

ISSN : 0854 – 4778

# PROSIDING

Seminar Nasional Ke 56

TEMU-ILMIAH JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

Seminar Nasional XIX

KIMIA DALAM PEMBANGUNAN

“Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia”  
(Hotel Phoenix Yogyakarta 26 Mei 2016)



## REDAKSI:

Ketua merangkap anggota	:	Prof. Dr. Sigit, DEA
Sekretaris merangkap anggota	:	Sihono
Anggota	:	Ir. Prayitno., MT., Pen. Utama Drs. Sutjipto., MS Dra. Susanna TS., MT Imam Prayogo., ST

Diterbitkan 12 Agustus 2016

Oleh

JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA  
YAYASAN MEDIA KIMIA UTAMA

Akta No : 24/15/TV/1993



REFEREE / DEWAN PENELAAH :

- |  |  |
|--|--|
| Prof. Drs. I Nyoman Kabinawa, MM, MBA              | Mikrobiologi ( <i>Microbiology</i> )   |
| Prof. DR., Ir., Drs., Kris Tri Basuki., M.Sc.      | Ilmu Separasi ( <i>Separation Sciences</i> ),<br>Teknologi Soprograsi dan Membran<br>( <i>Membrane and Separation Tech-<br/>nology</i> )   |
| Prof. Drs.Sukandi Nasir, MM                        | Acrodinamika, Teknik Ruang Angkasa<br>Lainnya/ Bahan Bakar Roket<br>( <i>Aerospace Engineering not elsewhere<br/>classified</i> )  |
| Wisnu Susetyo, Ph.D                                | Jaminan Kualitas, Ilmu-ilmu Kimia<br>Lainnya/ Managernen Mutu laborato-<br>rium Kimia ( <i>Chemical Sciences not<br/>elsewhere Classified</i> )  |
| DR. Bambang Setiaji                                | Kimia Bahan Solid ( <i>Solid State<br/>Chemistry</i> ), Katalis Kimia ( <i>Chemistry<br/>of Catalyses</i> ) dan ilmu-ilmu Anorganik<br>lainnya ( <i>Non-Organic Chemistry not<br/>elsewhere classified</i> ) |
| DR. Eko Sugiharto                                  | Kimia Lingkungan, Jaminan Kualitas<br>( <i>Quality Assurance</i> )   |
| Prof. DR.Ir. Sigit, DEA                            | Simulasi dan Kontrol Proses, Design<br>Teknik Kimia ( <i>Chemical Engineering<br/>Design</i> ) dan teknik Kimia Lainnya<br>( <i>Other Chemical Engineering not<br/>elsewhere Classified</i> )                |
| Drs. Sutjipto, MS, Pen.Utama                       | Kimia Lingkungan, Energy dan<br>Termodinamika Kimia. Kimia Organik<br>Fisik, Ilmu-ilmu kimia Lainnya<br>( <i>Chemical Sciences not elsewhere<br/>classified</i> )  |
| Ir. Ary Achyar Alfa, M.Si, Pen.Utama               | Polimer, karakterisasi makromolekul,<br>Mekanisme Polimerisasi ( <i>Polymer-<br/>ization Machanism</i> ) dan Teknik Bahan<br>Lainnya ( <i>Other Material Engineering<br/>not elsewhere classified</i> )      |
| Ir. Erfan Yundra Febrianto, MT, Pen.Utama          | Ilmu Bahan dan Proses/ Teknik Bahan<br>Lainnya ( <i>Other Moterial Engineering<br/>not elsewhere classified</i> )  |
| DR. Ir. Mahyudin Abdul Rakhman M.Eng,<br>Pen.Utama | Teknik Biokimia ( <i>Other Chemical<br/>Engineering not elsewhere classified</i> )   |
| DR. Djoko Santoso, Pen. Utama                      | Bioteknologi ( <i>Biotechnology</i> )  |



## KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga dapat kami susun dan terbitkan sebuah Prosiding hasil **Seminar Nasional XIX "Kimia dalam Pembangunan"** dengan tema "Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia" yang telah terselenggara dengan baik pada tanggal **26 Mei 2016** di Hotel Phoenix Yogyakarta.

Seminar Nasional XIX "Kimia dalam Pembangunan" diselenggarakan oleh Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, sebagai organisasi Profesi berbadan Hukum dengan kegiatan menyelenggarakan Seminar, Lokakarya, Konperensi dan Pelatihan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi kimia.

Seminar Nasional XIX "Kimia dalam Pembangunan" ini dihadiri oleh 76 orang peserta. Yang berasal dari berbagai institusi yaitu:

No.	Institusi	Jumlah makalah
01	Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) - BATAN Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat,	12
02	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan 15314, Banten	11
03	Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Jalan Raya Bogor Km. 46, Cibinong. 16911.Puspitek,	8
04	Teknik Elektro Institut, Teknologi Indonesia ,Tangerang Selatan	1
05	Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI; Jakarta	11
06	Pusat Survei Geologi ( Badan Geologi), Jl. Diponegoro 57, Bandung	2
07	Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara – Bandung, Jalan Jenderal Sudirman No 623, Bandung 40211.	7
08	Pusat Penelitian Geoteknologi - LIPI, Komplek LIPI , Jl. Sangkuriang Gd.70, Bandung 40135	7
09	Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna LIPI, Jl. KS. Tubun No. 5 , Subang	1
10	Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN	2
11	Badan Litbang Kesehatan, Kementrian Kesehatan, Jalan. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Pusat	4
12	Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Dan Pelayanan Kesehatan. Badan Penelitian dan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI; Jalan. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Pusat	2
13	Puslitbang Upaya Kesehatan Masyarakat, Badan Litbangkes, Kementerian Kesehatan RI, Jalan. Percetakan Negara No. 29, Jakarta Pusat	1
14	Puslitbang Sumber Daya dan Pelayanan Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes RI, Jakarta	1

Sebanyak 70 (Tujuh puluh) makalah yang dipresentasikan pada Seminar nasional XIX "Kimia dalam Pembangunan" yang telah diselenggarakan pada tanggal 26 Mei 2016 tersebut diatas, dan setelah melalui penilaian oleh Referee diterbitkan dalam 1 (satu) buku prosiding.



Suatu hal yang menggembirakan bahwa sesuai dengan tujuannya Seminar ini telah dapat menjadi media komunikasi bagi rekan Kimiawan/Kimiawati yang berkarya di berbagai bidang yang berbeda.

Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia (JASAKIAI) sebagai pihak penyelenggara seminar, dengan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam Seminar dan aktif memberikan masukan-masukan yang bermanfaat bagi semua pihak. Seluruh Dewan Penelaah yang telah membantu dalam seleksi dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan, seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para Pembaca semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar bagi perkembangan Ilmu Kimia dan terapannya di Indonesia. Kami menyadari bahwa dalam penyelenggaraan Seminar dan pembuatan Prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Untuk itu, kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari Rekan Sejawat dan Pembaca yang budiman.

