

ISSN : 0854 – 4778

PROSIDING

Seminar Nasional Ke 55

TEMU-ILMIAH JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

Seminar Nasional XXIV

KIMIA DALAM INDUSTRI DAN LINGKUNGAN

“Perkembangan Mutakhir dalam Teori, Instrumentasi dan Penerapan”

(Hotel Phoenix Yogyakarta, 19 November 2015)



REDAKSI:

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

Diterbitkan 1 Februari 2016

Oleh

JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

YAYASAN MEDIA KIMIA UTAMA

Akta No : 24/15/IV/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>), Teknologi Soprograsi dan Membran (<i>Membrane and Separation Tech- nology</i>)
Prof. Drs.Sukandi Nasir, MM	Acrodinamika, Teknik Ruang Angkasa Lainnya/ Bahan Bakar Roket (<i>Aerospace Engineering not elsewhere classified</i>)
Wisnu Susetyo, Ph.D	Jaminan Kualitas, Ilmu-ilmu Kimia Lainnya/ Managernen Mutu laborato- rium Kimia (<i>Chemical Sciences not elsewhere Classified</i>)
Dr. Bambang Setiaji	Kimia Bahan Solid (<i>Solid State Chemistry</i>), Katalis Kimia (<i>Chemistry of Catalyses</i>) dan ilmu-ilmu Anorganik lainnya (<i>Non-Organic Chemistry not elsewhere classified</i>)
Dr. Eko Sugiharto	Kimia Lingkungan, Jaminan Kualitas (<i>Quality Assurance</i>)
Prof. Dr.Ir. Sigit, DEA	Simulasi dan Kontrol Proses, Design Teknik Kimia (<i>Chemical Engineering Design</i>) dan teknik Kimia Lainnya (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere Classified</i>)
Drs. Sutjipto, MS, Pen.Utama	Kimia Lingkungan, Energy dan Termodinamika Kimia. Kimia Organik Fisik, Ilmu-ilmu kimia Lainnya (<i>Chemical Sciences not elsewhere classified</i>)
Ir. Ary Achyar Alfa, M.Si, Pen.Utama	Polimer, karakterisasi makromolekul, Mekanisme Polimerisasi (<i>Polymer- ization Machanism</i>) dan Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Material Engineering not elsewhere classified</i>)
Ir. Erfin Yundra Febrianto, MT, Pen.Utama	Ilmu Bahan dan Proses/ Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Moterial Engineering not elsewhere classified</i>)
Dr. Ir. Mahyudin Abdul Rakhman M.Eng, Pen.Utama	Teknik Biokimia (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere classified</i>)
Dr. Djoko Santoso, Pen. Utama	Bioteknologi (<i>Biotechnology</i>)

SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA

Ketua I	:	Wisnu Susetyo, Ph.D
Ketua II	:	Dr. Eko Sugiharto
Ka. Dept. Diklat.	:	Ir. Prayitno, MT., Pen.Utama
Sekretaris	:	Sihono
Bendahara	:	Imam Prayogo, ST
Anggota	:	Prof. Dr. Ir. Sigit, DEA Drs. Sutjipto, MS Dra. Susanna TS., MT Ashar Andrianto., ST

PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas petunjuk dan karuniaNya sehingga Prosiding Seminar Nasional XXIV **Kimia Dalam Industri dan Lingkungan** dengan tema **"Perkembangan Mutakhir dalam Teori, Instrumentasi dan Penerapan"** dapat diterbitkan.

Prosiding ini merupakan dokumentasi karya ilmiah para peneliti dari berbagai disiplin ilmu terkait sains dan teknologi yang mendukung industri dan lingkungan, dan telah dipresentasikan pada Temu Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia (JASAKIAI) pada tanggal 19 November 2015, bertempat di Hotel Phoenix, Jalan Jendral Sudirman No. 9 Yogyakarta.

Kegiatan Temu-Ilmiah Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia ini merupakan penyelenggaraan yang ke XXIV dan dihadiri 60 peserta. Adapun tujuan Seminar adalah untuk menjadi forum pertukaran informasi antara peneliti di Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian di satu pihak dengan para praktisi di lingkungan industri di lain pihak.

Sebanyak 54 (Lima puluh empat) makalah telah dipresentasikan pada Seminar Nasional XXIV "Kimia dalam Industri dan Lingkungan" yang telah diselenggarakan pada tanggal 19 November 2015 oleh Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, dan setelah melalui penilaian oleh Referee/ Dewan Penelaah, dapat diterbitkan dalam 1 (satu) buku prosiding ini.

Adapun rincian Intitusi yang hadir dan karya ilmiah yang telah dipresentasikan adalah sebagai berikut:

No.	Institusi	Makalah
01	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju PSTBM-BATAN Puspitek Serpong, Tangerang Selatan	9
02	PAIR-BATAN Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKL, Jakarta 12070,	6
03	Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes Jakarta Percetakan Negara No. 29, Jakarta 10560	8
04	Pusat Teknologi Roket, LAPAN Jl. Raya LAPAN No. 2, Mekarsari, Rumpin, Kab. Bogor 16350	2
05	Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl Taman Kencana 1, Bogor 16151, Indonesia	2
06	Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN Jl. Babarsari, Yogyakarta	6
07	Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir- BATAN Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan Jakarta 12710	2

08	Pusat Biomedica dan Teknologi Dasar Kesehatan Badan Litbangkes ¹ , Kementerian Kesehatan RI	11
09	Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911, Jawa Barat	6
10	Pusat penelitian dan Pengembangna Kesehatan, Balitbangkes, Depkes. RI Percetakan Negara No. 29, Jakarta 10560	2

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, penilaian 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 serta semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar untuk perkembangan Ilmu Kimia dan terapannya di Indonesia. Kami sadari bahwa Seminar dan 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, 1 Februari 2016

