

ISBN : 978 - 602 - 432 - 004 - 2

Prosiding

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA 2016

SINERGI RISET KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA DALAM
MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA BERBASIS
SUMBER DAYA ALAM SUMATERA UTARA

Hotel Madani - Medan
30 - 31 Mei 2016

THE
Character
UNIVERSITY



Kerjasama :
Pascasarjana Pendidikan kimia
Universitas Negeri Medan
dengan
Pascasarjana Ilmu Kimia
Universitas Sumatera Utara

Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia 2016

“Sinergi Riset Kimia Dan Pendidikan Kimia Dalam Meningkatkan
Daya Saing Bangsa Berbasis Sumber Daya Alam Sumatera Utara”

Hotel Madani Medan, 30 - 31 Mei 2016

Kerjasama :

Pascasarjana Pendidikan Kimia
Universitas Negeri Medan (UNIMED)
Dengan
Pascasarjana Ilmu Kimia
Universitas Sumatera Utara (USU)

Reviewer:

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si
Prof. Dr. Basuki Wirjosentono, M.S., Ph.D
Prof. Dr. Albinus Silalahi, M.S
Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc., Ph.D
Prof. Dr. Harry Agusnar, M.Phil
Dr. Mahmud, M.Sc
Dr. Ir. Nur Fajriani, M.Si
Dr. Saronom Silaban, M.Pd
Dr. Murniaty Simorangkir, M.Si
Dr. Ajat Sudrajat, M.Si

Editor :

Vivi Purwandari, S.Si., M.Si
Ahmad Nasir Pulungan, S.Si., M.Sc
Lisnawaty Simatupang, S.Si., M.Sc
Junifa Layla Sihombing, S.Si., M.Sc
Dina Grace Aruan, S.Pd., M.Pd
Dra. Ani Sutiani, M.Si
Drs. Jamalum Purba, M.Si
Dra. Ratu Evina Dibyantini, M.Si
Drs. Bajoka Nainggolan, M.Si
Drs. Marudut Sinaga, M.Si
Dra. Anna Juniar, M.Si
Dra. Khalida Agustina, M.Pd

 **UNIMED PRESS**
2016

THE
Character
UNIVERSITY

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Karunia dan Rahmat-Nya Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2016, yang telah diselenggarakan pada tanggal 31 Mei 2016 di Hotel Madani Medan Sumatera Utara dengan tema” **Sinergi Riset Kimia Dan Pendidikan Kimia Dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa Berbasis Sumberdaya Alam Sumatera Utara**”, dapat diselesaikan. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan prosiding ini.

Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia adalah seminar tahunan yang diselenggarakan oleh Program Pascasarjana Kimia Departemen Kimia FMIPA USU dan Program Pascasarjana Pendidikan Kimia Unimed. Melalui seminar ini diharapkan berbagai hasil penelitian, ide dan pemikiran peneliti di bidang kimia, praktisi kimia an pendidikan kimia. Seminar ini juga diharapkan dapat menjadi wadah bagi peneliti, akademisi, pemerintah dan *stake holder* lainnya untuk bekerjasama dan sharing terkait peran strategis kimia dan pendidikan kimia dalam upaya mempersiapkan dan meningkatkan daya saing generasi penerus dalam pembangunan bangsa Indonesia. Makalah yang termuat dalam prosiding ini terdiri dari makalah dari *keynote Speaker*, makalah utama bidang kimia yang mencakup bidang Kimia Analitik, Kimia Organik dan Anorganik, Kimia Fisik dan Polimer, Biokimia dan Bioteknologi dan Pendidikan kimia.

Alakhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penerbitan prosiding ini dan semoga Prosiding ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan kimiawan, pengguna ilmu kimia dan pemerhati pendidikan kimia maupun pembaca lainnya.

Medan, Agustus 2016

Tim Editor

THE
Character Building
UNIVERSITY

KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA

Salam sejahtera bagi kita semua..

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya yang telah dilimpahkan kepada kita semua, sehingga kita dapat bertemu, berbagi pengetahuan dan pengalaman serta berdiskusi dalam kegiatan Seminar Nasional Kimia tahun 2016 ini. Seminar ini diawali dengan alm. Bapak Drs. Rahmat Nauli, M.Si selaku ketua panitia, untuk itu marilah kita bersama-sama mendoakan almarhum agar dapat diterima disisi Allah SWT. Amiiin.

Seminar Nasional Kimia ini adalah seminar tahunan yang terselenggara berkat kerjasama Pascasarjana Pendidikan Kimia UNIMED dengan Pascasarjana Ilmu Kimia dan Departemen Kimia FMIPA USU. Tema Seminar kita tahun ini adalah **“Sinergi riset kimia dan pendidikan kimia dalam meningkatkan daya saing bangsa berbasis sumber daya alam sumatera utara”**. Melalui seminar ini diharapkan dapat terpublikasi berbagai hasil penelitian, ide dan pemikiran para ilmuwan dibidang kimia, praktisi kimia, pendidikan kimia dan menjadi media bagi peneliti, pemerintah dan stake holder lainnya untuk bekerjasama dan sharing terkait peran strategis kimia dan pendidikan kimia dalam upaya mempersiapkan dan meningkatkan daya saing generasi penerus dalam pembangunan bangsa Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, panitia telah mengundang para peneliti, pendidik, mahasiswa, dan pemerhati bidang kimia dari berbagai instansi di wilayah tanah air. Undangan tersebut telah ditanggapi oleh hadirnya 150 orang peserta dari berbagai kalangan dimana 89 peserta mempresentasikan makalahnya. Sebagai pemakalah kunci, Prof. Dr. Toto Subroto, MS (Unpad), Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si (UNIMED), Prof. Basuki Wirjosentono, Ph.D (USU), Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si (UPI), Muhammad Marto Prawiro, MS., Ph.D (ITB/HKI), Abun Lie (PT. Ecogreen Oleochemical), Suwidji Wongso Ph.D (PT. Angler BioChemLab).

Dengan ucapan yang tulus, panitia menyampaikan terima kasih pada pemakalah kunci, peserta pemakalah, peserta non pemakalah, juga segenap undangan kami atas peran sertanya dalam seminar ini. Panitia telah berupaya mempersiapkan sebaik-baiknya, namun apabila terdapat kekurangan pada pelayanan kami, baik dalam penyediaan fasilitas, penyampaian informasi, maupun dalam memberikan tanggapan, kami mohon dimaafkan. Akhir kata, kami sampaikan selamat berseminar, kiranya kita semua dapat memperoleh manfaat bersama dari seminar ini.

Wassalamualaikum Wr.wb.

Medan, Agustus 2016
Ketua Panitia,

Vivi Purwandari, S.Si., M.Si

SAMBUTAN DIREKTUR PASCASARANA UNIMED

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, berkat rahmat dan kasihnya kita dapat mengikuti kegiatan Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia yang diselenggarakan atas kerjasama Pascasarjana Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Medan dengan PascaSarjana Ilmu Kimia Departemen Kimia, FMIPA Universitas Sumatera Utara Medan. Kami mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar dan semoga kegiatan ini memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu kimia dan pendidikan kimia. Kegiatan seminar ini juga menjadi wadah bagi para akademisi, peneliti, industri, stakeholder, dan para guru untuk saling dapat bertukar pengalaman dan ilmu. Penyelenggaraan seminar ini begitu penting bagi kami mengingat Unimed saat ini sedang menuju pada *Character Building University* yang bersinergi dengan visi menjadi universitas yang unggul dibidang pendidikan, rekayasa industri, dan budaya.

Senar Nasional Kimia tahun 2016 merupakan kegiatan ilmiah tahunan yang diselenggarakan oleh Pascasarjana Unimed dan USU, dan pada tahun ini Unimed menadi *host* dalam kegiatan ini. Senar Nasional Kimia tahun 2016 ini bertema **“Sinergi riset kimia dan pendidikan kimia dalam meningkatkan daya saing bangsa berbasis sumber daya alam sumatera utara”**. Kami telah mengundang para peneliti, pendidik, industri, mahasiswa, dan pemerhati bidang kimia dari berbagai instansi di wilayah tanah air. Undangan tersebut telah ditanggapi oleh hadirnya 150 orang peserta dari berbagai kalangan dimana 89 peserta mempresentasikan makalahnya. Kegiatan Seminar ini menghadirkan *keynote speaker* Prof. Dr. Toto Subroto, MS (Unpad), Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si (UNIMED), Prof. Basuki Wirjosentono, Ph.D (USU), Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si (UPI), Muhammad Marto Prawiro, MS., Ph.D (ITB/HKI), Abun Lie (PT. Ecogreen Oleochemical), Suwidji Wongso Ph.D (PT. Angler BioChemLab). Saya selaku Ketua/direktur Pascasarjana Unimed mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada seluruh panitia yang telah bekerja keras untuk terselenggarakannya kegiatan Seminar ini.

Akhir kata, semoga apa yang menadi tujuan dan harapan pada kegiatan Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia ini dapat terwujud.

Hormat Saya,
Direktur Pascasarjan Unimed,

Prof. Dr. Bornok Sinaga, M.Pd

THE
Character Building
UNIVERSITY

SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN KIMIA PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Yang saya hormati dan saya muliakan :

Bapak Gubernur Sumatera Utara, Bapak Rektor Universitas Negeri Medan beserta jajarannya, Bapak Rektor Universitas Sumatera Utara beserta jajarannya, Bapak Walikota Medan, Bapak Kordinator Kopertis Wilayah I, Ketua Himpunan Kimia Indonesia (HKI), Bapak Ibu Pimpinan PTN/PTS, Dekan dan Wakil Dekan, Direktur dan Wakil Direktur Pascasarjana, Ketua dan Sekretaris Jurusan, rekan Ketua dan Sekretaris Prodi, Kepala Laboratorium, para Guru Besar, Bapak Ibu *Keynote Speaker*, para Pemakalah, mahasiswa S1, S2 dan S3, Panitia Pelaksana Seminar, peserta para Undangan, para sponsor, serta hadirin sekalian.