Yogyakarta, 12 Agustus 2016

Redaksi



DAFTAR ISI

NO.	DAFTAR ISI	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	REFREE/DEWAN PENELAAH	iii
	SUSUNAN PANITIA	iv
	PENGANTAR	v-vi
	DAFTAR ISI	vii-xii
1.	PENGETAHUAN, SIKAP DAN PERILAKU MASYARAKAT TENTANG TUBERKULOSIS KAITANNYA DENGAN KEBERSIHAN LINGKUNGAN <b>Suharjo dan Dina Bisara</b>	1 - 8
2.	STUDI POTENSI PEMBAKARAN SPONTAN BEBERAPA BATUBARA INDONESIA <b>Datin Fatia Umar dan Gandhi Kurnia Hudaya</b>	9 - 16
3.	PENGARUH PENAMBAHAN $ZrO_2$ TERHADAP SIFAT TERMAL KITOSAN SEBAGAI BAHAN LAPISAN TIPIS ELEKTROLIT BATEREI ISI ULANG <b>Sugik Sugiantoro, Evi Yulianti</b>	17 - 22
4.	AKTIVITAS ANTIBAKTERI MADU DAN TEH HIJAU ( <i>Camellia sinensis</i> L.) DIIRADIASI SINAR GAMMA PADA <i>Staphylococcus aureus</i> DAN <i>Salmonella typhi</i> <b>Nikhham dan Darmawan Darwis</b>	23 - 32
5.	BAHAN <i>SLOW RELEASE</i> MULTI FUNGSI UNTUK PUPUK POSFAT BERBASIS POLIMER ALAM DENGAN TEKNIK RADIASI <b>A. Sudradjat<sup>1</sup>, Gatot Trimulyadi Rekso<sup>1</sup> dan Nisa Rabriella<sup>2</sup></b>	33 - 40
6.	INFRASTRUKTUR SIMBAT UNTUK MENINGKATKAN ADAPTASI PULAU KECIL TERHADAP DAMPAK INTRUSI AIR LAUT (STUDI PENDAHULUAN DI PULAU PARI) <b>D. Marganingrum, E.P Utomo, Saiman, A.F Rusydi, A. Purwoarminta, W. Ningrum</b>	41 - 50
7.	EFEK IRADIASI SINAR GAMMA DAN PENYIMPANAN PADA AKTIVITAS ANTIMIKROBA EKSTRAK ETIL ASETAT MENGGUDU ( <i>Morinda citrifolia</i> L.) TERHADAP <i>Salmonella typhi</i> DAN <i>Pityrosporum ovale</i> <b>Nikhham dan Darmawan Darwis</b>	51 - 60
8.	SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNET PERMANEN $BaFe_{12}O_{19}$ BERBASIS <i>MILL SCALE</i> <b>Sari Hasnah Dewi<sup>1,a</sup> dan Didin S. Winatapura<sup>1,b</sup></b>	61 - 68
9.	KARAKTERISASI $LiFePO_4$ DAN $LiMn_2O_4$ SEBAGAI BAHAN KATODA BATERAI LI-ION <b>Deswita dan Indra Gunawan</b>	69 - 74
10.	RADIOAKTIVITAS EFLUEN GAS TERLEPAS DARI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR JENIS REAKTOR AIR BERTEKANAN <b>Nurokhim</b>	75 - 82



NO.		HALAMAN
11.	KESTABILAN WADUK SAGULING DITINJAU DARI ASPEK KUALITAS AIRNYA <b>Dyah Marganingrum<sup>1</sup>, M. Rahman Djuwansah<sup>1</sup>, dan Anna Fadliah Rusydi<sup>1</sup></b>	83 - 90
12	MODIFIKASI KATION METAL DAN SEMI-METAL ZEOLIT ALAM DENGAN INHIBITOR Cu MELALUI METODA ASAM-AMONIFIKASI : SEBAGAI PERSIAPAN BAHAN PRODUK FARMASI <b>Dewi Fatimah</b>	91 - 98
13	STUDI KETERCUCIAN BATUBARA UNTUK PROSES GASIFIKASI DAN PEMBAKARAN <b>Datin Fatia Umar</b>	99 - 106
14	APLIKASI MODEL PLUME GAUSSIAN UNTUK MONITORING PENCEMARAN LINGKUNGAN <b>Nurokhim</b>	107 - 116
15	STUDI MORFOLOGI GRAFIT SEBAGAI BAHAN ANODA BATERAI LI-ION DENGAN MENGGUNAKAN SEM DAN TEM <b>Indra Gunawan, Deswita</b>	117 - 122
16	KAPABILITAS HIDROGEL SELULOSA/POLIVINIL ALKOHOL IRADIASI UNTUK ELIMINASI ION LOGAM Ag <sup>+</sup> , Cu(II) dan Fe(II) DALAM LARUTAN <b>Ambyah Suliwarno* dan Bayu Prasetyo Aji**</b>	123 - 128
17	KAJIAN SIFAT KIMIA DAN FISIKA CAMPURAN BATUBARA-BIOMASSA SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) <b>Ikin Sodikin dan Datin Fatia Umar</b>	129 - 136
18	PENYAKIT MENULAR TUBERCULOSIS DAN HUBUNGANNYA DENGAN LINGKUNGAN TEMPAT TINGGAL PADAT HUNI <b>Merryani Girsang, Dina Bisara Lolong, Lamria Pangaribuan</b>	137 - 142
19	HASIL PENGUJIAN MIKROBA ( <i>Salmonella Sp</i> dan <i>Enterobacteriaceae</i> ) PADA BEBERAPA SUSU FORMULA BAYI <b>Ani Isnawati*, Sukmayati Alegantina*</b>	143 - 148
20	EFEK TEMPERATUR SINTER PADA KOMPOSIT Ba <sub>(1,7)</sub> Sr <sub>(0,3)</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <b>Safei Purnama<sup>1)</sup> dan P. Purwanto<sup>1)</sup></b>	149 - 154
21	GEOKIMIA BATULEMPUNG FORMASI JATILUHUR : IMPLIKASINYA TERHADAP BATUAN INDUK HYDROKARBON, STUDI KASUS DAERAH PURWAKARTA <b>Praptisih</b>	155 -160
22	PENGARUH SUHU SINTER TERHADAP SIFAT LISTRIK DAN MAGNET PADA KOMPOSIT Ba <sub>(2-x)</sub> Sr <sub>(x)</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <b>P Purwanto<sup>1)</sup>, Mashadi<sup>1)</sup> dan Tria Madesa<sup>1)</sup></b>	161 - 166
23	KOPOLIMERISASI CANGKOK LEMBARAN SELULOSA DENGAN TEKNIK IRADIASI <b>Gatot Trimulyadi Rekso</b>	167 - 174
24	PENELITIAN KARAKTER BATUBARA CARINGIN GARUT SEBAGAI PENUNJANG PEMBUATAN BRIKET <b>Widodo<sup>1)</sup>, Dewi Fatimah<sup>1)</sup>, dan Lenny Marilyn Estiaty<sup>1)</sup></b>	175 - 182



- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 25 | PENGARUH MEDIA, WAKTU KULTUR, PIKLORAM DAN PENCAHAYAAN TERHADAP PROLIFERASI EMBRIO SOMATIK SEKUNDER (ESS) PADA UBI KAYU GENOTIP MENTEGA 2<br><b>Hani Fitriani, Ahmad Fathoni, N. Sri Hartati</b>   | 183 - 190 |
| 26 | CEMARAN ANTISEPTIK TRIKLOSAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN<br><b>Mariana Raini</b>  | 191 - 200 |
| 27 | EFEK VAKSIN POLIO ORAL TERHADAP MANIFESTASI KLINIS POLIOMYELITIS<br><b>Dasuki, Sehatman, Shinta Purnamawati</b>  | 201 - 206 |
| 28 | KAJIAN EFISIENSI ENERGI <i>CO-FIRING</i> DAN SUMBER ENERGI LAINNYA<br><b>Nining Sudini Ningrum, Ikin Sodikin dan Sumaryono</b>   | 207 - 212 |
| 29 | HUBUNGAN KEBERADAAN RUANG KHUSUS DENGAN KEJADIAN YANG TIDAK DIINGINKAN (KDT) DI PELAYANAN RADIOLOGI RUMAH SAKIT DI INDONESIA (ANALISA RIFASKES 2011)<br><b>Raflizar, Hendrik Edison</b>  | 213 - 218 |
| 30 | EVALUASI METODE EKSTRAKSI $\beta$ -KAROTEN PADA UMBI LIMA GENOTIPE UBI KAYU KOLEKSI PUSLIT BIOTEKNOLOGI LIPI<br><b>Wahyuni<sup>a</sup>, Supatmi<sup>a</sup>, Hartati<sup>a</sup>, N. Sri Hartati<sup>a</sup></b>                               | 219 - 224 |
| 31 | PALINOLOGI: SEBUAH TEKNIK PREPARASI MURAH & AMAN<br><b>Woro Sri Sukapti</b>  | 225 - 232 |
| 32 | KEJADIAN LUAR BIASA (KLB) PENYAKIT HEPATITIS A DI KABUPATEN GARUT 2014<br><b>Eka Pratiwi, Rudi Hendro Putranto</b>   | 233 - 240 |
| 33 | DAMPAK RESIDU PESTISIDAFENITROTION TERHADAP KESEHATAN DAN LINGKUNGAN<br><b>Sukmayati Aiegantina</b>  | 241 - 250 |
| 34 | KEANEKARAGAMAN BAKTERI PAHA KODOK DAN KANDUNGAN PROTEIN, pH SERTA DEKONTAMINASI IRADIASI BEBERAPA BAKTERI PATOGEN<br><b>Harsojo dan Made Sumarti</b>   | 251 - 256 |
| 35 | PENGARUH CAMPURAN BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR ( <i>Jatropha curcas</i> L) DENGAN SEKAM TERHADAP PEMBUATAN BRIKET<br><b>Nurhaidar Rahman dan Sriharti</b>  | 257 - 262 |
| 36 | KARAKTERISTIK SIFAT FISIK PATI DAN NUTRISI UMBI UBI KAYU ( <i>Manihot esculanta</i> Crantz) PADA BEBERAPA GENOTIP/VARIETAS UNTUK Mendukung SELEKSI DAN PROPAGASI <i>IN VITRO</i><br><b>Nurhamidar Rahman, Hani Fitriani dan N. Sri Hartati</b> | 263 - 268 |
| 37 | VARIASI MORFOLOGI DAN EVALUASI DAYA HIDUP STEK UBI KAYU "MLG-10248" ASAL RADIASI BIJI HASIL PERBANYAKAN CEPAT DENGAN TEKNIK <i>RATOONING</i><br><b>Supatmi, Hani Fitriani, N. Sri Hartati dan Enny Sudarmonowati</b>                           | 269 - 274 |
| 38 | INOVASI PENINGKATAN PRODUKSI BEBERAPA JENIS UBI KAYU UNGGUL MELALUI APLIKASI PUPUK ORGANIK HAYATI (POH)<br><b>Hartati<sup>a</sup>, Ahmad Fathoni, N. Sri Hartati</b>   | 275 - 284 |