Redaksi

DAFTAR ISI

NO.	DAFTAR ISI	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	REFREE/DEWAN PENELAAH	iii
	SUSUNAN PANITIA	iv
	PENGANTAR	v-vi
	DAFTAR ISI	vii-x
1.	STUDI FARMAKOLOGI EFEK ANTI <i>HIPERKOLESTEROLEMIA</i> SEDIAAN KOMBINASI ANGKAK DAN KAYU MANIS PADA TIKUS PUTIH (<i>RATTUS NORVEGICUS</i>) GALUR WISTAR YANG DIINDUKSI PAKAN TINGGI KOLESTEROL Ai Hertati¹, Nurlaili Ekawati, Herman Irawan, Ela Novianti, dan Djadjat Tisnadjaja	1 - 8
2.	KARAKTERISTIK KASUS HIV DAN SUBTIPE DOMINAN DI PAPUA Roselinda	9 - 16
3.	RESPONSIVITAS HIDROGEL POLIVINIL ALKOHOL/KARBOKSIMETIL SELULOSA IRADIASI TERHADAP PERUBAHAN pH Ambyah Suliwarno* dan Ine Cyntya**	17 - 22
4.	PENGGUNAAN REFLUKS PADA PELINDIAN ASAM UNTUK MENINGKATKAN SINTESIS ZOC Harry Supriadi, Erlin Purwita Sari, Herry Poernomo	23 - 28
5.	HUBUNGAN ANTARA LINGKUNGAN DENGAN KEJADIAN PNEUMONIA PADA SURVEILANS SEVERE ACUTE RESPIRATORY INFECTIONS (SARI) DI INDONESIA Roselinda	29 - 36
6.	ANALISA SITUASI DEMAM BERDARAH DENGUE (DBD) DI KOTA JAMBI PERIODE (2007-2011) Dasuki, Elsa Elsi, Sehatman	37 - 46
7.	ANALISA LANJUT HUBUNGAN ANTARA OBESITAS DAN KEJADIAN KECELAKAAN DI INDONESIA BERDASARKAN DATA RISKESDAS 2013 *Raflizar, **Merryani Girsang	47 - 56
8.	SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATODA BATERAI LiFePO_4 DENGAN PENAMBAHAN ASAM SITRAT Wagiyo Honggowiranto, Indra Gunawan	57 - 64
9.	PRETREATMENT BIOLOGI DAN HIDROLISIS ASAM TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT Isroi dan Irma Kresnawati	65 - 70
10.	EVALUASI IMPLEMENTASI PERATURAN DAERAH KOTA PADANG PANJANG NOMOR 8 TAHUN 2009 TENTANG KAWASAN TANPA ASAP ROKOK DAN KAWASAN TERTIB ROKOK Raflizar¹ Merryani Girsang²	71 - 80
11.	PEMBENTUKAN NANOPARTIKEL LiCoO_2 MENGGUNAKAN TEKNIK <i>PLANETARY MILLING</i> Elman Panjaitan, Wagiyo	81 - 84
12.	STATUS GIZI WANITA USIA SUBUR (WUS) DI INDONESIA MENURUT DATA RISKESDAS 2013 Kristina*	85 - 92
13.	IMPLEMENTASI STRATEGI DOTS DI RUMAH SAKIT DALAM PENANGGULANGAN PENYAKIT TUBERCULOSIS PARU *Merryani Girsang, **Rafrizar	93 - 98

NO.		HALAMAN
14	RASIO TENAGA KESEHATAN PERAWAT DAN BIDAN DI PROVINSI JAMBI Dasuki, Kusuma A, Helper S Manalu	99 - 108
15	PENYEBAB KEMATIAN UTAMA MENURUT KELOMPOK UMUR TAHUN 2011 Kristina*	109 - 116
16	PREDIKSI DISTRIBUSI ZIRKONIUM - HAFNIUM PADA KESETIMBANGAN CAIR - CAIR DALAM SISTEM ASAM NITRAT ENCIER DAN TBP + KEROSIN Wahyu Rachmi P.^{1)*}, Wahyudi Budi S.¹⁾, Budhijanto¹⁾, dan Dwi Biyantoro²⁾	117 - 126
17	CAMPURAN EKSTRAK TEMUPUTIH (<i>Curcuma zedoaria</i> (Christm.) Roscoe.) DAN MAHKOTA DEWA (<i>Phaleria macrocarpa</i> (Scheff) Boerl.) IRADIASI GAMMA SEBAGAI ANTIBAKTERI Nikham	127 - 136
18	PERBANDINGAN KUALITAS DAN KAPASITAS DAYA SERAP AIR SUPER ABSORBAN POLIMER KOMPOSIT BEBERAPA FILLER BENTONIT, ZEOLIT, KAOLIN DAN FELDSFAR ¹Jadigia Ginting, ²Yustinus P dan ³Sri Yatmani	137 - 142
19	POTENSI PADUAN POLIMER POLIPROPILEN-KO-ETILEN/POLI-ε-KAPROLAKTON DAN POLIPROPILEN DITEMPEL MALEIK ANHIDRAT HASIL IRADIASI GAMMA SEBAGAI BAHAN <i>BIODEGRADABLE</i> Nikham	143- 150
20	PENGUNAAN FILLER MONTMORILONIT PADA ELEKTROLIT POLIMER PADAT BERBASIS POLIMER PMMA DENGAN GARAM LiCl Yustinus Purwamargapratala dan Jadigia Ginting	151- 156
21	DAMPAK KEBAKARAN HUTAN TERHADAP KEJADIAN PNEUMONIA KAITANNYA DENGAN PERILAKU MASYARAKAT DI KABUPATEN TANJUNG JABUNG TIMUR, PROVINSI JAMBI Suharjo	157- 162
22	KEJADIAN LUAR BIASA (KLB) DEMAM BERDARAH DENGUE DI KABUPATEN MERAUKE PAPUA Rudi Hendro P, Eka Pratiwi dan John Master	163- 156
23	SURVEI CEPAT KEPADA PENGEMUDI BUS DALAM RANGKA ANTISIPASI KECELAKAAN DALAM PERJALANAN MUDIK LEBARAN 2015 Joko Irianto*, Saimawar Djaja	157 - 164
24	OPTIMASI PROSES DEGRADASI LIMBAH WARNA OLEH KATALIS HETEROGEN Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ MENGGUNAKAN METODE FOTO FENTON Sari Hasnah Dewi dan Siti Wardiyati	165 - 170
25	PEMBUATAN LTJ HIDROKSIDA DARI HASIL OLAH MONASIT DENGAN PROSES ASAM Suyanti dan Prayitno	171 - 180
26	KARAKTERISASI ZIRKONIUM OKSIDA HASIL KALSINASI Zr(OH) ₄ DARI PROSES PEMURNIAN PASIR ZIRKON Iga Trisnawati^{*)}, Indra Perdana, I Made Bendiyasa	181 - 186
27	PENGARUH IRADIASI TERHADAP KUALITAS FUNGSIONAL ANEKA SAYUR KERING SKALA SEMI-PILOT. Idrus Kadir dan Darmawan	187 - 192