Selamat pagi dan Salam Sejahtera untuk kita semua

Segala Puji dan Syukur saya panjatkan kepada Tuhan atas berkat dan karuniaNya, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia Tahun 2016, Selasa tanggal 31 Mei 2016 di Hotel Madani Medan, yang terselenggara atas kerjasama Program Pascasarjana Pendidikan Kimia UNIMED dengan Pascasarjana Kimia USU dapat terlaksana dengan baik. Ini tentu tidak luput dari dukungan semua pihak terlebih Rektor UNIMED dan Rektor USU, Direktur Pascasarjana UNIMED dan Dekan FMIPA USU, sehingga kami Ketua dan Sekretaris Program Studi beserta mahasiswa-nya melanjutkan niat baik membangun negeri ini dari Sumatera Utara melalui thema ***“Sinergi Riset Kimia dan Pendidikan Kimia Dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa Berbasis Sumber Daya Alam Sumatera Utara”***.

Pelaksanaan seminar nasional ini kami lihat sangat mendukung Visi Prodi Magister Pendidikan Kimia Pascasarjana Unimed ***“Menjadi program magister pendidikan Kimia yang bermutu dan bergengsi akademis tinggi untuk membentuk kepribadian, pengembangan ilmu kimia/sains dan pengembangan teknologi”***. Thema seminar ini juga sangat sinergi dengan Roadmap penelitian yang kami susun sebagai aktualisasi dan penguatan semboyan Unimed sebagai ***“Character Building University”***, karena manusia yang berdaya saing akan tercipta jika memiliki karakter dan budaya yang baik, dan ini kami kerjakan sesuai motto Unimed ***“Kerjakan sesuatu dengan ikhlas dan benar”***.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih kepada Bapak Gubernur Sumatera Utara, Bapak Rektor UNIMED, Bapak Rektor USU, Bapak Walikota Medan, Bapak Direktur Pascasarjana Unimed dan Ibu Dekan FMIPA USU, para Panitia yang sangat gigih, para Pemakalah, para mahasiswa serta hadirin. Terkhusus ucapan terima kasih kami kepada para Pemakalah Utama : Bapak Muhamad Martoprawiro, M.S., Ph.D. (ITB, Bandung, Ketua HKI), Prof. Dr. Anna Permanasari, M.Si. (UPI Bandung), Bapak Abun Li (PT Ecogreen Oleochemical, Batam), Bapak Prof. Dr. Toto Subroto, M.S. (Unpad, Bandung), Bapak Suwiji Wongso, Ph.D (PT Angler BioChemLab, Surabaya), Bapak Prof. Drs. Basuki Wirjosentono, Ph.D. (USU, Medan), juga kepada para sponsor. Kami mohon maaf bilamana ada kekurangan dan kesalahfahaman yang kami lakukan. Kami berharap agar kegiatan Seminar Nasional kerjasama USU dan UNIMED dapat terlaksana secara berkala dan kualitasnya semakin meningkat.

Medan, 31 Mei 2016,
Ketua Prodi Magister Pendidikan Kimia,

Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si.

SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Yang saya hormati :

Bapak Gubernur Sumatera Utara, Bapak Rektor Universitas Sumatera Utara, Bapak Ibu Wakil Rektor, Dekan dan Wakil Dekan, Direktur dan Wakil Direktur Pascasarjana, Ketua Himpunan Kimia Indonesia (HKI), Ketua dan Sekretaris Jurusan, Ketua dan Sekretaris Prodi, Kepala Laboratorium, para Guru Besar, Bapak Ibu Keynote Speaker, para Pemakalah, mahasiswa, Panitia, peserta serta hadirin sekalian yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Assalamualaikum Wr. Wb.

Patutlah kita bersyukur kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmatNya, terlaksananya Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia Tahun 2016 hari ini Selasa tanggal 31 Mei 2016 di Hotel Madani Medan, yang terselenggara atas kerjasama Program Pascasarjana Pendidikan Kimia UNIMED dengan Pascasarjana Kimia USU. Menurut laporan Panitia, ini adalah kegiatan seminar bersama yang kedua dan yang pertama dilaksanakan tanggal 19 Mei 2015 yang lampau di tempat ini juga. Untuk itu, secara pribadi, saya menyampaikan Selamat kepada kedua Program Studi atas kegigihannya untuk melaksanakan Seminar Nasional ini.

Para kimiawan yang saya muliakan, Tema Seminar tahun ini adalah **“Sinergi Riset Kimia dan Pendidikan Kimia Dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa Berbasis Sumber Daya Alam Sumatera Utara”** Kami melihat hal ini sangatlah sesuai dengan kebutuhan pembangunan daerah ini ke depan, terlebih menghadapi tantangan regional dan global, khususnya MEA yang sudah dimulai. Bapak ibu dosen dan mahasiswa pascasarjana kimia dan pendidikan kimia sudah selangkah lebih maju untuk memikirkan potensi daerah kita, terlebih menggali sumber daya alam yang selama ini belum digunakan secara optimal. Melalui seminar ini, kami berharap, bapak ibu dapat bertukar pikiran untuk mensinergikan hasil-hasil penelitian di kampus dengan kebutuhan masyarakat dan berkolaborasi dengan stakeholder dan industri.

Bapak Ibu Panitia Seminar, para mahasiswa dan dosen pascasarjana kimia di USU dan UNIMED, kami melihat bahwa baik thema, makalah para nara sumber utama (*keynote speaker*), makalah presentasi oral maupun poster, sudah dikemas dengan bagus dan semuanya mendukung Visi UNIMED **“Menjadi universitas yang unggul di bidang pendidikan, rekayasa industri dan budaya”**, khususnya arah pembangunan UNIMED tahun 2017 **“Unimed sebagai pusat inovasi pendidikan yang mendukung perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, penjaminan mutu dan pembudayaan produk-produk pendidikan tingkat nasional berbasis riset”**.

Bapak, Ibu serta hadirin yang saya hormati, kami berharap agar kegiatan ilmiah tingkat pascasarjana seperti ini hendaknya dijadikan sebagai budaya akademik terjadwal guna mendukung pencapaian kompetensi mahasiswa di level 8 ataupun level 9 sesuai KKNI, bahkan sangat berkontribusi pada peningkatan nilai akreditasi institusi (AIPT) maupun akreditasi program studi merujuk standar yang ditetapkan oleh BAN PT Kemristekdikti. Akhirnya, saya ucapkan selamat dan terima kasih kepada seluruh Panitia atas terselenggaranya kegiatan ini.

Medan, 31 Mei 2016,
Rektor UNIMED,

Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd.
NIP. 196202031987031002

SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Assalamualaikum Wr. Wb.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai kenikmatan kepada kita sekalian. Salah satu nikmat yang sekarang kita rasakan adalah nikmat kesehatan sehingga kita dapat menyelenggarakan seminar nasional ini.

Selanjutnya perkenankan saya menyampaikan penghargaan kepada Ketua Panitia beserta seluruh jajaran kepanitiaan Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2016 yang telah mempersiapkan terselenggaranya seminar nasional ini. Adapun dari rancangan kegiatan seminar ini ikut melibatkan pihak-pihak yang tidak saja berasal dari lingkup akademik tapi juga dari lingkup industri. Hal ini sangat penting untuk saya sampaikan mengingat Sekolah Pasca Sarjana Ilmu Kimia pada khususnya dan Universitas Sumatera Utara pada umumnya sedang berupaya untuk menuju *National Achievement Global Reach* yang merupakan satu langkah dari program strategis USU dalam mewujudkan visi USU sebagai *University of Industry*.

Secara khusus perkenankan pula saya sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Toto Subroto dari UNPAD, Prof. Dr. Anna Permanasari dari UPI, Muhammad Marto Prawiro dari ITB yang berasal dari kalangan akademisi dan Bapak Abun Lie dari PT. Ecogreen Oleochemical dan Bapak Suwidji Wongso dari PT. Angler BioChemLab yang berasal dari kalangan industri dan telah berkenan menjadi *keynote speaker* pada seminar nasional ini.

Seminar nasional dengan tema "**Sinergi Riset Kimia dan Pendidikan Kimia Dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa Berbasis Sumber Daya Alam Sumatera Utara**" tentu saja akan bermanfaat bagi pengembangan ilmu kimia dan bidang ilmu terkait lainnya. Pengembangan tersebut tentu saja baik ditinjau dari sisi materi, penelitian maupun teknologi pembelajarannya dan pembentukan karakter yang mencerminkan sifat-sifat pada ilmu kimia itu sendiri. Kita telah paham bahwa pemahaman terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi akan dicapai manakala pemahaman terhadap ilmu dasarnya sangat memadai. Oleh karena itu penelitian Bidang kimia dan teknik pembelajarannya perlu dilakukan terus menerus agar aplikasi pada bidang-bidang tersebut dapat dipahami oleh pembelajarannya. Seminar nasional ini harus mampu mendorong para peneliti dan praktisi pendidikan bidang kimia untuk dapat meramu bidang ini, sehingga mudah dipahami oleh siswa di dalam kelas, mampu melakukan penelitian, dan mengimplementasikan terapannya pada teknologi yang sesuai.