NO.		HALAMAN
39	EVALUASI UKURAN DAN KERAPATAN STOMATA PADA <i>ARTEMISIA ANNUA</i> TETRAPLOID HASIL PERLAKUAN KOL KISINSE CARA <i>IN VITRO</i> GENERASI M0V0 DAN M1V1 <b>Deritha Elly Rantau<sup>1*</sup>, Erwin Al Hafizh<sup>1</sup>, Wiguna Rahman<sup>2</sup> dan Tri Muji Ermayanti<sup>1</sup></b>	285 - 292
40	PENGARUH KOMBINASI KONSENTRASI ZAT PENGATUR TUMBUH 2,4-D DAN BAP TERHADAP ORGANOGENESIS JERUK PAMELO ( <i>Citrus maxima</i> (Burr.) Merr.) <b>Dyah Retno Wulandari* dan Tri Muji Ermayanti</b>	293 - 300
41	PROSES KULTIVASI BAKTERI <i>BACILLUS LINCHEIFORMIS</i> PENGOLAH LIMBAH CAIR: Hubungan Antara Pertumbuhan Bakteri dan Banyaknya Nutrisi Diserap <b>Lenny Marilyn Estiaty</b>	301 - 308
42	PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP BEBERAPA SIFAT FISIKO-KIMIA RUMPUT LAUT <b>Idrus Kadir dan Darmawan Darwis</b>	309 - 318
43	ANALISIS SIFAT TERMAL DAN KARAKTERISTIK ABSORBER GELOMBANG MIKRO PADA KOMPOSIT KITOSAN-MWCNT <b>Mashadi<sup>1)</sup> dan Wisnu Ari Adi<sup>2)</sup></b>	319 - 322
44	KOMBINASI EKSTRAK RUMPUT MUTIARA ( <i>HEDYOTIS CORYMBOSA</i> LAMK.) DAN MENIRAN ( <i>PHYLLANTHUS NIRURI</i> L.) MENINGKATKAN JUMLAH SEL T CD4 <sup>+</sup> IL2 PADA MENCIT C3H BERTUMOR <b>Tri Wahyuni Lestari, Wien Winarno</b>	323 - 328
45	ANALISIS HUBUNGAN KETERSEDIAAN PROGRAM KESEHATAN LINGKUNGAN PUSKESMAS TERHADAP CAPAIAN MDG'S AIR MINUM DI INDONESIA (Data Riskesdas Tahun 2013 Dan Rifaskes 2011) <b>Rafizlar, Miko Hananto</b>	329 - 338
46	STUDI MORFOLOGI BAHAN POLIMER ELEKTROLIT BERBASIS PC LDENGAN TEKNIK <i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPE</i> <b>Wahyudianingsih, Evi Yulianti, Deswita</b>	339 - 344
47	PEMBUATAN KOMPOSIT KITOSAN-PIROFILIT-LiClO <sub>4</sub> SEBAGAI BAHAN ELEKTROLIT PADAT BATERAI <b>Yustinus Purwamargapratala dan Jadigia Ginting</b>	345 - 348
48	PENGARUH PENINGKATAN KONSENTRASI VITAMIN TERHADAP PERTUMBUHAN <i>TACCA LEONTOPETALOIDES</i> SECARA <i>IN VITRO</i> <b>Andri Fadillah Martin*, Betalini Widhi Hapsari, Rudiyanto, Dyah Retno Wulandari dan Tri Muji Ermayanti</b>	349 - 354
49	PENGUJIAN DAYA SERAP AIR SUPER ABSORBAN POLIMER KOMPOSIT (SAPC) DENGAN FILLER SERBUK AMILUM, SiO <sub>2</sub> DAN MAIZENA DALAM LARUTAN GARAM <b><sup>1</sup>Sri Yatmani, <sup>2</sup>Jadigia Ginting dan, <sup>3</sup>Yustinus P</b>	355 - 360
50	PEMANFAATAN BAGAS UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL DENGAN PERLAKUAN IRADIASI DAN SAKARIFIKASI - FERMENTASI SIMULTAN <b>Made Sumarti Kardha dan Oktaviani</b>	361 - 368
51	STUDI STRUKTUR MIKRO BAJA FE12CR-Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> HASIL PROSES <i>ARC PLASMA SINTERING</i> <b>Rohmad Salam, Sumaryo, A. Sujatno, Imam Wahyono, Arbi Dimiyati</b>	369 - 374



NO.		HALAMAN
52	CEMARAN ANTISEPTIK TRIKLOSAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN <b>Mariana Raini</b>	375 - 384
53	PENGARUH SUHU KARBONISASI TERHADAP PERUBAHAN KOMPONEN-KOMPONEN BATUBARA <b>Silti Salinita dan Nining Sudini Ningrum</b>	385 - 394
54	PEMERIKSAAN VAKSIN POLIO SEBAGAI INDICATOR UNTUK MENILAI <i>COLD CHAIN</i> <b>Dasuki, Sehatman, Shinta Purnamawati</b>	395 - 400
55	IDENTIFIKASI SUMBERDAYA MINERAL LOGAM PEMBAWA UNSUR LOGAM TANAH JARANG ( <i>RARE EARTH ELEMENTS-REE</i> ) DI WILAYAH KABUPATEN PURBALINGGA, PROVINSI JAWA TENGAH <b>Suganal, Suratman dan Kusnawan</b>	401 - 408
56	PEGAGAN SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL <b>D. Mutiatikum</b>	409 - 414
57	PEMERIKSAAN HbsAg ; SGPT dan SGOT PADA PENDERITA HEPATITIS DI LABORATORIUM KLINIK LKS JAKARTA TAHUN 2015 <b>Wibowo*</b>	415 - 420
58	<i>RISK ESSESMENT</i> PENGGUNAAN FORMALIN DI MASYARAKAT <b>D. Mutiatikum</b>	421 - 428
59	MENENTUKAN POLIO SABIN LIKE (SL) DAN NON SABIN LIKE (NSL) DARI BAHAN BIOLOGI TERSIMPAN DENGAN PEMERIKSAAN <i>REALTIME RESEVE TRANCRITISE POLYMERASE CAHIN REACTION</i> (rRT-PCR) <b>Sehatman, Shinta Purnamawati</b>	429 - 436
60	PASCAPANEN BUAH-BUAHAN DENGAN TEKNOLOGI IRADIASI <b>Idrus Kadir</b>	437 - 444
61	PEMERIKSAAN DARAH LENGKAP PADA PENDERITA TB PARU DI LABORATORIUM KLINIK LKS JAKARTA TAHUN 2015 <b>Wibowo*, Widyati Yunita**</b>	445 - 452
62	EKSKRESI VIRUS POLIOMYELITIS DIDALAM TUBUH BALITA DI PRAMBANAN KLATEN <b>Sehatman, Shinta Purnamawati, Dasuki</b>	453 - 460
63	APLIKASI IRADIASI GAMMA UNTUK MEMPERPANJANG UMUR SIMPAN MAKANAN TRADISIONAL "DODOL" <b>Rindy Panca Tanhindarto<sup>1)</sup></b>	461 - 468
64	DAYA SERAP KARBON AKTIF <i>ADSORBED NATURAL GAS</i> DARI BATUBARA PERINGKAT RENDAH <b>Ika Monika</b>	469 - 478
65	PENGARUH PENAMBAHAN <i>DEAD CARBON</i> (MARMER) TERHADAP SAMPEL ARANG DAN BATU GAMPING UNTUK MENENTUKAN UMUR DENGAN METODA RADIOKARBON <b>Darwin Alijasa Siregar</b>	479 - 486