NO.		HALAMAN
28	PEMBUATAN TiO ₂ DARI ILMENIT <i>TAILING</i> BENEFISIASI MINERAL ZIRKON Suyanti dan MV. Purwani	193 - 202
29	PEMERIKSAAN NON POLIO ENTEROVIRUS (NPEV) DARI ANAK-ANAK SEHAT UMUR 12 BULAN - 36 BULAN YOGJAKARTA Sehatman	203 - 216
30	MIKROALGAE SEBAGAI BIORESORCES PERAIRAN DALAM PERSPEKTIF BIOTEKNOLOGI I Nyoman K. Kabinawa	217 - 232
31	ANALISIS FAKTOR-FAKTOR KEJADIAN TUBERCULOSIS BERDASARKAN HASIL MIKROSKOPIS, RISKESDAS 2010 Merryani Girsang* Raflizar**	233 - 242
32	GAMBARAN PENYAKIT POLIO DENGAN PEMERIKSAAN SEL KULTUR Sehatman	243 - 246
33	PENGARUH KONSENTRASI PELARUT TERHADAP KUALITAS EKSTRAK HERBA MENIRAN (<i>PHYLLANTHUS NIRURI</i> L.) Sukmayati Alegantina, Herni Asih Setyorini	247 - 254
34	EVALUASI POTENSI BAHAYA KEBAKARAN DARI SUMBER TIDAK BERGERAK (SPBU) ASPEK KEJADIAN AKIBAT KEGIATAN MANUSIA June Mellawati, Dedi Priambodo	255 - 262
35	PROFIL KONTAMINASI <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> DALAM PRODUK FORMULA BAYI DI INDONESIA TAHUN 2011 Sukmayati Alegantina, Mariana Raini	263 - 268
36	ADSORPSI LARUTAN ZAT PEWARNA <i>METRYLENE BLUE</i> OLEH NANOKOMPOSIT MAGNET Fe ₃ O ₄ @SiO ₂ Didin S. Winatapura	269 - 274
37	PENEGAKAN DIAGNOSA PADA KEJADIAN LUAR BIASA (KLB) CHIKUNGUNYA TAHUN 2013 DENGAN PEMERIKSAAN LABORATORIUM Rudi Hendro Putranto dan Eka Pratiwi	275 - 280
38	PROYEKSI JUMLAH PENDUDUK DI SEKITAR TAPAK REAKTOR DAYA EKSPERIMENTAL (RDE) DI PUSPIPTEK SERPONG June Mellawati, Siti Alimah	281 - 286
39	MIKRO KARAKTERISASI MATERIAL ANODA INOVATIF UNTUK BATERAI LITHIUM ION MENGGUNAKAN SEM Agus Sujatno, Yustinus Purwamargapratata, Arbi Dimiyati	287 - 292
40	STUDI BIOTEKNOLOGI IMPLIKASINYA TERHADAP SAINS LINGKUNGAN TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT (SALINGTEMAS) Djumhawan Ratman Permana	293 - 302
41	TEKNIK BIOSORPSI LOGAM BERAT CU DAN HG DENGAN <i>OMPHALINA</i> SP. TERIMOBILISASI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN SISTEM <i>ROTARY BIOLOGICAL CONTACTOR</i> Firda Dimawarnita ¹ , Suharyanto ¹ , Tri-Panji ¹ , Nur Richana ² & Achmad Zainudin ³	303 - 310
42	<i>SCALE-UP</i> BIOREAKTOR TANKI PENGADUK DAN PH KONTROL UNTUK PRODUKSI BIOMASA SEL DAN POLISAKARIDA DARI JAMUR JELLY (<i>TREMELLA FUCIFORMIS</i> , BERK.) – <i>REVIEW</i> Djumhawan Ratman Permana ¹ dan Muhamad Kurniadi ²	311 - 318

NO.		HALAMAN
43	SKRINING INHIBITOR KOMPETITIF A GLUCOSIDASE DARI ISOLAT LOKAL <i>ACTINOMYCETES SP.</i> Ela Novianti¹, Ai Hertati, Nurlaili Ekawati, Herman Irawan, dan Djadjat Tisnadjaja	319 - 324
44	PENGGUNAAN KClO ₄ C/S/Sb ₂ S ₃ POWDER SEBAGAI PENGGANTI LEAD AZIDE UNTUK PRIMARY EXPLOSIVE DALAM PEMANTIK IGNITER ROKET Evie Lestariana	325 - 332
45	HUBUNGAN ANTARA PENCEMARAN LINGKUNGAN DENGAN KEKEBALAN PENYAKIT Noer Endah Pracoyo	333 - 342
46	PRODUKSI ANTIOKSIDAN OLEH KAPANG ENDOFIT K.Cl.Sb.R9 DAN K.Cl.Sb. R11 ASAL RIMPANG <i>CURCUMA LONGA</i> L. Harmastini Sukiman, Sylvia Lekatompessy, Tiwit Widowati, Fauzy Rachman dan Partomuan Simanjuntak	343 - 350
47	KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN MIKROBA PADA MAKANAN OLAHAN CURAH Harsojo* dan Harmastini Sukiman**	351 - 356
48	EFEK MUTASI UV TERHADAP PRODUKSI INHIBITOR α - GLUKOSIDASE YANG DIHASILKAN OLEH <i>ACTINOMYCETES SP.</i> Nurlaili Ekawati¹, A. Hertati, H. Irawan, E. Novianti, & D. Tisnadjaja	357 - 362
49	STUDI OKSIDASI PADUAN ZIRKONIUM ZrNbMoGe MENGGUNAKAN THERMOGRAVIMETRI Rohmad Salam, A. Sujatno, Bandriyana, Yustinus P., dan A. Dimiyati	363 - 368
50	UJI KOMPOSISI UNSUR, UJI HOMOGENITAS, DAN UJI STABILITAS KANDIDAT BAHAN STANDAR PEMBANDING ZIRKONIA DENGAN METODE SPEKTROMETRI SERAPAN ATOM (SSA). Supriyanto C., Samin, Sajima	369- 374
51	SINTESIS DAN KARAKTERISASI BAHAN KATODA LiFePO ₄ DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>SOLID STATE REACTION</i> Indra Gunawan, Sugik Sugiantoro	375 - 382
52	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI TEKANAN PEMBAKARAN (<i>CLOSED VESSEL</i>) UNTUK BAHAN PIROTEKNIK Evie Lestariana	383 - 386
53	HUBUNGAN ANTARA HASIL TITER ANTIBODI CAMPAK, DIFTERI, DAN HEPATITIS B DENGAN, IMUNISASI DAN RIWAYAT PENYAKIT CAMPAK, DIFTERI, DAN HEPATITIS B Noer Endah Pracoyo	387 - 394
54	PEMERIKSAAN TRIGLISERIDA PADA PENDERITA DIABETES MELLITUS Wibowo, Rudi Hendro Putranto	395 - 400
	DAFTAR HADIR	401 - 406