Akhirnya saya mengucapkan terima kasih atas partisipasinya dalam seminar yang diselenggarakan oleh Pasca Sarjana Ilmu Kimia USU dan Pasca Sarjana Pendidikan Kimia Unimed dengan harapan semoga memberikan pencerahan bagi kita khususnya yang selalu terlibat dalam penelitian, pembelajaran dan aplikasi bidang Kimia dalam kehidupan kita masing-masing.

Medan, 31 Mei 2016,
Rektor USU,

Prof. Dr. Runtung Sitepu, S.H., M.Hum

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN KETUA PANITIA	ii
SAMBUTAN DIREKTUR PASACBSARJANA UNIMED	iii
SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI S2 PENDIDIKAN UNIMED	iv
SAMBUTAN REKTOR UNIMED	v
SAMBUTAN REKTOR USU	vi
DAFTAR ISI	vii
<u>MAKALAH KIMIA</u>	
<i>Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Etanol Daun Sirih dan Isolasi Senyawa Bioaktiv</i> Abdul Malik	1
<i>Karakterisasi Arang Hasil Karbonisasi Kulit Buah Durian</i> Abdul Gani Haji, Ibnu Khaldun, dan Nina Afriani	7
<i>Analisis Kualitatif Nanosilikon dari Pasir Kuarsa</i> Andriayani, Saur L. Raja dan Amir Hamzah	14
<i>Penentuan Kadar Kalsium Dan Magnesium Dalam Klorofil Pewarna Alami Daun Suji Bentuk Suspensi Dan Ekstrak Kering Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom</i> Anny Sartika Daulay	21
<i>Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengisi Pembuatan Busa Poliuretan</i> Barita Aritonang, Basuki Wirjosentono, Thamrin, dan Eddiyanto	26
<i>Functionalisation of Cyclo Natural Rubber With Maleic Anhydrate By Using Benzoyl Peroxide</i> Boy Chandra Sitanggang, dan Eddyanto	32
<i>Pengaruh Variasi Berat Trinatrium Trimetfosfat Terhadap Derajat Substitusi Pati Sukun Termodifikasi Dengan Metode Ikatan Silang</i> Cut Fatimah Zuhra , Mimping Ginting dan Marpongahtun	37
<i>Sintesis Senyawa Kalkon (E)-1-(4-Klorofenil)-3-(Isopropilfenil)Prop-2-En-1-On Dan Uji Toksisitasnya</i> Eti Meirina Brahmana	41
<i>Preparasi Zeolit Alam Sarulla Kecamatan Pahae Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara Sebagai Bahan Pengisi Dalam Aplikasi Nanokomposit Busa Poliuretan</i> Fransiskus Gultom, Basuki Wirjosentono, Thamrin, Hamonangan Nainggolan and Eddiyanto	45
<i>Pengujian Aktivitas Bakteri Selulitik Dan Bakteri Lipolitik Dalam Upaya Penurunan Kadar TSS Limbah Cair Kelapa Sawit</i> Gimelliya Saragih dan Debora Cyntia Ananda Samosir	54
<i>Pemanfaatan Ekstraksi Daun Pepaya (Carica papaya) Sebagai Bioinsektisida Ramah Lingkungan berbasis Potensi Lokal Masyarakat Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara</i> Hamidatun Nisa,Ugi Fitri Hardiyanti, Dahlena Pulungan, Drs. Jasmidi,M.Si	60
<i>Studi Daya Serap Film Kitosan-Mikrokristal Selulosa Alang-Alang (Imperata Cylindrica) Sebagai Adsorben Logam Kadmium (Cd) Menggunakan Metode Adsorpsi-Filtrasi Kolom</i> Hartika Samgrycye Siagian, Ribu Surbakti dan Darwin Yunus Nasution	66
	vii

<i>Analysis Of Sodium Benzoate In Seasoning Powder And Soy Sauce In Noodle</i> Herbet Erikson Manurung	80
<i>Studi Perbandingan Kadar Logam Arsenik (As) Dan Besi (Fe) Pada Air Zamzam Yang Diperdagangkan Dan Air Zamzam Mekkah Melalui Metode Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (Icp-Ms)</i> Junaidi Caisaria, Zul Alfian, Harry Agusnar	84
<i>Catalytic Hydrocracking Minyak Biji Alpukat menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Katalis ZnO/ZAA</i> Junifa Layla Sihombing, Ahmad Nasir Pulungan, Sobhan, Ary A. Wibowo, dan Hafni Indriati Nasution	89
<i>Pembuatan Dan Karakterisasi Film Nanokomposit Polivinil Alkohol/Nanokristal Selulosa Yang Diisolasi Dari Pelepah Nipah (Nypa Fruticans)</i> Kasrawati, Darwin Yunus Nasution, Thamrin	96
<i>Preparasi Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Adsorben Berbasis Silika Dan Karakterisasinya</i> Lisnawaty Simatupang, Siti Rahmadani	106
<i>Studi Pengaruh Penambahan Zeolit Terhadap Konsentrasi Fosfat Tersedia Di Dalam Tanah</i> Martina Nadapdap, Harlem Marpaung, Jamahir Gultom	112
<i>Komposisi Asam Lemak dan Posisi Asam Lemak Omega-3 dalam Minyak Ikan</i> Maruba Pandiangan	120
<i>Preparasi Dan Karakterisasi Karbon Nanotube Dengan Metode Chemical Vapour Deposition</i> Masdania Zurairah Sr	129
<i>Analisis Komponen Kimia, Uji Aktivitas Antibakteri Dan Uji Antioksi dan Minyak Atsiri Daun Bunga Tahi Ayam (Tagetes Erecta L)</i> Mimpin Ginting, Denny Anta Pinem. Cut Fatimah Zuhra	133
<i>Analisa Komposisi Mineral (Na, Mg, K, Ca) Air Zamzam Dibandingkan Dengan Air Minum Komersial Le Minerale Menggunakan Metode Inductively Couple Plasma-Mass Spectrometry (Icp-Ms)</i> Misri Yanty Lubis	140
<i>Validasi Metode Analisis Cannabinol Dari Sampel Rambut Menggunakan Teknik GCMS</i> Muhammad Taufik, Harlem Marpaung, Jamaran Kaban, Basuki wirjosentono	145
<i>Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Daun Ranti Hitam (Solanum Blumei Nees Ex Blume) Pada Tikus Putih Yang Diinduksi Aloksan</i> Murniaty Simorangkir dan Arfan Hutapea	152
<i>Pengaruh Variasi Penambahan Ragi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Bonggol Pisang (Musa paradisiaca)</i> Nurfajriani, Lenny SL Siahaan	155
<i>Studi Perbandingan Pelarut Pada Proses Sonikasi Untuk Analisis Kadar Metamfetamin Dalam Rambut Pengguna Sabu-Sabu</i> Nur Asyiah Dalimunthe, Zul Alfian, Basuki Wirjosentono, Harlem Marpaung	158
<i>Perancangan Vaksin Virus Papilloma Manusia Tipe-16 Berbasis Epitop dengan Berbantuan Immunoinformatika</i> Opik Taupiqurrohman, Muhammad Yusuf, Sukma Nuswantara, dan Toto Subroto	166
<i>Pengaruh pH Pada Adsorpsi Timbal (Pb) Oleh Selulosa Limbah Serat Buah Kelapa Sawit Mini Plant PTKI Medan</i> Pevi Riani, Mhd. Ikhwannuddin Al Hakim, T.M.C. Imam, Dela Syahrana	172
<i>Penyisihan Total Organic Carbon (TOC) dalam Limbah Cair PKS Menggunakan Proses Adsorpsi dengan Adsorben Bentonit yang Termodifikasi</i> Ratni Dewi, Ratna Sari, Syafruddin	176
<i>Sintesa Lapisan Paduan Nikel Kobal Secara Elektrodeposisi Dengan Penggunaan Magnet</i> Ridwan, Yusrini Marita, Nurdin,	180

<i>Konversi Minyak Jelantah Menjadi Gliserol Sebagai Bahan Baku Pembuatan Poliuretan</i> Ricky Andi Syahputra dan Anny Sartika Daulay	185
<i>Modifikasi Dan Karakterisasi Membran Polisulfon-Polietilen Glikol (Peg) Dengan Penambahan Bentonit Alam Bener Meriah Sebagai Filtrasi Air Sungai</i> Roby Pahala Januario Gultom, Basuki Wirjosentono dan Thamrin	189
<i>Uji Aktivitas Antioksidan Dari Flavonoid Total Daun Benalu (Dendrophthoe Pentandra (L) Miq) Dari Pohon Glodokan (Polyalthia Longifolia)</i> Rumondang Bulan , Aliyah Fahmi	202
<i>Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan Propilen Oksida Dari Etilbenzen, Udara Dan Propilen Dengan Hasil Samping Stiren Kapasitas Produksi 30.000 Ton/Tahun</i> Setiaty Pandia, Rondang Tambun, Melisa, dan Wayan Arifin.	210
<i>Senyawa Isoflavonoid Dari Daun Coleus Atropurpureus Benth</i> Sovia Lenny dan Lamek Marpaung	214
<i>Sintesis dan Karakterisasi Poly Asam Laktat Berbasis Bahan Alam Menggunakan Katalis Timah (II) Oktoat</i> Suryani, Harry Agusnar, Basuki Wirjosentono, Teuku Rihayat , Ade Rizky Nugroho	218
<i>Pembuatan Polyurethane/Bentonit/Kitosan Nanokomposit</i> Teuku Rihayat , Satriananda, Zaimahwati dan Fitriani	223
<i>Modifikasi Serbuk Pulp Tandan Kosong Sawit Dengan Anhidrat Acetat</i> Vivi Purwandari	228