NO.		HALAMAN
66	IRADIASI GAMMA ( $^{60}\text{Co}$ ) DAN KONDISI PENYIMPANAN SUHU RENDAH TERHADAP KUALITAS PADA TERONG ( <i>Solanum melongena</i> L.) DAN PARE ( <i>Memordica charantia</i> L.) SEGAR Rindy Panca Tanhindarto <sup>1)</sup>	487 - 494
67	KARAKTERISASI MIKRO $\text{LiPO}_4\text{-LiFePO}_4$ SEBAGAI BAHAN BATERAI LITHIUM Agus Sujatno <sup>1</sup> , Yustinus Purwamargapratala <sup>2</sup> , Supardi <sup>3</sup>	495 - 498
68	HUBUNGAN DERAJAT KEASAMAN (pH) SALIVA DENGAN KARIES GIGI PADA ANAK USIA PRA SEKOLAH Made Ayu Lely Suratri* dan Fx. Sintawati	499 - 506
69	GAMBARAN HITUNG JENIS LEUKOSIT PADA MENCIT MALARIA YANG DIBERI KOMBINASI EKSTRAK SAMBILOTO ( <i>ANDROGRAPHIS PANICULATA</i> NEES) DAN SPIRULINA ( <i>ARTHROSPHIRA PLATENSIS</i> GOMONT) Tri Wahyuni Lestari dan Nita Prihartini	507 - 512
70	PERANAN TEKNOLOGI IRADIASI DALAM PENANGANAN PASCA PANEN SAYUR-SAYURAN Idrus Kadir	513 - 520
	Daftar Hadir	521 - 529



## SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNET PERMANEN $BaFe_{12}O_{19}$ BERBASIS MILL SCALE

Sari Hasnah Dewi<sup>1,a</sup> dan Didin S. Winatapura<sup>1,b</sup>

<sup>1</sup>Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN, Tangerang Selatan

### ABSTRAK

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI MAGNET PERMANEN  $BaO.6Fe_2O_3$  BERBASIS MILL SCALE.** Sintesis magnet permanen  $BaO.6Fe_2O_3$  berbasis limbah Cold Roll Mill (CRM) dan Hot Strip Mill (HSM) telah dilakukan. Magnet permanen  $BaO.6Fe_2O_3$  dibuat dengan cara mencampurkan  $BaCO_3$  dengan limbah CRM dan  $BaCO_3$  dengan limbah HSM menggunakan high energy milling (HEM) yang diikuti dengan sintering masing-masing pada suhu 1000°C selama 10 jam. Sample dikarakterisasi dengan peralatan difraktometer sinar-X (XRD), vibrating sample magnetometer (VSM), scanning electron microscope (SEM) dan surface Area Analyzer (SAA). Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa limbah CRM tersusun dari fasa hematite ( $\alpha-Fe_2O_3$ ), sedangkan limbah HSM mengandung fasa magnetite ( $Fe_3O_4$ ). Kedua limbah CRM dan HSM bertransformasi menjadi fasa  $\alpha-Fe_2O_3$  setelah diberi perlakuan panas pada suhu 850°C selama 2 jam. Pencampuran antara  $BaCO_3$  dengan limbah CRM dan  $BaCO_3$  dengan limbah HSM menggunakan metoda milling menghasilkan fasa  $BaO.6Fe_2O_3$ . Koersivitas magnet ( $H_c$ )  $BaO.6Fe_2O_3$  dari limbah CRM dan HSM masing-masing diperoleh sebesar 3.60 kOe dan 2.80 kOe. Magnet saturasi ( $M_s$ ) diperoleh masing-masing sebesar 83.34 emu/g dari CRM dan 46.79 emu/g dari HSM. Surface area  $BaO.6Fe_2O_3$  dari limbah CRM dan HSM masing-masing diperoleh 3,29 m<sup>2</sup>/g dan 1.91 m<sup>2</sup>/g. Hasil pengamatan ini kemudian dibandingkan dengan magnet permanen  $BaO.6Fe_2O_3$  dari produk komersial.

Kata-kata kunci: magnet permanen  $BaO.6Fe_2O_3$ , Cold Roll Mill, Hot Strip Mill, high energy milling

### ABSTRACT

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF  $BaFe_{12}O_{19}$  PERMANENT MAGNETIC BASED ON MILL SCALE.** Synthesis of  $BaO.6Fe_2O_3$  permanent magnet based on Cold Roll Mill (CRM) dan Hot Strip Mill (HSM) has been done.  $BaO.6Fe_2O_3$  permanent magnet was made by mixing of  $BaCO_3$  with CRM and  $BaCO_3$  with HSM using high energy milling (HEM), followed by sintering at 1000°C for 10, respectively. The samples were characterized using: X-rays diffractometer (XRD), vibrating sample magnetometer (VSM), scanning electron microscope (SEM) and surface Area Analyzer (SAA). The Results show that CRM was composed of hematite ( $\alpha-Fe_2O_3$ ) phase while HSM was consisted of magnetite ( $Fe_3O_4$ ). Both of CRM and HSM was transformed to  $\alpha-Fe_2O_3$  phase after being heat treated at 850°C for 2 h. The mixing between  $BaCO_3$  with CRM and  $BaCO_3$  with HSM using milling method exhibited  $BaO.6Fe_2O_3$  hexaferrite. The magnetic coercivity of  $BaO.6Fe_2O_3$  is found to be 3.60 kOe and 2.80 kOe for CRM and HSM, respectively. Magnetic saturation was obtained of about 83.34 emu/g dari CRM dan 46.79 emu/g for CRM and HSM, respectively. The surface area of  $BaO.6Fe_2O_3$  exhibited 3.29 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> for CRM and 1.91 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> for HSM. This result was compared with  $BaO.6Fe_2O_3$  magnet permanent from commercial product.

Keywords:  $BaO.6Fe_2O_3$  permanent magnet, Cold Roll Mill, Hot Strip Mill, high energy milling

### PENDAHULUAN

Magnet permanen banyak dimanfaatkan di berbagai industri seperti dalam industri elektronika dan telekomunikasi. Dalam telekomunikasi, pemakaian bahan magnet banyak ditemukan dalam peralatan seperti speaker, mikrofon, *telephone ringers* dan lain-lain. Sedang dalam perangkat elektronika,

pemanfaatan bahan magnet ditemukan sebagai sensor pada *nuclear magnetik resonance* (NMR) spektrometer, magnetic recording dan peredam gelombang elektromagnetik atau absorber (Haq and Anis-ur-Rehman 2012; Kanagesan, S, Mansor, and Sinnappan 2014; Kaur and Aul 2012; Novizal, Manaf, and Hikam 2014).