STUDI OKSIDASI PADUAN ZIRKONIUM ZrNbMoGe MENGGUNAKAN THERMOGRAVIMETRI

Rohmad Salam, A. Sujatno, Bandriyana, Yustinus P., dan A. Dimiyati

Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, PSTBM-BATAN, Puspiptek, Indonesia

ABSTRAK

Uji *thermogravimetri* dilakukan untuk mempelajari perilaku paduan zirkonium pada awal oksidasi dalam rangka pengembangan material suhu tinggi di PSTBM-BATAN. Bahan paduan zirkonium mengalami perlakuan β -quenching pada suhu 900 °C dan anil pada suhu 500 dan 600 °C. Uji oksidasi dilakukan di dalam *Magnetic Suspension Balance (MSB)* pada suhu 700°C selama 5 jam. Laju perubahan masa seluruh sampel mendekati konstan setelah 100 menit oksidasi. Dimana laju oksidasi kedua sampel dengan perlakuan quench dan anil menunjukkan nilai yang lebih rendah dibanding sampel tanpa perlakuan. Penurunan suhu anil dari 600 °C menjadi 500 °C memberikan tingkat oksidasi yang lebih rendah, dari 175 menjadi 75 g/m². Dari karakteristik perubahan kurva oksidasi paduan ZrNbMoGe ditunjukkan kinetika parabola yang memberikan indikasi bahwa arah pembentukan lapisan oksida ke dalam, dimana oksidasi disebabkan sepenuhnya oleh proses difusi oksigen.

Kata-kata kunci: MSB, paduan zirkonium, β -quenching, anil, oksidasi.

ABSTRACT

Thermogravimetric measurement has been performed in order to study the oxidation properties of zirconium alloy to support research and development programs of high temperature materials in PSTBM-BATAN. Effect of β -quenching on the oxidation resistance of zirconium alloy examined using the Magnetic Suspension Balance (MSB) at the temperature 700 °C for 5 hours. The result showed after 100 minutes the oxidation of all samples becomes nearly constant. However, the quenched and annealed samples showed lower levels of oxidation as compared with the sample without treatment. Decreasing of annealing temperature 600 °C to 500 °C improved the oxidation, as obviously by the decreasing of weight gain 190-90 g/m². The oxide scale growth followed the characteristic parabolic kinetics revealing inward oxidation driven by oxygen anion diffusion.

Keywords: MSB, zirconium alloys, β -quenching, annealing, oxidation.

PENDAHULUAN

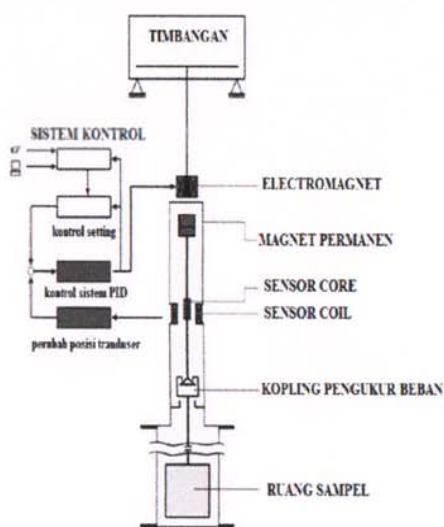
Logam zirkonium adalah logam yang sangat reaktif dan akan membentuk lapisan oksida secara spontan pada lingkungan yang mengandung oksigen [1]. Sedangkan niobium merupakan logam yang dapat meningkatkan kekerasan pada paduan. Paduan Zr-2,5Nb memiliki sifat mekanik yang sangat baik dan laju korosi rendah dibandingkan dengan paduan Zr-0,45Nb dan Zr-1.5Nb [2]. Paduan ZrNb merupakan paduan yang memiliki kekerasan yang tinggi 218,8436 VHN dengan nilai laju korosi yang kecil yaitu 0,1023 mpy [3]. Paduan Zr-Nb memiliki ketahanan korosi yang tinggi [4]. Ketahanan korosi pada temperatur tinggi juga ditentukan

oleh kadar unsur logam pada paduan yang membentuk lapisan oksida [5].

MSB merupakan salah satu alat uji oksidasi yang bekerja berdasarkan perubahan massa ketika sampel mengalami pemanasan [6]. Jika dibandingkan dengan peralatan *thermogravimetri* lainnya, alat ini memiliki keunggulan karena metode penimbangan yang menggunakan teknologi suspensi elektromagnetik, dimana sampel yang ditimbang berada pada sebuah ruangan terpisah dari timbangan. Sampel terhubung pada sebuah magnet permanen di dalam ruangan tersebut yang berinteraksi pada sebuah elektromagnetik di luar ruangan yang terhubung dengan timbangan. Sehingga dengan demikian sampel tidak mengalami

kontak langsung dengan timbangannya. Hal ini memungkinkan untuk menimbang dalam berbagai kondisi atmosfer juga vakum dan bahkan bertekanan. Sampel dan timbangan yang terpisah ini sangat menguntungkan ketika melakukan uji korosi pada suhu dan tekanan yang tinggi atau dalam lingkungan media yang korosif dalam waktu yang lama.