MAKALAH PENDIDIKAN KIMIA

<i>Implementasi model cooperative problem based Learning dalam meningkatkan hasil belajar Dan menumbuhkembangkan karakter Siswa pada materi stoikiometri</i> Ajat Sudrajat	233
<i>Penerapan Model Problem Based Learning Dan Inquiry Untuk Perbaikan Pembelajaran Kimia Terapan</i> Anna Juniar dan Pravil Mistryanto Tambunan	239
<i>Penerapan Teknik Probing Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan Di Sman 3 Pekanbaru</i> Atika Ramadani, Betty Holiwarni, Sri Haryati	245
<i>Kelayakan Bahan Ajar Kimia-Tauhid Berdasarkan Kriteria Badan Standar Nasional Pendidikan (Bsnp) Dan Respon Siswa</i> Ayi Darmana, Manaon Batubara	250
<i>Meningkatkan Pemahaman Konsep Kimia Dengan Menggunakan Media Video Pembelajaran Di SMK Negeri 1 Stabat Kelas Xi Av.2</i> Chairiah , Lamtiar Ferawaty Siregar, Husuwatul Masyithah	256
<i>Perbedaan Hasil Belajar Dan Aktivitas Siswa Melalui Media Puzzle Dan Kartu Soal</i> Desy Rahmayanti Hasibuan dan Jasmidi	262
<i>Pengaruh Pendekatan Saintifik Dengan Menggunakan Media Macromedia Flash Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Hdirolisis Garam Kelas Xi IPA</i> Dina A Hasibuan, Tiara D Sibarani, Nurmalia Yusuf, Nurhalimah Sitorus, Ramlan Silaban	267

<i>Pengaruh Penerapan Strategi Pembelajaran Dan Multimedia Terhadap Hasil Belajar Dan Karakter Siswa</i> Dyna Grace Romatua Aruan dan Ramlan Silaban	271
<i>The implementation of contextual teaching and learning with multimedia to improve communicative And Increase student's achievement in Hydrocarbon</i> Ervi Luthfi Sheila Wannu Lubis, Ramlan Silaban, Suharta.	276
<i>Perbedaan Hasil Belajar Yang Menggunakan Pembelajaran Kooperatif Tipe Nht Dan Pembelajaran Ekspositori Pada Pokok Bahasan Koloid Di Sman 2 Kejuruan Muda</i> Fretty Nafartilova Hutahaean, Lia Nova Sari, Fridawati Siburian	280
<i>Hasil Belajar Kimia Dengan Pembelajaran Menggunakan Metode Snowball Throwing Dan Drill Di Sma Pada Pokok Bahasan Koloid</i> Gaung Atmaja, Albinus Silalahi.	283
<i>Perbandingan Hasil Belajar Siswa Dengan Model Group Investigation Dan Model Jigsaw</i> Herry Purwanto Panjaitan dan Kawan Sihombing	288
<i>Analisis Pembelajaran Lintas Minat Kimia Di Kelas X Dan XI IIS SMAK Bintang Laut Bagansiapiapi-Riau</i> Heru Christianto, Ramlan Silaban, Mastiur Verawaty Silalahi, Nurwahyuningsih MA	291
<i>Penerapan Media Puzzle Dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Topik Rumus Kimia</i> Khalida Agustina	295
<i>Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Dengan Metode Percobaan (Eksperimen) Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X Sma Pada Pokok Bahasan Redoks</i> Kristina M. Sianturi Anna Juniar	306
<i>Penerapan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Everyone Is A Teacher Here (Eth) Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Hidrokarbon Di Kelas X SMA Negeri 2 Tambang</i> Lestari Wulandari, Susilawati dan Abdullah	312
<i>Pengaruh Strategi Pembelajaran Aktif Tipe The Power Of Two Terhadap Aktivitas Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Kimia Di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Siak Hulu Kabupaten Kampar</i> Lia Gusparina Dewi, Yuni Fatisa	315
<i>Pengaruh Kemampuan Matematika Dan Jenis Media Terhadap Prestasi Belajar Kimia Siswa Pada Pokok Bahasan Hasil Kali Kelarutan</i> Lia Nova Sari, Fretty Nafartilova H, Fridawati Siburian	318
<i>Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Three-Step Interview Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar siswa Pada Pokok Bahasan Hidrokarbon Di Kelas X SMA Negeri 1 Kampar Timur</i> Hendra Eka Putra, Muhammad Baidhawi, Elva Yasmi Amran, Susilawati	323
<i>Efektifitas Penggunaan Media Macro Media Flash Pada Materi Pembelajaran Sistem Kaloid Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Melalui Pendekatan Scientific</i> Nurhalimah Sitorus, Tiara Dewi S, Nurmala Yusuf3, Dina. A. Hsb, Ramlan Silaban	327
<i>Penerapan Model Problem Based Learning Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Reaksi Redoks</i> Nurlela Ramadani Marpaung, Melinda G. Siahaan, Bambang E.P. Purba, Risma Siahaan	332
<i>Efektifitas Penggunaan Media Macromedia Flash Pada Materi Pembelajaran Asam Basa Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Melalui Pendekatan Scientific</i> Nurmala Yusuf, Nurhalimah Sitorus, Dina A Hsb, Tiara. D. S, Ramlan Silaban	339

<i>The Implementation Of Inquiry Strategy Based On Collaborative To Wards The Student Achievement In Teaching Buffer Solution</i> Nurul Wahidah Nasution, Retno Dwi Suyanti	343
<i>Penggunaan Kombinasi Metode Student Teams Achievement Division (Stad) Dan Structure Exercise Methode (Sem) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Struktur Atom</i> Nurwayuningsih.MA, Ratu Evina Dibyantini, Heru Christianto, Mastiur Verawaty	348
<i>Inovasi Bahanajar Kimia Lambang Unsur Dan Persamaan Reaksi SMK Kelas X Semester I Dan Implementasinya</i> Putri Junita Sari Nst, Albinus Silalahi, Marham Sitorus	352
<i>The Effectiveness Of Teaching To Induce The Conceptual Change (M3pk Simson Tarigan) To Increase Student's Achievementand Characters On Teaching Acid Base Solution</i> Rabiah Afifah Daulay, Simson Tarigan	358
<i>Differences In Learning Outcomes Between Using Model Pbl And Tsts On Hydrocarbons</i> Ratu Evina Dibyantini, Muntaharrahi Melati Putri Harahap	366
<i>Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Two Stay Two Stray (Tsts) Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Struktur Atom Dan Sistem Periodik Unsur Di Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tambang</i> Rizki Armelizha, M. Baidhawi, R. Usman Rery, Susilawati	372
<i>The influence of critical thinkin development using chemistry module to increase students' achievement in buffer solution topic grade XI RSBI SMA Negeri 1 Berastagi Year 2011/2012</i> Romaito Junita Siregar, Yunia Rizki, Iis Siti Jahro	376
<i>Implementasi Bahan Ajar Inovatif Kimia Larutan Berdasarkan Kurikulum 2013 Terintegrasi Pendidikan Karakter</i> Salim Efendi, Ramlan Silaban, Iis Siti Jahro	382
<i>Penerapan kombinasi model pembelajaran kooperatif tipe stad dengan nht Terhadap hasil belajar</i> Sapnita Idamarna Daulay, Ani Sutiani	389
<i>Pengembangan Media Ular Tangga Pada Materi Koloid Untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas</i> Sri Adelila Sari, Siti Nur Arisa, dan Ibnu Khaldun	394
<i>Effect Of Pbl Using Molymod Made Of Plasticine Towards Students' Achievement In The Hydrocarbon Topic</i> Sri Rahmania, Wesly Hutabarat	400
<i>Aplikasi Pembelajaran Kemampuan Berfikir Kritis Berbasis Internet Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Hidrokarbon Untuk Mahasiswa Teknik Industri Universitas Prima Indonesia</i> Sri Wahyuni Tarigan	406
<i>Efektivitas Pendekatan Sainifik Bermediakan Macromedia Flash Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Pada Pembelajaran Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan Di Kelas XI SMA</i> Tiara Dewi Sibarani, Dina A.Hsb, Nurhalimah S, Nurmala Y, Ramlan Silaban	413
<i>Penerapan strategi pembelajaran berbasis sains teknologi masyarakat Pada materi pelajaran minyak bumi di SMU Advent Purwodadi</i> Winny Reveline Pesik, Srini M. Iskandar	420

<i>Penerapan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Everyone Is A Teacher Here (Eth) Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan Dikelas XI IPA SMA Negeri 10 Pekanbaru</i> Yelniati, Susilawati dan Sri Haryati	425
<i>Analisis materi ajar kimia pada Prodi D-III Keperawatan Akademi Keperawatan Binalita Sudama Medan Tahun Ajaran 2015/2016</i> Yogi Chandra, Eriyani	429
<i>Efektifitas Pembelajaran Multimedia Komputer Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa Pada Pengajaran Sifat Koligatif Larutan</i> Yohan Aji Pratama, Gorat Victor Sibuea, Melisa	438
<i>The Influence Of Critical Thinking Development Through Chemistry Module To Increase Studen's Achievement Grade Xi On The Topic Solubility And Solubility Product</i> Yunia Rizki, Romaito Junita Siregar	443
<i>Penerapan media susun pasang dalam proyek pembelajaran kimia untuk meningkatkan penguasaan konsep sistem koloid siswa kelas XI IPA-1SMA Negeri 3 Rantau Tahun Pelajaran 2014/2015</i> Zulfan Mazaimi	448



