Army, E. O., Bahri, S., & Yusnimar. (2014). Produksi Bio-oil dari Biomassa Pelepah Sawit Menjadi Bio- Oil Menggunakan Katalis Co/Lempung dengan Metode Pirolisis. *Jom FTEKNIK*, 1(2): 1-7.
- [19] Kaur, R., Gera, P., & Jha, M. K. (2015). Study on Effects of Different Operating Parameters on the Pyrolysis of Biomass: A Review. *Journal of Biofuels and Bioenergy*, 1(2):135-147.
- [20] Charis, G., Danha, G., & Muzenda, E. (2020). Optimizing Yield and Quality of Bio-Oil: A Comparative Study of Acacia tortilis and Pine Dust. *Processes*, 8 (551): 1-19.
- [21] Graca, I., Ribeiro, F. R., Cerqueira, H.S., Lam, Y.L., & M.B.B. de Almeida. (2009). Catalytic cracking of mixtures of model bio-oil compounds and gasoil. *Applied Catalysis B: Environmental*. 90(3): 556-563.
- [22] Dickerson, T., & Soria, J. (2013). Catalytic Fast Pyrolysis: A Review. *Energies*, 6: 514-538.
- [23] Erawati, E., Sediawan, W.B., & Mulyono, P. (2013). Karakteristik *Bio-oil* hasil pirolisis ampas tebu (Bagasse). *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 15(2): 47-55.
- [24] Zulkarnia, A. (2016). Pengaruh Temperatur Dan Ukuran Partikel Biomassa Terhadap Bio-Oil Hasil Pirolisis Ampas Tebu / Baggase. *Teknoin*, 22(5): 328-336.
- [25] Ahamed, T.S., Anto, S., Mathimani, T., Brindhadevi, K., & Pugazhendhi, A. (2020). Upgrading of bio-oil from thermochemical conversion of various biomass – Mechanism, challenges and opportunities. *Fuel*, 287: 1-12.