Magnet heksaferit tipe M seperti barium heksaferit,  $BaO \cdot 6Fe_2O_3$  telah lama dikenal, karena banyak digunakan dalam perangkat elektronik, telekomunikasi dan peralatan rumah tangga. Barium heksaferit dengan struktur kristal heksagonal, telah dikenal sebagai magnet permanen karena memiliki keunggulan antara lain: anisotropi kristalin magnet yang cukup besar, koersivitas intrinsik tinggi, temperature Curie tinggi, magnet saturasi relative cukup besar, kestabilan kimia yang baik, tahan korosi (L. Jie et al. 2012; Winatapura D. S. et al. 2014). Unsur utama penyusun bahan magnet heksaferit adalah  $\alpha-Fe_2O_3$ .

*Cold-Rolling* mill pada bahan logam, biasanya dilakukan pada suhu kamar, yang meningkatkan kekuatan pengerasan permukaan dan kekuatan regangan hingga 20%. Lembaran *cold-rolled* diperoleh dalam berbagai kondisi: *full-hard, half-hard, quarter-hard, and skin-rolled*. Hal ini digunakan untuk menghasilkan permukaan halus, ketebalan yang seragam, dan mengurangi fenomena titik luluh. Sedangkan Hot strip mill (HSM) merupakan sebuah rolling mill dari beberapa jenis *stad* yang mengubah lembaran baja menjadi *hot rolled coil*. HSM memampatkan lembaran besi dengan ketebalan sekitar 2 – 10 inci untuk menghasilkan *coil* dari baja *flat-rolled* dengan ketebalan sekitar ¼ inci dan panjangnya sekitar ¼ mil.

Bahan magnet permanen heksaferit  $MO \cdot 6Fe_2O_3$  dapat menjadi salah satu produk ekonomis, apabila dapat dibuat dari limbah hasil industri baja berupa *mill scale*, yaitu limbah dari hasil proses CRM dan HSM. Limbah hasil pencucian lembaran baja tersebut sangat kaya akan bahan dasar  $Fe_2O_3$  yang dibutuhkan dalam pembuatan magnet *ferrite*. Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Winatapura et al. (2012) menunjukkan bahwa kandungan Fe dalam limbah CRM dan HSM dari hasil pencacahan menggunakan peralatan *spectrophotometer atomic analysis* (SAA) diperoleh masing-masing sekitar 70% dan 60%.

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan pembuatan magnet permanen  $MO \cdot 6Fe_2O_3$  dari bahan dasar katalog menggunakan metoda kopresipitasi kimia (Ridwan dan Winatapura 2012), dengan menghasilkan koersivitas magnet sangat tinggi sekitar 6.1kOe untuk magnet permanen  $SrO \cdot 6Fe_2O_3$ . Dalam penelitian ini, bahan magnet permanen  $BaO \cdot 6Fe_2O_3$  dibuat dari bahan baku limbah *mill scale* yang tidak didaur ulang. Meski sifat kemagnetan bahan yang diperoleh pada

penelitian ini belum optimum bila dibandingkan dengan hasil yang telah dicapai oleh Ridwan dan Winatapura 2012, namun diharapkan penguasaan teknologi proses pembuatan bahan magnet permanen  $MO \cdot 6Fe_2O_3$  dari limbah *mill scale* bisa dikuasai. Mikrostruktur, identifikasi fasa dan *surface area* magnet permanen  $MO \cdot 6Fe_2O_3$  yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM dan SAA. Sedangkan sifat magnet diukur dengan VSM.

## BAHAN DAN TATA KERJA

### BAHAN.

Bahan baku diperoleh dari pabrik baja PT. Krakatau Steel, Banten, berupa limbah sisa pengolahan (*mill scale*) dari proses cold roll mill (CRM) dan hot strip mill (HSM). Limbah CRM mengandung basis mineral  $\alpha-Fe_2O_3$ , sedangkan HSM memiliki basis mineral magnetite ( $Fe_3O_4$ ). Bahan dengan kemurnian tinggi (katalog Merck) yang dipakai antara lain barium karbonat ( $BaCO_3$ , > 99%), dan etanol absolute.

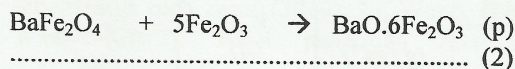
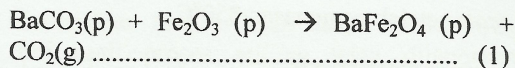
### TATA KERJA.

Bahan limbah CRM dan HSM terlebih dahulu dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan dipisahkan menggunakan magnet permanen. Kedua bahan limbah dihaluskan hingga mencapai ukuran sekitar 40  $\mu m$ . Untuk memperoleh  $\alpha-Fe_2O_3$  sebagai bahan dasar penyusun heksaferit, kedua bahan baku CRM dan HSM dikalsinasi pada suhu 850°C selama 2 jam, untuk mendapatkan bahan dengan fasa  $\alpha-Fe_2O_3$ .

Pembuatan  $MO \cdot 6Fe_2O_3$  dilakukan melalui proses milling menggunakan mesin HEM (CertiPrep 8000M Mixer/Mill). Vial (wadah) dan bola-bola penggiling keduanya terbuat dari bahan baja tahan karat. Sebanyak 11,7 gram serbuk  $\alpha-Fe_2O_3$  dari limbah CRM dan 11.9 gram serbuk dari limbah HSM masing-masing dicampurkan di dalam vial secara terpisah dengan 1,0 gram serbuk  $BaCO_3$  (Merck). Pencampuran dan penghalusan bahan dilakukan didalam vial yang diisi cairan ethanol absolut, dengan perbandingan bola-bola penggiling terhadap serbuk prekursor adalah 5/1.

Mekanisme pembentukan reaksi larutan padat (solid state reaction)  $BaO \cdot 6Fe_2O_3$  terjadi dalam dua tahap: pertama, penguraian  $BaCO_3$  diikuti dengan pembentukan monoferrite,  $BaFe_2O_4$  dan kedua, difusi  $Ba^{+2}$  ke dalam oksida besi yang menuhi persamaan reaksi berikut (Jesus 2014):





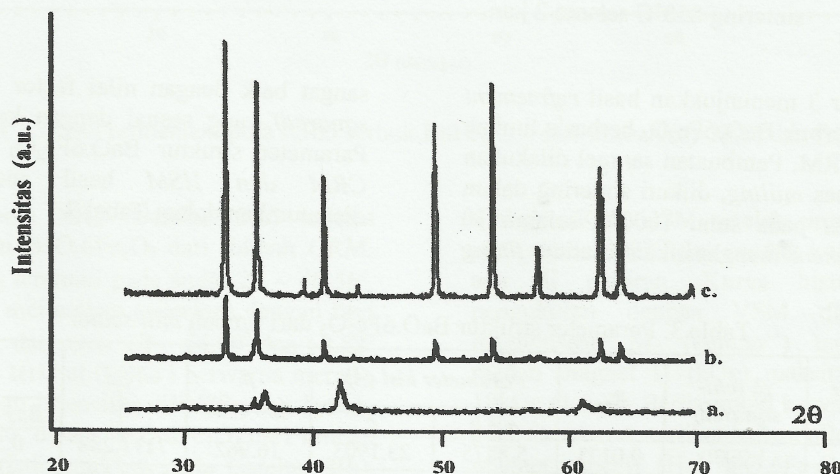
Kristalin  $\text{BaFe}_2\text{O}_4(\text{p})$  dilaporkan sebagai fasa antara (intermediate phase) yang sangat penting dalam pembentukan barium hexaferrit (Winatapura D. S., W. A. Adi, and Ridwan 2014)(Winatapura D. S., W. A. Adi, and Ridwan 2014)(Winatapura D. S., W. A. Adi, and Ridwan 2014). Proses perhitungan dan pencampuran bahan dasar  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  terhadap  $\text{BaCO}_3$  dengan jumlah massanya digunakan prinsip stoikiometri melalui persamaan reaksi (1) dan (2).