THE
Character Building
 UNIVERSITY



KIMIA

THE
Character Building
UNIVERSITY

Preparasi Zeolit Alam Sarulla Kecamatan Pahae Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara Sebagai Bahan Pengisi Dalam Aplikasi Nanokomposit Busa Poliuretan

Fransiskus Gultom^{13*}, Basuki Wirjosentono¹, Thamrin¹, Hamonangan Nainggolan¹ and Eddiyanto²

¹Chemistry Post-graduate Programs, University of North Sumatera, Medan, Indonesia

²Department of Chemistry, State University of Medan, Medan, Indonesia

³STKIP Riama, Medan, Indonesia

*fransiskus_gultom2277@yahoo.co.id

Abstrak

Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan nanokomposit busa poliuretan. Penambahan zeolit alam sebagai bahan pengisi dalam pembuatan nanokomposit busa poliuretan diperoleh dari daerah Sarulla, Kecamatan Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara. Zeolit Alam Sarulla (ZAS) semula diperoleh dalam bentuk bongkahan kemudian dilakukan proses penggerusan menjadi ukuran 200mesh (74 μ m). ZAS tersebut dilakukan melalui proses pemurnian dan kalsinasi pada suhu 600⁰C selama 1 jam dan tanpa proses pemurnian dan kalsinasi, kemudian diolah menjadi nano partikel ZAS dengan proses *ball mill* selama 21 jam. Metode yang dilakukan dalam penelitian pada pengolahan nanokomposit busa poliuretan adalah: 1) Pembuatan nano partikel ZAS; 2) Pembuatan nanokomposit dilakukan dengan cara mencampurkan nano partikel ZAS pada campuran PPG dan TDI dalam cetakan pada suhu kamar dengan laju 100rpm selama 30 detik, dengan komposisi nano partikel ZAS (0,10,15,20,25 dan 30)%wt; dan 3) Karakterisasi meliputi: analisa kandungan kimia dengan XRF, ukuran partikel dengan PSA, dan analisis Sifat Mekanis (Kekuatan Tarik (ζ t), Kemuluran (ϵ) dan Modulus Elastisitas). Hasil analisis kandungan kimia yang dominan untuk nano partikel ZAS melalui kalsinasi diperoleh kadar unsur SiO₂ (70.98%) dan Al₂O₃ (17.22%) sedangkan analisis kandungan kimia yang dominan untuk nano partikel ZAS tanpa kalsinasi diperoleh kadar unsur SiO₂ (80.28%) dan Al₂O₃ (14,21%). Hasil analisis karakterisasi ZAS diperoleh ukuran partikel 129,7nm untuk ZAS kalsinasi, untuk ZAS tanpa kalsinasi diperoleh ukuran partikel 95,8nm.

Kata kunci : PPG, TDI, nanopartikel ZAS, analisis mekanik, PSA, dan XRD

I. PENDAHULUAN

Tantangan utama dalam industri polimer adalah cara untuk meningkatkan kualitas produk yang sudah ada atau menciptakan produk yang baru. Setiap hari hadir produk baru yang lebih baik dari segi mutu dan harga di pasar. Material yang mendapat perhatian adalah ZAS, karena memiliki sifat yang khas yaitu merupakan senyawa anorganik struktur alumina silikat yang memiliki kerangka tiga dimensi yang terdiri dari silika (SiO₄) dan alumina (AlO₄), dan strukturnya memiliki pori-pori. ZAS adalah mineral murah dan telah menjadi bagian penting dalam industri polimer dimana penggunaannya sebagai bahan pengisi adalah sangat ekonomis untuk memodifikasi penciptaan dan meningkatkan performa material. Ada banyak jenis mineral, tetapi ZAS mempunyai catatan panjang sebagai bahan anorganik yang paling banyak ditambahkan sebagai pengisi kedalam polimer matriks (Wagener, *et al.*, 2001; Rihayat, *dkk.*, 2007).

Karakter utama zeolit adalah stabil pada temperatur tinggi, tahan terhadap pelarut organik dan bahan kimia serta sifatnya yang keras sehingga lebih tahan terhadap tekanan mekanik yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan bahan organik maupun polimer. Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Zeolit memiliki sifat *hidrofil*, maka material tersebut secara umum tidak kompatibel dengan sebagian besar bahan polimer. Oleh karena itu, secara kimiawi harus dimodifikasi untuk membuat permukaannya yang lebih *hidrofobis*, hal ini diperlukan agar bahan kompatibel dengan matriks polimer polipropilena glikol (Sinto Jacob, *dkk.*, 2010). Beberapa penelitian-penelitian terdahulu tentang zeolit alam sebagai bahan pengisi sudah banyak dilakukan, misalnya pada penelitian N. Othman dan N. Zahhari (2010), dengan penambahan zeolit alam sebagai *filler* pada matriks polipropilena dapat meningkatkan modulus elastisitas dan kekuatan impak; penelitian Leblance (2002), zeolit alam dalam ukuran partikel yang kecil dapat meningkatkan derajat penguatan polimer dibanding dengan ukuran partikel yang besar, dan semakin kecil ukuran partikel semakin tinggi interaksi antar pengisi dan matriks polimer; penelitian Kohls dan Beaucage (2002), jumlah luas permukaan dapat ditingkatkan dengan adanya permukaan yang berpori pada permukaan bahan pengisi; penelitian Bussaya Rattanasupa dan Wirunya Keawwattana (2007), dengan penambahan bahan pengisi zeolit alam sebanyak 50 phr dengan ukuran

partikel 45 μ m pada campuran polipropilena dan karet alam dapat meningkatkan kekuatan tarik hingga sebesar 2,73 Mpa; penelitian Aini dan Lies Indriati (2007), penggunaan zeolit alam sebagai bahan pengisi dapat digunakan sebagai bahan pemutih pada kertas dengan derajat putih sebesar 73,2%; penelitian Herminiwati, dkk., (2007), dengan pemanfaatan zeolit sebagai bahan pengisi dalam pembuatan karet Sponge untuk tatakan sepatu dapat meningkatkan kekuatan (*strength*) dan mempunyai sifat sebagai penyerap bau; penelitian Bukit (2011), dengan penambahan zeolit sebagai bahan pengisi nanokomposit polipropilena dan karet alam SIR-20 dengan kompatibilizer anhidrida maleat-grafted-polipropilena dapat meningkatkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas; dan penelitian Ali, dkk., (2014), dengan penambahan zeolit dan kulit kerang darah terhadap sifat mekanis *rubber compound* dapat meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*).

Salah satu teknik rekayasa material yang akhir-akhir ini dikembangkan di Indonesia adalah nanoteknologi. Royal Society of London dalam Arryanto, dkk. (2007) mendefinisikan nanoteknologi sebagai desain, produksi karakterisasi dan aplikasi struktur, alat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer. Dalam nanoteknologi, material dapat didesain sesuai dengan kebutuhan dan keinginan. Selain itu, efisiensi dan optimalisasi dari material tersebut juga meningkat saat berada pada ukuran nano (10^9 m). Hal ini terjadi seiring dengan adanya peningkatan sifat-sifat dan performa material yang direkayasa (Nuryadi, 2009).

Dari uraian di atas, tujuan daripada jurnal ini adalah untuk meningkatkan manfaat dari ZAS, dan pada jurnal ini lebih difokuskan untuk menghasilkan nanokomposit busa poliuretan dengan zat pengisi nanopartikel ZAS. Modifikasi ini juga untuk peningkatan dari ZAS, mengingat produk ini memiliki sumber bahan baku dengan kandungan yang besar dari daerah Sarulla, Kecamatan Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara, Propinsi Sumatera Utara, sehingga dapat menambah pendapatan masyarakat sekitar jika nanti akan diproduksi secara massal.

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam penyediaan teknologi/metode sederhana dan relatif murah pada pengolahan nanokomposit busa poliuretan yang fleksibel dan empuk, dan juga untuk meningkatkan manfaat dari ZAS untuk menghasilkan nanokomposit busa poliuretan/nano partikel ZAS.

II. METODE PENELITIAN

Proses Persiapan dan Pemurnian ZAS

Pada tahapan ini, ZAS diperoleh dari daerah Kecamatan Pahae Kabupaten Tapanuli Utara Propinsi Sumatera Utara, ZAS yang diambil dalam bentuk bongkahan dalam ukuran besar. Untuk membuatnya dalam bentuk ukuran kecil dalam ukuran nanometer, maka dilakukan proses dengan langkah-langkah sebagai berikut; untuk memecahkan bongkahan besar, maka terlebih dahulu dihancurkan dengan menggunakan alat *hammer mill* lalu digerus dengan menggunakan mortar penggerus sampai bentuk halus dengan ukuran 200 mesh. Preparasi terdiri dari tahap *crushing*, sampai *grinding*. Sebelum dilakukan proses dalam ball mill, ZAS terlebih dahulu digerus dan dihancurkan menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memudahkan saat dilakukan penggerusan untuk mendapatkan ZAS dalam ukuran 200 mesh. ZAS dengan ukuran 200 mesh dilakukan proses pemurnian dan kalsinasi, hal ini bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus ZAS dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal ZAS.

Dalam proses menghilangkan bahan-bahan pengotor yang ada dalam kandungan ZAS maka dilakukan proses aktivasi dengan langkah-langkah sebagai berikut; untuk menghilangkan kadar pengotor tersebut seperti Fe digunakan magnet, untuk menghilangkan pengotor Al dilakukan proses kimia dengan menggunakan larutan HCl dengan kadar 0.05M. Larutan HCl tersebut di campurkan kedalam zeolit alam dalam satu wadah dengan sebanyak 300ml, kemudian diaduk sampai homogen dengan menggunakan magnetik stirer selama 1 jam pada suhu 70°C, kemudian didiamkan selama 1 malam. Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dengan tujuan untuk memisahkan larutan HCl dengan ZAS, kemudian melakukan pencucian ulang dengan menggunakan air aquades dan kembali memisahkan antara ZAS dengan air aquades sampai diperoleh pH netral.