Perubahan massa sampel diukur berdasarkan perubahan medan magnet yang diakibatkan oleh perubahan posisi sampel selama proses pemanasan. Secara garis besar konstruksi alat MSB ditunjukkan dalam skema pada Gambar 1, dan set-up MSB yang ada di PSTBM ditunjukkan pada Gambar 2 [6].



Gambar 1. Skema MSB

Bagian utama dari MSB adalah ruang sampel yang terdiri dari sebuah tabung keramik yang tertutup. Di dalam ruang keramik ini terdapat sampel yang akan dipanaskan. Berbagai macam jenis gas dan udara dapat dimasukkan ke dalamnya selama proses pengukuran, seperti Argon (Ar), nitrogen (N₂), uap air dan lain-lain. Komponen lainnya yang penting adalah timbangan (micro balance) yang bekerja berdasarkan perubahan medan magnet yang terjadi di ruang pengukuran. Timbangan ini mampu mengukur perubahan massa hingga 0,05 mg. Pengambilan data selama proses pengukuran dilakukan oleh sebuah CPU yang dapat menampilkan proses secara in-situ. Informasi mendetil tentang MSB telah dipublikasikan pada [6].



Gambar 2. MSB PSTBM-BATAN.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa perilaku bahan selama proses oksidasi menggunakan alat MSB dengan bahan paduan Zirkonium sebagai contoh. Bahan ini merupakan bagian dari proyek kegiatan riset material temperatur tinggi dalam rangka mendukung program BATAN dalam mengembangkan Reaktor Daya Eksperimental (RDE). Fokus penelitian terletak pada metoda experiment dan interpretasi hasil MSB untuk memberikan gambaran tentang kinetika proses oksidasi bahan paduan zirkonium, seperti pembentukan dan laju oksidasi serta proses spaling lapisan oksida ketika bahan berada pada kondisi temperatur tinggi dalam lingkungan udara atmosfer. Informasi dari MSB didukung oleh pengujian mikrostruktur dengan SEM untuk menunjukkan korelasi antara kinetika oksidasi dengan perubahan mikrostruktur yang terjadi. Studi ini merupakan bagian dari penelitian yang telah dipublikasikan [7].

METODA PENELITIAN

Material

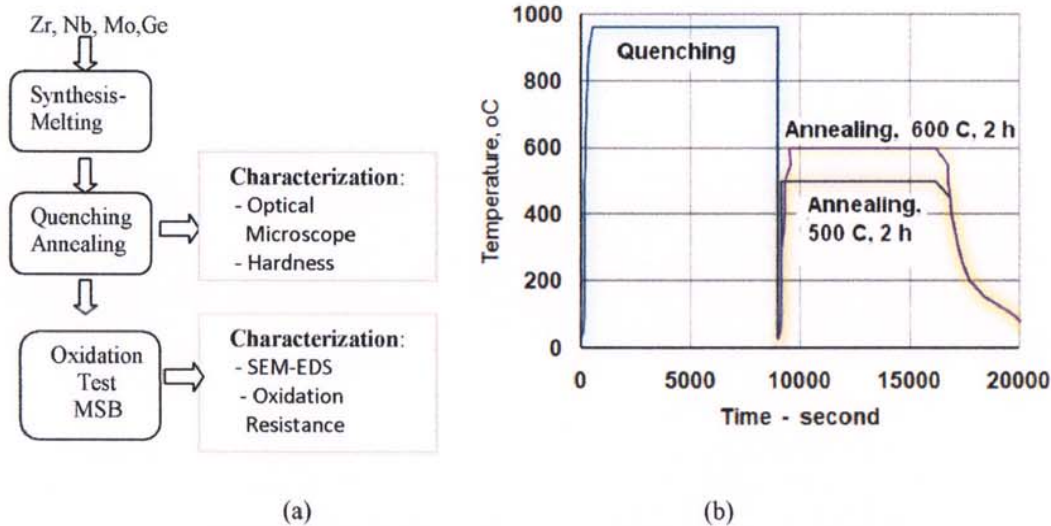
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan zirkonium ZrNbMoGe. Merupakan pengembangan bahan kelongsong bahan bakar reaktor. Komposisi kimia paduan material ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia paduan Zirkonium ZrNbMoGe.

No	Bahan	Kandungan [% berat]
1	Zr	96.9
2	Nb	2.5
3	Mo	0.5
4	Ge	0.1

Seperti terlihat pada Gambar 2, paduan dipersiapkan sebagai berikut: pertama bahan Zr, Nb, Mo, Ge dilakukan peleburan dengan *arc melting furnace* yang dilindungi oleh gas argon, untuk mencapai peleburan yang merata proses dilakukan sebanyak lima kali kemudian didinginkan secara perlahan diudara terbuka (suhu kamar). Sampel paduan zirkonium yang

telah menjadi ingot kemudian di potong menjadi beberapa potong yang berdimensi, Quenching dilakukan dengan memanaskan sampel 10 °C/menit sampai suhu 950 °C selama 2,5 jam dan segera didinginkan dalam air. Sampel kemudian di anil pada suhu 500 °C dan 600 °C selama 2 dan 3 jam untuk melepaskan tegangan sisa.



Gambar. 2 Diagram alir (a) dan kurva *quenching* dan *anil* (b) [2].

Pengukuran MSB

Untuk pengujian oksidasi menggunakan MSB, sampel dipotong dengan ukuran maksimal 10x10x2 mm lalu ditimbang. Berat sampel diambil kurang dari 25 g, ini merupakan berat untuk fungsi optimum sistem balance dalam MSB. Proses selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam sebuah cawan kecil yang terbuat dari keramik gambar 4. Setelah itu wadah dengan sampel dipasangkan ke dalam batang pemegang sampel dan diikat menggunakan seal tape.