Proses milling dilakukan masing-masing selama 10 jam, dikeringkan di dalam oven kemudian dicetak berbentuk. Untuk membentuk fasa barium heksaferrit,  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  sampel kemudian disinter pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  selama 10 jam di dalam oven dalam suasana udara biasa. Identifikasi fasa, pengamatan mikrostruktur, pengukuran luas permukaan partikel dan sifat magnet sampel  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  hasil preparasi dilakukan menggunakan peralatan difraktometer sinar-X

(XRD), scanning electron microscope (SEM), surface area analysis (SAA) dan vibrating sampel magnetometer (VSM). Hasil sintesis kemudian dibandingkan dengan hasil produk magnet heksaferrit komersial.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola difraksi bahan baku limbah HSM, CRM dan bahan komersial  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (katalog Merck) diperlihatkan pada Gambar 1. Berdasarkan pada pola difraksi Gambar 1a, kemudian dengan melakukan pencocokan pada standar PCPDFWIN teridentifikasi bahwa HSM hasil pencucian mengandung mineral ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) yang dicirikan oleh puncak difraksi tertinggi pada sudut  $2\theta \approx 35^\circ$  dengan indeks Miller (311). Sedangkan kandungan Fe dalam limbah CRM berasal dari  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  dengan puncak difraksi tertinggi pada  $2\theta \approx 33^\circ$  dengan indeks Miller (104) (Wisnu Ari Adi and Mulyaningsih 2015; Winatapura D. S. et al. 2013), seperti diperlihatkan pada Gambar 1b. Bila dibandingkan dengan pola difraksi sinar-X dari serbuk  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  bahan katalog Merck (Gambar 1c), maka terlihat bahwa dalam limbah CRM mengandung unsur Fe yang tinggi berasal dari  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ .



Gambar 1. Pola XRD (a) HSM, (b) CRM hasil proses pemurnian dan (c)  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  standar katalog.

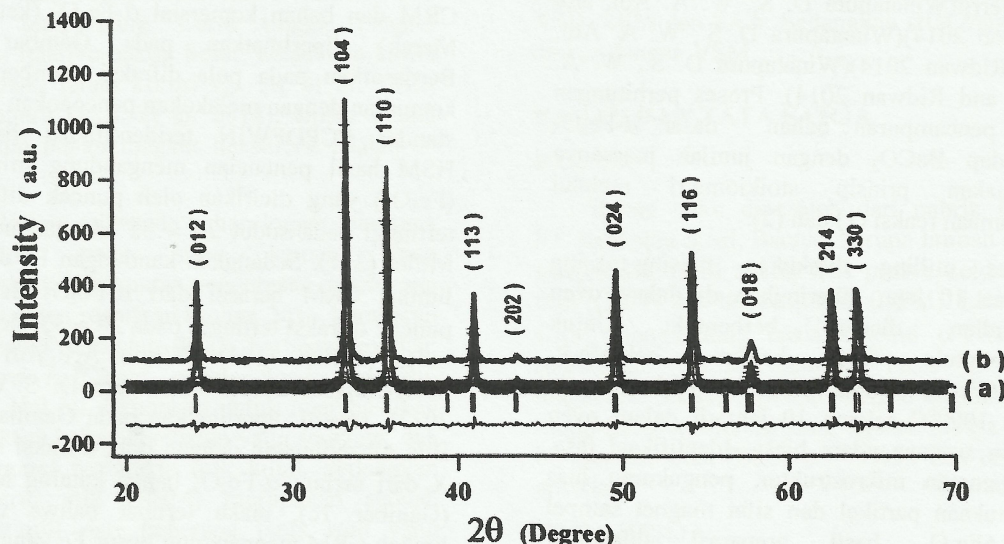
Gambar 2 memperlihatkan hasil *refinement* pola XRD dari serbuk CRM dan HSM setelah proses pemanasan pada  $850^\circ\text{C}$  yang menghasilkan kualitas *fitting* yang sangat baik dengan factor dan  $\chi^2$  (*chi-squared*) yang memenuhi kaidah *Rietan*. Tampak bahwa kedua limbah HSM dan CRM telah membentuk bahan  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  berfasa tunggal. Identifikasi fasa mengacu pada *crystallography open database* (COD) no. 9000139 untuk fasa

*hematite* ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Dari *refinement* pola XRD fasa  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  pada Gambar 2(a) dan 2(b), teramati pada  $2\theta \sim 24.22^\circ, 33.23^\circ, 35.65^\circ, 40.89^\circ, 43.65^\circ, 49.57^\circ, 54.27^\circ, 57.68^\circ, 62.48^\circ,$  dan  $64.22^\circ$  dengan indeks Miller (012), (104), (110), (113), (202), (024), (110), (018), (216) dan (330). Parameter struktur  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  hasil analisis dengan *Rietan* dari limbah CRM dan HSM dicantumkan dalam Tabel 1.



Table 1. Parameter struktur  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  dari *mill scale* setelah pemanasan  $850^\circ\text{C}$ .

Sampel	$\chi^2$ (chi-squared)	$R_{wp}$	Parameter kisi ( $\text{\AA}$ )		$\rho$ ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	$V_{cell}$ ( $\text{\AA}^3$ )	Fraksi $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (%)	
			$a = b$	$c$				
HSM	1.2401	0.0958	5.0327	13.7388	5.2781	958.1463	1.0000	
CRM	1.2572	0.0818	5.0330	13.7400	5.2734	958.1461	1.0000	



Gambar 2. Hasil *refinement* pola XRD serbuk limbah (a) HSM dan (b) CRM setelah proses sintering  $850^\circ\text{C}$  selama 2 jam.

Gambar 3 menunjukkan hasil *refinement* pola XRD serbuk  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  berbasis limbah HSM dan CRM. Pembuatan sampel dilakukan melalui proses *milling*, diikuti sintering dalam bentuk *pellet* pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  selama 10 jam. *Refinement* menghasilkan kualitas *fitting*

sangat baik dengan nilai factor dan  $\chi^2$  (*chi-squared*) yang sesuai dengan kaidah *Rietan*. Parameter struktur  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah CRM dan HSM hasil analisis *Rietan* dicantumkan dalam Tabel 3.

Table 3. Parameter struktur  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah *mill scale*.

Mill scale	$\chi^2$ (chi-squared)	$R_{wp}$	Parameter kisi ( $\text{\AA}$ )		$\rho$ ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	$V_{cell}$ ( $\text{\AA}^3$ )	Fraksi (%)	
			$a = b$	$c$			$\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
HSM	1.2970	0.0173	5.8875	23.1903	16.962	7111.288	0.5944	0.4055
CRM	1.3210	0.0182	5.8875	23.0381	17.718	7354.177	0.8971	0.1029