Aktivasi ZAS secara kimia dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Proses aktivasi ZAS dengan perlakuan asam HCl menyebabkan zeolit mengalami dealuminasi dan dealkalisasi yaitu keluarnya Al dan kation-kation dalam kerangka zeolit. Aktivasi asam menyebabkan terjadinya dealkalisasi yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan ZAS karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori ZAS. Luas permukaan yang bertambah diharapkan meningkatkan kemampuan ZAS dalam proses penjerapan. Tingginya kandungan Al dalam kerangka ZAS menyebabkan kerangka zeolit sangat hidrofilik. Sifat hidrofilik dan polar dari zeolit ini merupakan hambatan dalam kemampuan penjerapannya. Proses aktivasi dengan asam dapat meningkatkan kristalinitas, keasaman dan luas permukaan.

Proses Pembuatan Nanopartikel ZAS

ZAS hasil saringan yang sudah dimurnikan, dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari kemudian dipanaskan dengan *furnace* pada suhu 600⁰C selama 1 jam, kemudian serbuk disimpan dalam desikator sampai digunakan untuk proses *ball mill*. ZAS hasil kalsinasi dan tanpa kalsinasi dalam ukuran 200 mesh dimasukkan kedalam *planetary ball mill* PBM-4 masing-masing selama 21 jam, sehingga diperoleh ZAS dalam ukuran nano. Hasil nano partikel ZAS yang telah dimurnikan dan tanpa pemurnian kemudian dikarakterisasi meliputi: analisa kandungan kimia dengan XRF, ukuran partikel dengan PSA, dan analisis sifat mekanis (kekuatan tarik (ζ t), kemuluran (ϵ) dan modulus elastisitas).

Karakterisasi Nanokomposit Busa Poliuretan Dengan Pencampuran Antara PPG, TDI dengan Nanopartikel ZAS

Hasil dari pembuatan nano partikel ZAS kemudian dicampur dengan PPG dan TDI. Persentasi berat PPG dan TDI diambil berdasarkan referensi Thamrin (2003), yaitu: PPG : 60%wt dan TDI : 40%wt. Persentasi berat bahan (%wt PPG, %wt TDI dan %wt nano partikel zeolit. Pembuatan dengan terlebih dahulu mencampurkan antara nano partikel ZAS dengan PPG dan diaduk dengan menggunakan mixer selama 30 detik pada suhu kamar dengan kecepatan 100 rpm (PPG + nanopartikel ZAS), kemudian mencampurkan antara nanopartikel ZAS dengan TDI dan diaduk dengan menggunakan mixer selama 30 detik pada suhu kamar dengan kecepatan 100 rpm (TDI + nano partikel ZAS). Campuran antara (PPG + nano partikel zeolit alam Sarulla) dengan (TDI + nano partikel ZAS) dicampur secara bersamaan dan dilakukan pengadukan dengan menggunakan mixer selama 30 detik pada suhu kamar dengan kecepatan 100 rpm, sehingga diperoleh campuran yang homogen, kemudian dituang ke dalam cetakan, lalu dilakukan karakterisasi. Komposisi persentasi berat bahan antara nanopartikel ZAS dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Persentasi Berat Bahan (%wt PPG, %wt TDI dan %wt Nano partikel ZAS)

No	PPG (%)	TDI (%)	Nano partikel ZAS (%wt)
1	60	40	0
2	60	40	10
3	60	40	15
4	60	40	20
5	60	40	25
6	60	40	30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Nano Partikel ZAS Untuk Komposisi Kimia Dengan XRF

Hasil analisis komposisi kimia nanopartikel ZAS tanpa kalsinasi (Tabel 2) dan ZAS kalsinasi (Tabel 3). Pada Tabel 2 terlihat bahwa senyawa yang dominan adalah SiO₂, dan Al₂O₃, sedangkan senyawa yang lainnya merupakan pengotor, sedangkan pada Tabel 3, terlihat bahwa senyawa yang dominan adalah SiO₂, Al₂O₃, dan K₂O, sedangkan senyawa yang lainnya merupakan pengotor.

Tabel 2. Komposisi Kimia Nanopartikel ZAS Tanpa Kalsinasi

Senyawa	Komposisi (%berat)
P ₂ O ₅	0.60
Na ₂ O	1.76
MgO	0.12
Al ₂ O ₃	14.21
SiO ₂	80.28
K ₂ O	1.45
CaO	0.14
TiO ₂	0.52
Fe ₂ O ₃	0.92
Jumlah	100.00

Tabel 3. Komposisi Kimia Nanopartikel ZAS Kalsinasi

Senyawa	Komposisi (%berat)
Na ₂ O	1.12
MgO	0.82
Al ₂ O ₃	17.22
SiO ₂	70.98
K ₂ O	4.62
CaO	1.91
TiO ₂	0.51
Fe ₂ O ₃	2.82
Jumlah	100.00

Nano partikel ZAS tanpa kalsinasi diperoleh Si/Al = 5,65, sedangkan nano partikel ZAS kalsinasi diperoleh Si/Al = 4,12. Pada ZAS tanpa kalsinasi menunjukkan kerapatan atom Al pada struktur rangka kristal cukup tinggi. Dengan proses kalsinasi ada senyawa yang hilang yakni P₂O₅, hal ini diakibatkan karena proses pemurnian dengan HCl dan proses pemanasan pada suhu 600°C, jenis ZAS yang dipreparasi adalah mordenit, nilai nisbah Si/Al yang tinggi akan menyebabkan mordenit mempunyai kestabilan termal yang tinggi dan tidak menunjukkan sebarang perubahan dalam, untuk jenis mordenit perbandingan Si/Al = 4,17 hingga 10 (Chai Mee Kin, *dkk.*, 2001).

Dari hasil data penelitian pada Tabel 3, untuk ZAS tanpa kalsinasi kadar Si menunjukkan lebih tinggi yakni sebesar 80,28% dibandingkan dengan kalsinasi sebesar 70,98%, zeolit berkadar Si tinggi bersifat *hidrofobik* dan mempunyai affinitas terhadap hidrokarbon (Chai Mee Kin, *dkk.*, 2001), sehingga diharapkan nano partikel ZAS yang digunakan sebagai bahan pengisi pada proses pengolahan busa poliuretan dapat homogeny

Karakterisasi Ukuran Partikel ZAS Dengan PSA

Sebelum nanozeolit dijadikan filler pada pembuatan busa poliuretan, maka nanozeolit yang diperoleh dikarakterisasi dengan menggunakan PSA untuk mengetahui seberapa besar ukuran nanopartikel secara tepat. Dari alat ini diperoleh persen dari distribusi intensitas, distribusi volume dan jumlah distribusi.

Tabel 4. Data hasil pengujian ZAS kalsinasi

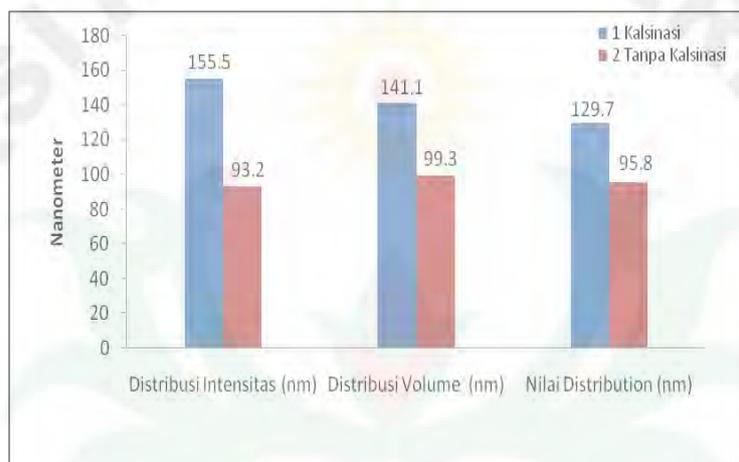
Distribution Result (Contin)								
Intensity Distribution			Volume Distribution			Number Distribution		
Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.	Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.	Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.
1	155.7	18.3	1	141.1	15.2	1	129.7	12.5
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
Average	155.7	18.3	Average	141.1	15.2	Average	129.7	12.5

Tabel 5. Data hasil pengujian ZAS tanpa kalsinasi

Distribution Result (Contin)								
Intensity Distribution			Volume Distribution			Number Distribution		
Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.	Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.	Peak	Diameter(nm)	Std.Dev.
1	93.2	10.2	1	99.3	9.8	1	95.8	9.3
2	0.0	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	3	0.0	0.0	3	0.0	0.0
4	0.0	0.0	4	0.0	0.0	4	0.0	0.0
5	0.0	0.0	5	0.0	0.0	5	0.0	0.0
Average	93.2	10.2	Average	99.3	9.8	Average	95.8	9.3

Tabel 6. Perbedaan Intensitas Distribusi, Volume Distribusi dan Jumlah Distribusi nano ZAS dengan dan tanpa kalsinasi

No	Proses	Distribusi Intensitas (nm)	Distribusi Volume (nm)	Jumlah Distribusi (nm)
1	Kalsinasi	155.5	141.1	129.7
2	Tanpa Kalsinasi	93.2	99.3	95.8