Cara pengoperasian MSB sebagai berikut: sebelum *power* disambungkan ke jaringan PLN melalui stop kontak, sebelumnya harus dipastikan bahwa sampel memiliki permukaan yang terdefinisi, biasanya permukaan yang halus. Untuk mendapatkan permukaan yang halus sampel diampelas dengan mesin *grinding* dari kekasaran berurutan sebagai berikut 80, 120, 400, 600, 1000 dan 1500 kemudian sampel dibersihkan dengan alkohol (methanol) di dalam mesin ultrasonik untuk menghilangkan kotoran dari sisa-sisa butiran SiC diampelas dan lemak tangan.

Data-data pengukuran yang diperlukan diinput ke dalam komputer, pengaturan

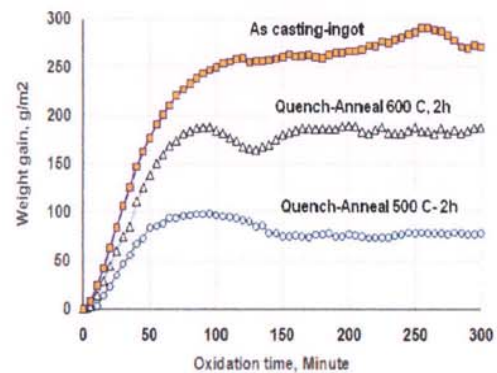
temperatur pada kontrol temperatur dipilih sesuai temperatur operasi dan tungku beroperasi sesuai dengan temperatur yang di set, timbangan akan bekerja selama ada pertambahan berat akibat terbentuknya lapisan oksida pada sampel. Selama operasi MSB berlangsung, temperatur ruangan *furnace* dan berat sampel ditunjukkan oleh peraga pada sistem kontrol temperatur dan display pada computer.



Gambar 4. Wadah sampel

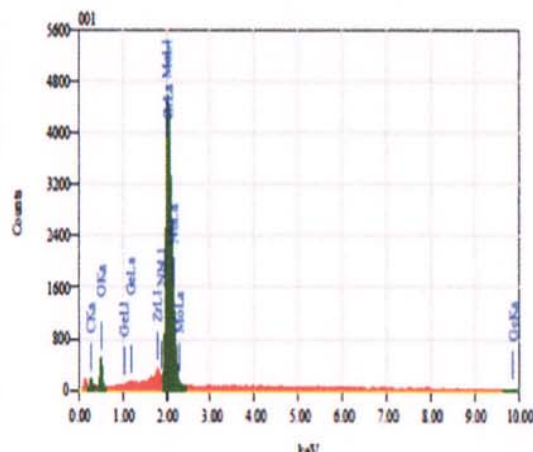
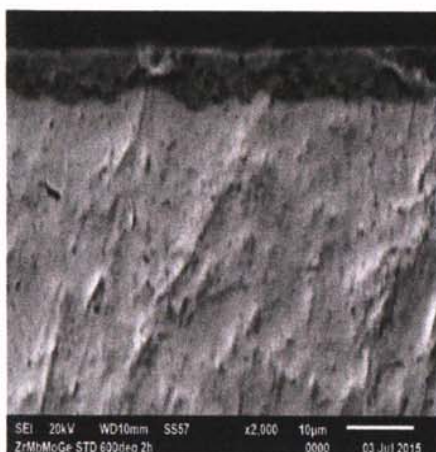
HASIL DAN DISKUSI

Gambar 5 menunjukkan oksidasi kurva karakteristik ZrNbMoGe ingot sebelum dan setelah pendinginan dan proses anil. Pertambahan berat akibat oksidasi di udara diplot sebagai fungsi waktu oksidasi. Tingkat oksidasi dari tiga sampel selama pemanasan hingga 100 menit mengikuti kinetika pertumbuhan parabola di mana Pertambahan massa sebanding dengan akar kuadrat dari waktu. Pertambahan berat semua sampel setelah 100 menit oksidasi menjadi hampir konstan. Namun, kedua sampel setelah pendinginan dan anil menunjukkan tingkat oksidasi yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel sebelum dilakukan perlakuan baik quenching maupun anil (ingot). Penurunan suhu anil dari 600 °C dan 500 °C menghasilkan tingkat oksidasi yang lebih baik, seperti yang diamati oleh perubahan berat sampel 190 - 90 g/m². Dari karakteristik kinetika parabola itu adalah jelas bahwa pembentukan oksida pada sampel adalah oksigen yang masuk ke dalam difusi didorong proses di dalam lapisan oksida. Ini sesuai dalam perumusan yang dikenal dengan oksidasi karakteristik suhu tinggi dari zirkonium paduan [8,9]. Mekanisme oksidasi suhu tinggi paduan zirkonium secara luas diterima menjadi difusi anion oksigen melalui kisi ZrO₂ dan kation logam transportasi namun sepenuhnya terhambat [10-12].



Gambar 5. Oksidasi kurva karakteristik paduan ZrNbMoGe teroksidasi di udara pada suhu 700° C selama 2 jam.

Hasil analisa SEM mengkonfirmasi hasil yang didapat dari pengujian MSB, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Dalam gambar 6a terlihat permukaan paduan yang menunjukkan struktur tidak teratur yang mengindikasikan pertumbuhan oksida ke dalam, sesuai temuan dalam pengujian MSB di atas. Di bagian atas pertumbuhan lapisan oksida sekitar 5 µm terlihat dengan kontras yang cukup jelas. Verifikasi dengan EDX dengan perhitungan berdasarkan Clift-Lorimer rasio pada Gambar 6b memastikan bahwa lapisan oksida pada sampel teroksidasi 700 °C selama 5 jam terdiri dari fasa ZrO₂.



Gambar 6. SEM cross section sampel standar(a) dan EDX Spektrum (b) dari ZrNbMoGe standar teroksidasi pada 700 oC selama 5 jam.