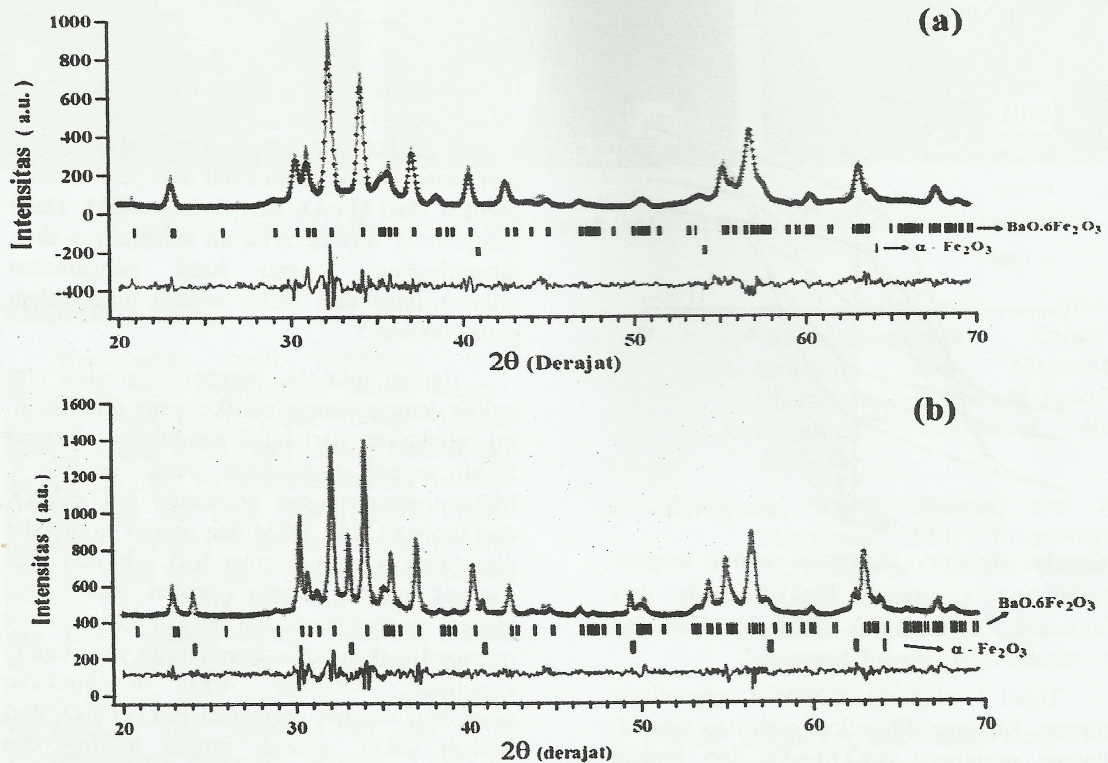
Berdasarkan hasil *refinement* pola XRD pada Gambar 3, sampel hasil preparasi telah membentuk kristal dengan baik, yang dicirikan oleh puncak difraksi yang tajam. Terlihat jelas bahwa setelah dilakukan proses *sintering* pada suhu  $1000^\circ\text{C}$ , kedua produk  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  berbasis limbah *mill scale* yang dihasilkan telah diidentifikasi sebagai bahan heksaferit tipe-M. Pola XRD yang dihasilkan sesuai dengan JCPDS # 84-1531, group ruang: P 63/mmc. Hasil pencocokan sudut  $2\theta$  dan indeks *Miller* dari  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dicantumkan dalam Tabel 4. Dari pola XRD

pada Gambar 2, terlihat bahwa pada kedua produk  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  tersebut masih teramati adanya fasa  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . Mengacu pada Tabel 3, persentase fraksi  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah CRM diperoleh sebesar 90%, jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan fraksi  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah HSM yang hanya diperoleh sebesar 60%. Hal ini sangat mungkin terkait erat dengan kandungan unsur Fe dalam limbah CRM dari hasil pengukuran dengan AAS yang diperoleh sekitar 70%, lebih tinggi dari kandungan unsur Fe yang terkandung dalam limbah HSM yang hanya sekitar 60%.



Keberadaan fasa  $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari hasil proses *milling* telah dilaporkan sebelumnya oleh Jesús (2014); Li, Wang, dan Wang (2012). Hasil penelitian mereka

menunjukkan bahwa fasa  $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  terlarut sempurna dalam  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  pada suhu sekitar  $1100^\circ\text{C}$ .



Gambar 3. Hasil *refinement* pola XRD serbuk  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  dari limbah (a) CRM dan (b) HSM.

Dari pola XRD Gambar 3(a) terlihat bahwa dalam  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah CRM, fasa  $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  teramati pada sudut  $2\theta \sim 40.56^\circ$ ,  $54.80^\circ$  yang merangkap (*overlap*) dengan fasa  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan pada  $2\theta \sim 54.80^\circ$  dan  $62.88^\circ$  tampak jelas terlihat (tanda I berwarna merah), namun dengan intensitas difraksi yang lemah. Sementara itu, dalam  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah HSM, seperti ditunjukkan pada Gambar 3(b), fasa  $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tampak jelas (tanda I berwarna merah) terukur pada sudut  $2\theta \sim 24.21^\circ$ ,  $33.25^\circ$ ,  $35.64^\circ$ ,  $40.98^\circ$ ,  $49.61^\circ$ ,  $57.62^\circ$ ,  $62.64^\circ$ , dan  $64.20^\circ$ . Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa magnet permanen  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat dibuat dari limbah *mill scale* yaitu CRM dan HSM melalui proses *milling* selama 10 jam. Sifat magnet permanen  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  selanjutnya diukur dengan VSM, seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Hasil pengukuran parameter magnetik dengan VSM dicantumkan pada Tabel 4.

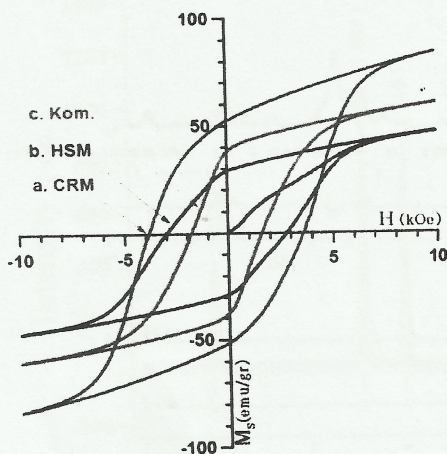
Gambar 4 menunjukkan kurva histeresis serbuk magnet permanen  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari

limbah CRM, HSM setelah proses sintering pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  dan produk komersial yang ada di pasaran. Kurva histeresis hasil pengukuran dengan VSM diplot antara magnetisasi,  $M_s$  ( $\text{emu} \cdot \text{gr}^{-1}$ ) terhadap kuat medan magnet  $H$  (kOe) maksimum sebesar 10kOe (1.0 T). Berdasarkan kurva magnetisasi pada Gambar 4, terlihat bahwa nilai koersivitas magnet intrinsik ( $H_{ci}$ )  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah CRM lebih besar bila dibandingkan dengan nilai  $H_{ci}$  pada  $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah HSM dan produk komersial. Dari Tabel 4 diperoleh nilai  $H_{ci}$   $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$  dari limbah CRM dan HSM masing-masing sebesar 3,61 kOe dan 2.80 kOe, lebih tinggi dari  $H_{ci}$  produk komersial yang hanya sekitar 1.64kOe. Perbedaan nilai  $H_{ci}$  ini erat kaitannya dengan ukuran partikel yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran partikel heksaferit yang dihasilkan, yaitu mendekati ukuran *domain* tunggal, berukuran antara 50nm – 100nm, maka nilai koersivitas nya akan semakin tinggi (Ridwan and Winatapura 2012; Winatapura D. S. et al. 2013).



Tabel 4. Parameter magnetik BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasil pengukuran dengan VSM.

Sampel	Parameter magnetik			Surface Area (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )
	H <sub>ci</sub>	M <sub>s</sub>	M <sub>r</sub>	
CRM	3.61	83.34	50.92	3.29
HSM	2.80	46.79	28.47	1.91
Komersial	1.64	60.18	36.81	-



Gambar 4. Kurva histerisis serbuk magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah (a) CRM (b) HSM dan (c) produk komersial.

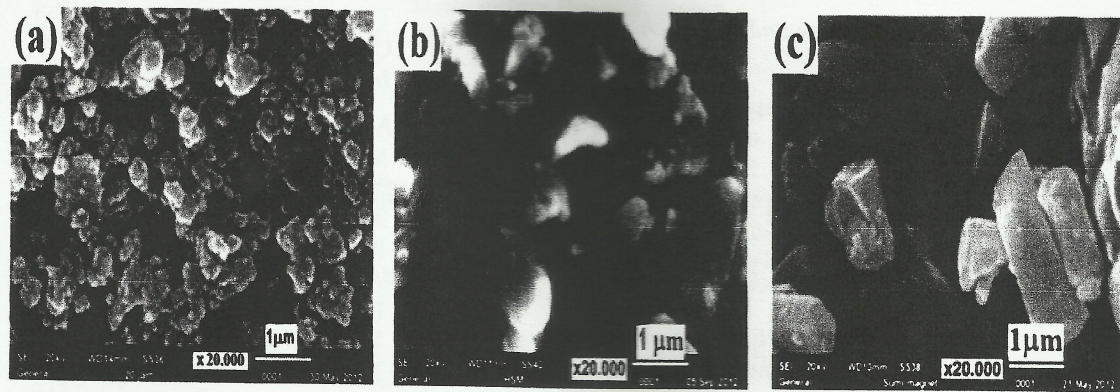
Tabel 4, menunjukkan nilai magnetisasi saturasi, M<sub>s</sub> yang dihasilkan oleh tiap sampel. Magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM memiliki nilai M<sub>s</sub> yang paling tinggi, yakni sebesar 83.34emu/g, kemudian M<sub>s</sub> produk komersial sebesar 60.18emu/g dan Ms limbah HSM sebesar 46.79emu/g. Tingginya nilai M<sub>s</sub> dalam magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah karena ukuran partikel yang seragam (homogen) dan terdistribusi secara merata, artinya tidak terjadi adanya agregasi (penggumpalan) antar partikel). Disamping itu, rendahnya nilai M<sub>s</sub> pada sampel BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, juga bisa disebabkan oleh adanya kandungan fasa impuritas seperti α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Fasa α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki perbedaan sifat magnetik, derajat kristalinitas dan parameter kisi dengan BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (lihat Tabel 2 dan 3). Fasa α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bersifat anti-ferromagnetik pada suhu ruang, sehingga keberadaannya akan menurunkan sifat magnetik BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dengan demikian, pada Gambar 4 tampak bahwa tingginya M<sub>s</sub> pada BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM memiliki kandungan α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang rendah, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Hasil pengukuran dengan *surface area analyzer* dicantumkan dalam Tabel 4. *Surface area* magnet permanen dari limbah CRM dan