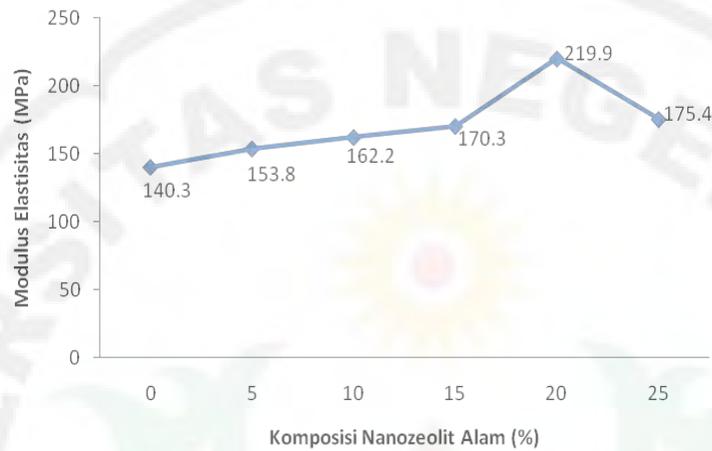
Gambar 1. Grafik Perbedaan Intensitas Distribusi, Volume Distribusi dan Jumlah Distribusi nano ZAS dengan dan tanpa kalsinasi

Karakterisasi Analisis Sifat Mekanis (Kekuatan Tarik (σ), Kemuluran (ϵ) dan Modulus Elastisitas Nanokomposit Busa Poliuretan)

Salah satu sifat mekanis yang umum diuji dari senyawa polimer dan bahan material adalah meliputi kekuatan tarik, kemuluran, dan elastisitas. Nilai analisis kekuatan tarik, kemuluran dan elastisitas nanokomposit busa poliuretan hasil polimerisasi PPG dengan TDI dan nano partikel zeolit dengan rasio pencampuran yang bervariasi merupakan faktor penting untuk mengetahui sifat mekanis dari bahan yang diinginkan. Hasil dari pengujian didapatkan Load dan Stroke. Harga Load dalam satuan Kgf dan stroke dalam satuan mm. Hasil pengujian ini diolah kembali untuk mendapatkan kekuatan tarik (σ), kemuluran (ϵ) dan elastisitas. Hasil pengujian sifat mekanik melalui uji tarik dapat dilihat pada Tabel 7. di bawah ini.

Tabel 7. Data hasil pengujian modulus elastisitas, kekuatan tarik (σ), dan kemuluran (ϵ)

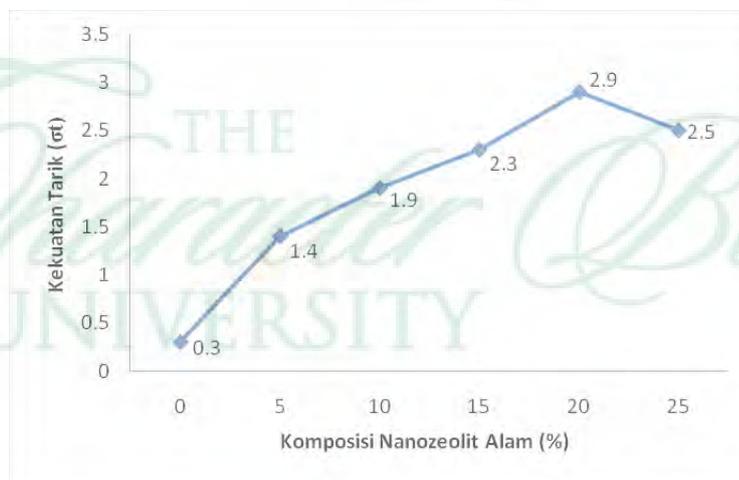
No.	Komposisi nano partikel zeolit alam (%) wt	Modulus Elastisitas (MPa)	Kekuatan Tarik (σ)	Kemuluran (ϵ)
1	0	140.3	0.3	9.1
2	10	153.8	1.4	9.6
3	15	162.2	1.9	10.1
4	20	170.3	2.3	10.4
5	25	219.9	2.9	11.1
6	30	175.4	2.5	10.5

Hasil Analisis Modulus Elastisitas Nanokomposit Busa Puliuretan campuran PPG/TDI/ Nanopartikel ZAS**Gambar 2. Grafik hubungan modulus elastisitas terhadap komposisi nano partikel ZAS (0-30)% wt**

Modulus elastisitas menyatakan kekuatan suatu bahan. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya (seperti ikatan kovalen, ikatan ion, ikatan hidrogen dan gaya Van der Waals). Ikatan kimia yang kuat sulit untuk diputus karena diperlukan energi yang cukup besar untuk memutuskan ikatan tersebut.

Dari Gambar 2 memperlihatkan hubungan modulus elastisitas terhadap komposisi nanopartikel zeolit alam yang diperoleh dari mesin uji tarik, dari gambar tersebut diperoleh informasi bahwa nilai optimum terdapat pada bahan pengisi nano partikel ZAS 25% diperoleh nilai sebesar 219,9MPa.

Dengan bertambahnya komposisi nano partikel zeolit alam, modulus elastisitas semakin meningkat, akan tetapi pada komposisi 30% modulus elastisitas semakin menurun, kondisi yang baik diperoleh pada kondisi campuran PPG/TDI dengan nanopartikel ZAS pada komposisi 25% wt, dengan bahan pengisi dalam ukuran nano maka campuran antara PPG/TDI lebih homogen dan elastis. Peningkatan modulus elastisitas akibat adanya zeolit alam dimungkinkan disebabkan karena sifat dasar dari ZAS yang memiliki lapisan silikat pada zeolit alam yang berukuran nanometer dapat tersebar secara homogen dan merata yang memberikan struktur eksfoliasi pada nanokomposit. Lapisan silikat yang tersebar secara individu memiliki luas kontak permukaan yang besar sehingga dapat berikatan kuat dengan matrik PPG/TDI yang selanjutnya memberikan efek pada peningkatan modulus elastisitas. Penggabungan nano partikel ZAS lebih dari 25% wt justru sebaliknya memberikan efek negatif yakni menurunkan modulus elastisitas.

Hasil Analisis Kekuatan Tarik Nanokomposit Busa Puliuretan campuran PPG/TDI/ Nanopartikel ZAS**Gambar 3. Grafik hubungan kekuatan tarik terhadap komposisi nano partikel ZAS (0-30)% wt**

Berdasarkan data hasil pengukuran sifat mekanik menunjukkan bahwa kekuatan tarik pada busa poliuretan yang paling baik pada busa poliuretan dengan penambahan nanozeolit alam Sarulla sebanyak 30% yakni sebesar 2.9MPa. Hal ini kemungkinan disebabkan karena lapisan silikat pada ZAS yang berukuran nanometer dapat tersebar secara acak dan merata yang memberikan struktur eksfoliasi pada nano komposit. Lapisan silikat yang ada pada ZAS yang tersebar secara individu memiliki luas kontak permukaan yang besar sehingga dapat berikatan kuat dengan matrik PPG dan TDI yang selanjutnya memberikan efek pada peningkatan kekuatan tarik.

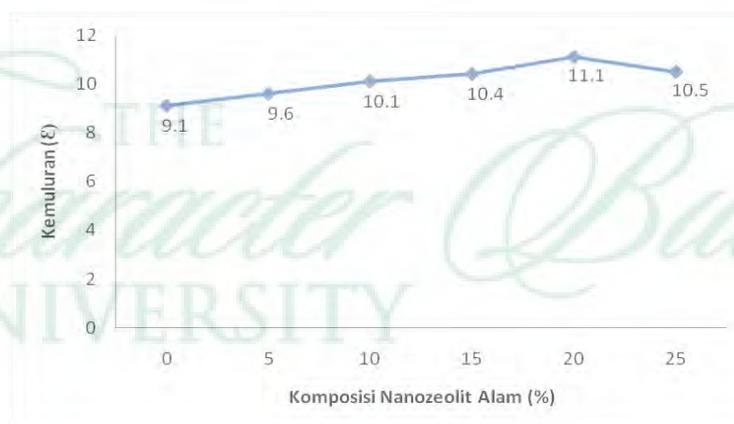
Penggabungan nano ZAS lebih dari 25%wt justru sebaliknya memberikan efek negatif yakni menurunkan kekuatan tarik akan tetapi lebih besar jika tanpa bahan pengisi nano partikel ZAS. Ini dikarenakan pada penambahan 25% wt, campuran kedua komponen mencapai keserasian dan meningkatkan sifat mekanik dengan kata lain diantara komponen-komponen mencapai keseimbangan. Pada komposisi lebih dari 25%wt menyebabkan keserasian kedua komponen terganggu dan menghasilkan sifat fisik yang kurang baik. Pencampuran poliuretan-ZAS dengan kadar yang rendah sifat mekanik telah mengalami perubahan walaupun belum mencapai tingkat yang maksimum.

Ukuran partikel bahan pengisi yang kecil meningkatkan derajat penguatan polimer berbanding dengan ukuran partikel yang besar (Leblance, 2002). Ukuran partikel mempunyai hubungan secara langsung dengan luas permukaan per gram bahan pengisi. Oleh karena itu, ukuran partikel yang kecil menyediakan luas permukaan yang besar bagi interaksi diantara polimer matrik dan bahan pengisi seterusnya meningkatkan penguatan bahan polimer. Ringkasnya, semakin kecil ukuran partikel, maka semakin tinggi interaksi antara bahan pengisi dan matrik polimer. Kohls dan Beaucage (2002) melaporkan hasil penelitiannya menyatakan bahwa luas permukaan dapat dipertingkatkan dengan adanya permukaan yang poros atau rongga pada permukaan pengisi. Dimungkinkan bahwa polimer dapat menembus masuk ke dalam permukaan yang poros ketika proses pencampuran. Partikel yang terserak secara homogen meningkatkan interaksi melalui penyerapan polimer di atas permukaan bahan pengisi. Sebaliknya, partikel yang tidak terserak secara homogen mungkin menghasilkan aglomerat atau penggumpalan didalam matriks polimer. Kewujudan aglomerat mengurangi luas permukaan seterusnya melemahkan interaksi diantara bahan pengisi dan matriks dan mengakibatkan penurunan sifat fisik bahan polimer.