Laju oksidasi paduan setelah proses anil pendinginan dan pada tahap awal oksidasi yang lebih rendah dapat dianggap disebabkan oleh efek dari pengkasaran butir pada yang paling atas dari permukaan logam karena anil yang pada gilirannya mengurangi jumlah oksida kristalit terbentuk dan sehingga kemungkinan difusi oksigen menyalurkan antara butir oksida. Mikrograf SEM mengungkapkan ketebalan lapisan oksida sekitar 6 μm pada sampel standar dan antara 1 sampai 2 μm pada sampel setelah oksidasi pada 700 °C.

KESIMPULAN

Dari pengujian menggunakan thermogravimetry, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan lapisan oksida mengikuti laju parabolik. Penurunan laju oksidasi selama tahap pertama dari pemanasan pada 700 °C disebabkan oleh efek dari pemurnian butiran selama pendinginan. Hal ini mengurangi jumlah saluran difusi oksigen. Analisis EDX menunjukkan bahwa lapisan oksida yang terbentuk pada sampel yang ZrO₂ stabil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pilliar, R.M., *Biomedical Materials*, Springer, New York, 2009.
2. Kim, B., Park, C.J., and Kwon, H.S., Effect of Niobium of the Electronic Properties of Passive Films on Zirconium Alloys, *Journal of Electroanalytical Chemistry* 576, 269-276, Institute of Science and Technology (KAIST), Korea. 2004,
3. Syamsudin, A., Karakterisasi Paduan Zr-Nb untuk Material Logam Implan Ortopedik, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, 2013
4. Chein, Q., Lin, L., and Zhang, S., The Potential of Zr-based Bulk Metallic Glasses as Biomaterials, *Frontiers of Materials Science in China*, Vol 4, Springer, New York. 2010,
5. Bandriyana, B., Ismoyo, A.H., dan Parikin, Pengaruh Unsur Germanium Terhadap Ketahanan Korosi Paduan Zr-Nb-Mo-Ge untuk Material Kelongsong Perusahaan Listrik Tenaga Nuklir, *Jurnal Sains Material Indonesia*, Vol.14, Hal 193-198, 2013,
6. Rohmad S, et.al, Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir XI Jogjakarta.ISSN 1978-0176 31 Oktober 2013.
7. B Bandriyana et.al, Proceeding of 2nd Nuclear Energy Technology Seminar, Oktober 15-16, 2015
8. Parikin, Andika Fajar, A.H. Ismoyo, B.Bandriyana, ICMST 2010, 91-97, Center for Technology of Nuclear Industry Materials, 2011.
9. Hyun-Gil Kim, Il-Hyun Kim, Yang-Il Jung, Jeong-Yong Park And Yong-Hwan Jeong, Properties of Zr Alloy Cladding After Simulated Loca Oxidation And Water Quenching, *Nuclear Engineering And Technology*, Vol.42 No.2 April 2010.
10. M.Steinbruck, J.Birchley, A.V. Boldyrev, A.V. Goryachv, M. Grosse, T.J. Haste, Z.Hozer, *Progress in Nuclear Energy* 52, 19-36, 2010.
11. Jong Hyuk Baek, Ki Bum Park, Yong Hwan Jeong, *Journal of Nuclear Materials* 335 (2004) pp. 443–456.
12. M. Mihalache1, V. Ionescu1, T. Meleg1, M. Pavelescu, , *Journal. Phys.*, Vol. 56, Nos. 7–8, P. 952–962, Bucharest, 2011.

TANYA JAWAB

Summary

- Apa kelebihan uji thermogravimetri menggunakan MSB dibanding dengan alat yang lainnya ?

Rochmad Salam

- Kelebihannya, perhitungan berat hasil penambahan akibat oksidasi hitung secara real time. Jika terjadi floating dapat diketahui secara real time juga.

Jadigia Ginting

- MSB itu apa ?

Rochmad Salam

- MSB adalah Magnetic Suspension Balance. Alat ini bekerja berdasarkan suspension magnet. MSB merupakan salah satu alat uji thermogravimetri, yang perhitungan berat hasil oksidasi secara real time.

DAFTAR PESERTA

No.	Nama	Alamat
1	Agus Sudjatno	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju PSTBM-BATAN Puspitek Serpong, Tangerang Selatan
2	Ai Hertati	Laboratorium Biofarmasetika Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911, Jawa Barat E-mail :aihertati@gmail.com
3	Amanah Wati	Fakultas MIPA – Kimia Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
4	Ambyah Suliwarno., Drs, MSc	PAIR-BATAN Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002 JKSKL, Jakarta 12070,
5	Ashar Andrianto., ST	Pusat Sains Teknologi Akselerator – BATAN Jl. Babarsari Yogyakarta 55281
6	Darwin Alijasa Siregar	Pusat Survei Geologi (Badan Geologi) Jl. Diponegoro 57, Bandung Email darwinalijasa@yahoo.com , telp. 022. 6032207
7	Dasuki	Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Jl. Percetakan Negara No. 29, Jakarta 10560
8	Deris Selawati	Fakultas MIPA – Kimia Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
9	Deswita	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, PSTBM-BATAN, Puspitek,Indonesia deswita@batan.go.id
10	Didin S. Winatapura	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang, 15313 email: didinsw@batan.go.id

- | | | |
|----|---------------------------|---|
| 11 | Djumhawan Ratman Permana | Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI Bogor
E-mail : pdjumhawan@yahoo.com |
| 12 | Eka Pratiwi | Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan
Kementrian Kesehatan RI
Jl. Percetakan Negara 29
Jakarta Pusat. |
| 13 | Ela Novianti* | Laboratorium Biofarmasetika Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI
Jl. Raya Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Jawa Barat
E-mail: ela.novianti@gmail.com |
| 14 | Elman Panjaitan | Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, PSTBM-BATAN,
Puspiptek, Indonesia
elmanp@batan.go.id |
| 15 | Erlin Purwita Sari., S.Si | Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN
Jl. Babarsari, |
| 16 | Evi Yulianti | Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, PSTBM-BATAN,
Puspiptek, Indonesia
yulianti@batan.go.id |
| 17 | Evie Lestariana, ST | Pusat Teknologi Roket, LAPAN
Jl. Raya LAPAN No. 2,
Mekarsari, Rumpin,
Kab. Bogor 16350 |
| 18 | Firda Dimawarnita | Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia,
Jl Taman Kencana 1,
Bogor 16151, Indonesia
firda.dimawarnita@gmail.com |
| 19 | Harmastini Sukiman | Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI
Jl. Raya Bogor KM 46,
Cibinong |
| 20 | Harry Supriadi., S.ST | Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN
Jl. Babarsari,
Yogyakarta
harrysupriadi48@yahoo.com |
| 21 | Harsojo | PAIR-BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002
JKSKL,
Jakarta 12070, |