HSM masing-masing diperoleh sebesar 3.29 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> dan 1.91 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Ini berarti bahwa ukuran partikel magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM lebih kecil dari pada ukuran partikel BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah HSM. Hasil pengukuran *surface area* ini selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil pengamatan mikrostruktur dari SEM, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Variasi nilai H<sub>ci</sub> magnet permanen erat terkait dengan ukuran partikel yang dihasilkan. Ini dibuktikan dari hasil pengukuran dengan SEM, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Mikrostruktur magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM, HSM dan produk komersial diperlihatkan pada Gambar 4(a), 4(b) dan 4(c). Tampak bahwa ukuran partikel dari ketiga sampel magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tersebut memperlihatkan perbedaan ukuran yang cukup signifikan. Gambar 4(a) menunjukkan morfologi magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM, setelah proses *milling* dan *sintering*. Terlihat bentuk partikel yang hampir berbentuk heksagonal, dengan ukuran bervariasi antara 200 - 400nm. Namun demikian, masih demikian masih terlihat adanya aglomerasi partikel pada beberapa tempat, meskipun telah didispersi ultrasonik sebelum diuji dengan SEM. Gambar 4(b) memperlihatkan morfologi magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah HSM. Terlihat jelas bentuk partikel yang hampir persegi, dengan ukuran berkisar antara 500 - 1000nm dan di beberapa tempat terdapat aglomerasi partikel berukuran lebih besar dari 2000nm. Morfologi magnet permanen heksaferit produk komersial ditunjukkan pada Gambar 4(c). Bentuk partikel persegi, berukuran antara 1000 - 2000nm dan tingkat aglomerasi partikel rendah. Dari hasil pengamatan ini tampak jelas bahwa, tingginya koersivitas (H<sub>c</sub>) magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dengan bentuk yang mendekati heksagonal, lihat Gambar 4(a). Hasil pengamatan mikrostruktur dengan SEM ini sejalan dengan hasil pengukuran partikel menggunakan SAA, seperti dicantumkan dalam Tabel 4.





Gambar 5. Morfologi BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah (a) CRM (b) HSM dan (c) produk komersial.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah hasil olahan (*mill scale*) dari pabrik baja, berupa limbah *cold roll mill* (CRM) dan *hot strip mill* (HSM). Proses pembuatan sampel dilakukan dengan metoda *milling*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas fasa BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM dan HSM masing-masing diperoleh sekitar 90% dan 60% dengan konsentrasi fasa  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 10% dan 40%. *Surface area* BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM dan HSM masing-masing diperoleh sebesar 3.29m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup> dan 1.91m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Nilai *surface area* tersebut yang menunjukkan bahwa ukuran partikel BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM lebih halus. Magnet saturasi (M<sub>s</sub>) BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM, HSM dan produk komersial diperoleh masing-masing sebesar 83emu/g, 47emu/g dan 60,18emu/g. Koersivitas magnet (H<sub>c</sub>), magnet permanen BaO.6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari limbah CRM, HSM dan produk komersial masing-masing diperoleh sebesar 3.61kOe, 2.80 kOe dan 1.64kOe.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Wisnu Ari Adi atas bantuannya. Penelitian ini didanai oleh proyek DIPA untuk T.A. 2015 dengan judul "Penelitian dan Pengembangan Bahan Smart Magnetik dan Oksida Magnetik".

## DAFTAR PUSTAKA

- Haq, A., and M. Anis-ur-Rehman. 2012. "Effect of Pb on Structural and Magnetic Properties of Ba-Hexaferrite." *Pysica B* 407: 822–26.
- Jesús, F Sánchez-de. 2014. "Mechanosynthesis , Crystal Structure and Magnetic Characterization of M-Type." *Ceramics International* 40: 4033–38.
- Kanagesan, S, H. Mansor, and J. Sinnappan. 2014. "Microwave Sintering of Zn-Nb Doped Barium Hexaferrite Synthesized via Sol-Gel Method." *Materials Sciences and Applications* 5 (March): 171–76.
- Kaur, Rajanroop, and Gagan Deep Aul. 2012. "Effect of Reflection Property on Microwave Absorbing Materials - A Review." *International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- L. Jie, Z. Huai-Wu, L. Yuan-Xun, L. Ying-Li, and M. Yan-Bing. 2012. "The Structural and Magnetic Properties of Barium Ferrite Powders Prepared by Sol-Gel Method." *Chin. Phys. B* 21: 017501–017501 – 4.
- Li, Cong-Ju, Bin Wang, and Jiao-Na Wang. 2012. "Magnetic and Microwave Absorbing Properties of Electrospun Ba<sub>(1-x)</sub>La<sub>x</sub>Fe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> Nanofibers." *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 324 (7). Elsevier: 1305–11. doi:10.1016/j.jmmm.2011.11.016.
- Novizal, A. Manaf, and M. Hikam. 2014. "Effect of Temperature On Ba<sub>(1-x)</sub> Crystallite Size Characterization and Properties of Soft Magnetic." *International*



*Journal of Science and Research (JSR)* 14 (01): 88–92.

- Ridwan, and Didin S. Winatapura. 2012. "Characterization of High Coercivity Strontium Hexaferrite by Coprecipitation Method." *Jurnal Sains Materi Indonesia* 13 (2): 141–45.
- Winatapura D. S., Deswita, M. Toifur, and Ridwan. 2013. "Effect of pH on The Magnetic and Microstructure Properties of Barium Hexaferrite." *Indonesian Journal of Materials Science* 14(3): 173–78.
- Winatapura D. S., W. A. Adi, and Ridwan. 2014. "Microstructure and Magnetic Properties of Nanoparticles  $M_{0.9}Ca_{0.1}(M = Ba, Sr)$  Hexaferrite Prepared by Coprecipitation Method." *International Journal of Academic Research (IJAR)* 6 (6): 195–99. doi:10.7813/2075-4124.2014/6-6/A.23.
- Winatapura, Didin S, Wisnu A Adi, Adel Fisli, and M Toifur. 2012. "Nanopartikel Heksaferit Energi

Tinggi Dengan Metoda Wet Chemical Processing." *Program Insentif Riset Terapan*, 1–36.

- Wisnu Ari Adi, And, and Th. Rina Mulyaningsih. 2015. "Composition Analysis of Titanomagnetite and Ilmenite from Iron Sand Using Neutron Activation Analysis as Preliminary Study for Producing Iron Oxide and Titanium Dioxide." *International Journal of Academic Research (IJAR) Research* 7: 3–7.

#### TANYA JAWAB

##### Safei Purnama

- Kenapa Cold Roll Mill lebih baik dari Hot Strip Mill?

##### Sari Hasnah Dewi

- Proses sintesis Cold Strip Mill membuat terbentuknya fasa hematit yang dominan pada CRM jika dibandingkan dengan Hot Strip Mill.