Bussaya Rattanasupa dan Wirunya Keawwattana (2007), melakukan penelitian menggunakan campuran polipropilena dan karet alam dengan bahan pengisi zeolit alam Sarulla sebanyak 50 phr dengan ukuran partikel 45µm diperoleh kekuatan tarik sebesar 2,73MPa lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran nano partikel zeolit alam sebesar 95,8nm, hal ini disebabkan karena ukuran partikel semakin kecil menyebabkan campuran lebih homogen.

Dari hasil teori, zeolit alam merupakan suatu senyawa anorganik yang bersifat *hydrophilic*. Sesuai dengan sifat alaminya, maka pencampuran dengan matrik polimer yang membawa sifat *hydrophobic* adalah sangat mustahil. Oleh sebab itu untuk menghasilkan kesesuaian dengan polimer, maka zeolit alam perlu dimodifikasi menjadi nano partikel, dari hasil penelitian ini nano komposit diperoleh bahwa kekuatan tarik meningkat setelah partikel zeolit alam dibuat dalam ukuran nano dari pada zeolit alam dalam ukuran makro dan mikro.

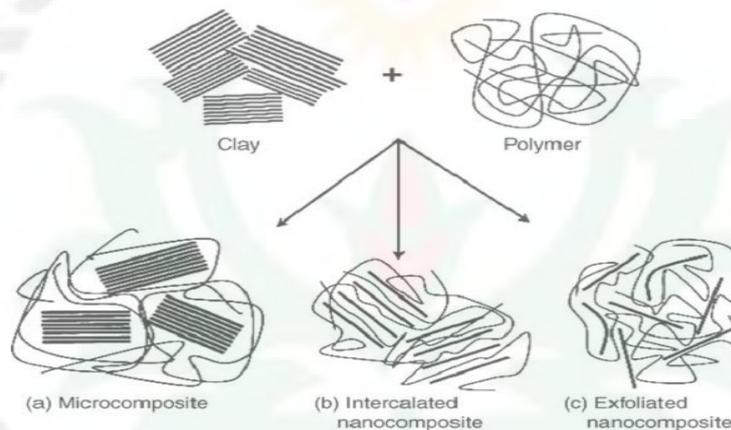
Hasil Analisis Kemuluran Nanokomposit Busa Poliuretan campuran PPG/TDI/ Nanopartikel ZAS



Gambar 4. Grafik hubungan kemuluran terhadap komposisi nanopartikel ZAS (0-30)%wt

Berdasarkan data hasil pengukuran sifat mekanik menunjukkan bahwa kemuluran pada busa poliuretan yang paling baik pada busa poliuretan dengan penambahan nanopartikel ZAS sebanyak 25% yakni sebesar 11.1%. Tetapi pada penambahan nanopartikel zeolit sebanyak 30% terjadi penurunan yakni sebesar 10.5%. Penurunan kemuluran ini disebabkan karena terbatasnya gerakan rantai molekul dari polimer akibat adanya partikel zeolit alam yang kaku sehingga nilai kemuluran pada saat putus semakin rendah. Sesuai penelitian Ray dan Okamoto (2003), penambahan pengisi akan menimbulkan pengaruh terhadap sifat perpanjangan komposit.

Pada umumnya penggabungan polimer dengan ZAS akan menghasilkan pembentukan tiga jenis material komposit. Jenis pertama adalah komposit konvensional, yang mana ukuran dari material penguatnya berukuran mikrometer. Jenis komposit kedua adalah nanokomposit yang memiliki struktur interkalasi, di mana dibentuk dengan penyisipan satu atau lebih rantai molekul dari polimer ke dalam antar lapisan silikat dari ZAS. Jenis yang ketiga adalah nanokomposit yang memiliki struktur eksfoliasi, di mana nanokomposit ini dibentuk ketika lapisan silikat partikel ZAS yang berukuran tersebar secara individu di dalam matrik polimer yang kontinu (Lim Jian Wei, 2006).



Gambar 5. Ilustrasi skema campuran antara polimer dan clay atau zeolite

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembuatan dan karakterisasi nanokomposit busa poliuretan dengan pengisi nanopartikel ZAS diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Penggunaan nanopartikel ZAS dapat dilakukan sebagai bahan pengisi pada pembuatan nanokomposit busa poliuretan
2. Hasil karakterisasi ZAS menunjukkan bahwa ukuran partikel ZAS (95,8nm), XRD menunjukkan bahwa jenis zeolit yang digunakan adalah mordenit, komposisi ($\text{CaAl}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) untuk zeolit dikalsinasi yang dominan adalah Al_2O_3 (17,22%) dan SiO_2 (70,98%) sedangkan untuk zeolit tanpa kalsinasi yang dominan adalah pada Al_2O_3 (14,21%) dan SiO_2 (80,28%).
3. Pembuatan busa poliuretan dapat ditambahkan dengan nano partikel ZAS

Daftar Pustaka

- Aini, Mukharomah Nur dan Lies Indriati. 2007. *Proses Pemutihan Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Kertas*. BS, Vol. 42, No. I, Juni 2007 : 23 - 28.
- Ali, Farida, M. Mezal R.D., Valencia Darmawan H., 2014. *Pengaruh Penambahan Zeolit dan Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Rubber Compound*. Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 20, Agustus 2014.
- Arryanto, Y., Amini, S., dan Rosyid, M.F., 2007. *IPTEK Nano di Indonesia. Terobosan, Peluang, dan Strategi*. Edisi 1, 12-35. Diglossia. Yogyakarta.
- Bukit, Nurdin. 2011. *Pengolahan Zeolit Alam Sebagai Bahan Pengisi Nano Komposit Polipropilena dan Karet Alam SIR-20 Dengan Kompatibelizer Anhidrida Maleat-Grafted-Polipropilena*. Disertasi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Bussaya Rattanasupa dan Wirunya Keawwattana. 2007. *The Development of Rubber Compound based on Natural Rubber (NR) and Ethylene-Propylene- Diene-Monomer (EPDM) Rubber for Playground Rubber Mat*. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 41 : 239 – 247.
- Chai Mee Kin, Asiah Hussain, dan Zainab Ramli. 2001. *Penentuan Kapasiti Dan Jenis Pencerpapan Zeolit Asli Terhadap Bahan Pencelup Sintetik*” Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 7, No. 1 (2001) 69-79.
- Herminiwati, Murwati, dan Sri Brataningsih Pudji Lestari. 2007. *Pemanfaatan Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Karet Sponge Untuk Tatakan Sepatu*. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik. Vol. 23 No. 1 Tahun 2007:27-32.
- Kohls, J.L., dan Beaucage. 2002. *Rational Desing of Reinforced Rubber*, Cur OP.Solid St Mat Sci ,6:183-194.
- Lim Jian Wei. 2006. *Development Of Layered Silicates Montmorillonite Filled Rubber-On-Toughened Polypropilene Nanocomposite (RTPPNC)*. Thesis Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering Universiti Teknologi Malaysia. Leblance, J.R., 2002. *Rubber-filler Interaction and Rheology Properties in Filled Coumpaund*, Prog .Polym. Sci 27:627-687.
- N. Othman dan N. Zahhari. 2010. *Optimization of Zeolite as Filler in Polypropylene Composite*. Seg. Jurnal on line.
- Nuryadi, R., 2009. *Nanoteknologi Untuk Solusi Krisis Energi*. Artikel Seminar Nanoteknologi. Semarang.
- Ray, S.S., dan Okamoto, M., 2003. *Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing*. Progress in Polymer Science. 28: 1531641.
- Rihayat, M. Saari, M. Hilmi Mahmood, W.M.Z. Wan Yunus, A.R. Suraya, K. Z. H. M Dahlan dan S.M. Sapuan. 2007. *Mechanical Characterization of Polyurethane/Clay Nanocomposites*. Polymers and Polymer Composites, 647-652.
- Sinto Jacob, Suma K.K., Sona Narayanan, Abhilash G, Jude Martin Mendez dan K.E. George. 2010. *Maleic anhydride modification of PP/silica nanocomposites*. International Conference on Advances in Polymer Technology, Feb. 26-27, 2010, India, Page No. 223.
- Sutarti, M., dan Rachmawati, M., 1994. *Zeolit Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Wagener, G., Brandt, M. Duda, L., Hofmann, J., Kleeszewcki, B., Koch, D., Kumpf, R.J., Orzesel, H., Pirkl, H.G., Six, C., Steinlein, C., dan Weisbeck, M., 2001. *Trends in industrial catalysis in the polyurethane industry*. *Applied Catalysis A : General* 221 : 303-335.

Daftar Singkatan

Å	Angstrong
ASTM	Amarica Standard Teste Matrial
EDX	Energi Difersive X
MPa	Mega Pascal
nm	Nano meter
PPG	Polipropilen Glikol
PSA	Partikel Size Analyzer
PVC	Polipinil Clorida
rpm	Rotation per minutes
SEM	Scaning Elektron Mikroskop
TDI	Toluena Diisosianat
XRD	X-Ray diffrcctiometry
XRF	X-Ray Fluroesense
ZAS	Zeolit Alam Sarulla