- 22 I Nyoman K. Kabinawa., Prof Puslit Bioteknologi – LIPI,
Cibinong
- 23 Idrus Kadir PAIR-BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002
JKSKL,
Jakarta 12070,
E-mail: ruskadir@batan.go.id
- 24 Iga Trisnawati., ST, MT PSTA – Batan
Jln. Babarsari
Yogyakarta
- 25 Imam Prayogo., ST Pusat Sains Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281
- 26 Isroi., Dr, SSi, MSi. Pusat Penelitian Bioteknologi dan
Bioindustri Indonesia
Jl. Taman Kencana No. 1, Bogor Jawa
Barat 16151
Mobile: 082221723999, Telp. 0251 -
83348842 Fax.: 0251 – 8324048
E-mail: isroi93@gmail.com
- 27 Jadigia Ginting BSBM PSTBM BATAN
Kawasan Puspitek Serpong
- 28 Joko Irianto., Dr, SKM, M.Kes* Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat
Badan Penelitian dan Pengembangan
Kesehatan Kemenkes Jakarta
Percetakan Negara No. 29,
Jakarta 10560
- 29 June Mellawati., Dr, Prof Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir-
BATAN
Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan
Jakarta 12710
june_mellawati@batan.go.id
- 30 Kristina Pusat Teknologi dan Intervensi Kesehatan
Masyarakat
Balitbangkes, Depkes. RI
Percetakan Negara No. 29,
Jakarta 10560
kristina80@ymail.com
- 31 Maulida Tri Agustina Miharjo Fakultas MIPA – Kimia
Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

- 32 Merryani Girsang
Pusat Biomedica dan Teknologi Dasar
Kesehatan Badan Litbangkes¹
dan Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan
Masyarakat
Badan Litbangkes² Kementerian Kesehatan
RI
meryanimurhayati@yahoo.com
- 33 Nikham., Drs
PAIR - BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat Kotak Pos 7002
JKSKL,
Jakarta 12070,
Email: nikham@batan.go.id
- 34 Noer Endah Pracoyo
Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar
Kesehatan
Badan Litbang Kes.
Jakarta
- 35 Noni Feryanti., Amd
Universitas Sarjana Wiyata Taman Siswa
Jur. Akutansi
- 36 Nurlaili Ekawati*,
Laboratorium Biofarmasetika Pusat
Penelitian Bioteknologi – LIPI
Jl. Raya Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Jawa Barat
E-mail : nurlaili.ekawati@gmail.com
- 37 Prayitno., Ir, MT
Pusat Sains Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281
- 38 Raflizar
Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan
masyarakat, Badan penelitian Dan
Pengembangan Kesehatan Kementerian
Kesehatan RI
- 39 Rohmad Salam,
Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju,
PSTBM-BATAN,
Puspiptek, Indonesia
Email: bandri@batan.go.id,
salam_rd@yahoo.com
- 40 Rosalina Dewi
Pusat Survei Geologi (Badan Geologi)
Jl. Diponegoro 57,
Bandung
- 41 Roselinda
Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar
Kesehatan, Badan Penelitian dan
Pengembangan Kesehatan, Kementerian
Kesehatan Republik Indonesia.,
Jl. Percetakan Negara 23,
Jakarta 10560

- 42 Rosita., MT Univ. Sarjana Wiyata. Yogyakarta.
- 43 Rudi Hendro P Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Balitbangkes, Kemenkes RI.
rudi@litbang.depkes.go.id/tiwie@litbang.depkes.go.id
- 44 Sigit., Prof Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBN) BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong
Tangerang 15314
- 45 Sihono Pusat Sains Teknologi Akselerator – BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281
- 46 Sehatman Pusat penelitian dan Pengembangan Kesehatan,
Balitbangkes, Depkes. RI
Percetakan Negara No. 29,
Jakarta 10560
hatman@litbang.depkes.go.id
- 47 Siti Wardiyati Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspiptek Serpong,
Tangerang Selatan 15314
hasyarri@batan.go.id
- 48 Sugik Sugiantoro Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN
PSTBM-BATAN, Kawasan Puspiptek, Gd. 71,
Serpong, Tangerang Selatan,
- 49 Suharjo Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat, Badan Litbangkes,
Kementerian Kesehatan RI
Jl. Percetakan Negara No. 29,
Jakarta 10560
- 50 Sukmayati Alegantina Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan
Kementrian Kesehatan RI
Jl. Percetakan Negara 29
Jakarta Pusat.
- 51 Sumaryo Pusat Sains dan Telatologi Bahan Maju,
PSTBM-BATAN, Puspiptek,Indonesia
Email : maryobatan@gmail.com
- 52 Suprihati., Amd Pusat Sains Teknologi Akselerator – BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281

- 53 Supriyanto, Drs
Pusat Sains dan Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari,
Yogyakarta
- 54 Susana Tuning., Dra, MT
Pusat Sains Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281
- 55 Sutjipto., MS
Pusat Sains Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari
Yogyakarta 55281
- 56 Suyanti, S.ST
Pusat Sains dan Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari,
Yogyakarta
Email: yantibawon@gmail.com
- 57 Wagiyong Honggowiranto
Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju-
BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang-
Selatan 15310
wagiyo@batan.go.id
- 58 Wahyu Rachmi P
Pusat Sains dan Teknologi Akselerator –
BATAN
Jl. Babarsari,
Yogyakarta
- 59 Yenni Rakhmawati
Fakultas MIPA – Kimia
Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- 60 Yudhanto Rahmat Pratomo
UGM- Yogyakarta
- 59 Yustinus Purwamargapratala
Pusat Sains dan Telatologi Bahan Maju,
PSTBM-BATAN, Puspiptek, Indonesia
Email : Y.Pratala@batan.go.id