

# PROCEEDING

**Seminar Nasional Kimia III**

**Bervisi SETS :**

(Science, Environment, Technology and Society)

**Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri**



**BADAN PENERBIT UNNES PRESS SEMARANG**  
ISBN : 978 602 8467 81 0

**Semarang, 10 Maret 2012**  
**Hotel Siliwangi**  
Jl. Mgr. Sugiyopranoto No. 61  
Semarang



# **PROCEEDING**

**Seminar Nasional Kimia III**

**Bervisi SETS :**

(Science, Environment, Technology and Society)

**Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri**

**BADAN PENERBIT UNNES PRESS**  
**ISBN : 978 602 8467 81 0**

**Semarang, 10 Maret 2012**

**Hotel Siliwangi**

**Jl. Mgr. Sugiyopranoto No. 61**

**Semarang**

Diterbitkan oleh :

Badan Penerbit Unnes Press  
Semarang, Indonesia

**SEMINAR NASIONAL KIMIA  
BERVISI KEILMUAN, LINGKUNGAN, TEKNOLOGI, DAN  
MASYARAKAT BAGI KEMAJUAN PENDIDIKAN & INDUSTRI KE-3**

Dewan Penyunting

Ketua

Drs. Karyadi, M.Si

Anggota :

Prof. Dr. Supartono, M.Si.  
Dr. Bambang Cahyono, M.S.  
Ir. Sari Pumavita, MT  
Ir. Sri Moertinah, M.Si.  
Drs. M. Moenir, M.Si  
Ir. Nani Hariastuti, M.Si  
Dr. Sudamin, M.Si.  
Antonius Prihanto, S.Pd  
Dra. Agustin Yuanis  
Drs. Sigit Kartasanjaya

(Pendidikan Kimia)  
(Kimia Terapan)  
(*Engineering* Kimia)  
(*Engineering* Kimia)  
Biologi Lingkungan  
(Lingkungan)  
(Pendidikan Kimia)  
(Kimia)  
(Pendidikan Kimia)  
(Kimia Terapan)

**ISBN 978 602 8467 81 0  
CETAKAN PERTAMA 2012**



ISBN 978 602 8467 81 0

Hak Cipta © pada Penulis dan dilindungi Undang-Undang Penerbitan  
Hak Penerbitan pada Unnes Press  
Jl. Ke. ud Raya No 2 Semarang 50232 Telp./Fax. (024)3413032  
Dicetak oleh Percetakan Swadaya Manunggal  
Jl. Ke. ud Raya 76 Semarang Telp.(024)3411606

**PEMBAGIAN RUANG SIDANG B**  
**KIMIA TERAPAN DIBERBAGAI SEKTOR KEHIDUPAN DAN LINGKUNGAN**

NO	NAMA	JUDUL MAKALAH	KODE
1.	<u>Anna R, Srihastini, Suharmadi, Dadang, Enny I</u> Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka BATAN, Kawasan Puspitek – serpong Email : aroseliana@yahoo.com	KIT DTPA Untuk Radiofarmaka Penyidik Ginjal	B(01)
2.	<u>Beata Ratnawati</u> , Teknik Lingkungan UNDIP Semarang, bita edogawa-@yahoo.com	Penurunan COD Limbah Tahu Dengan Biofilter Media Kerikil	B(02)
3.	<u>Laksmi Andri A, Purwoko, Adang Hardi G, sri Setyowati , Cahya Nova Ardianto, Pusat Radio Isotop dan Radiofarmaka BATAN,</u> astuti@batan.go.id	Penin gkatan Kapasitas Produksi dan Uji Stabilitas <sup>131</sup> I-MIBG Sebagai Radio Farmaka Diagnosa dan Terapi Neuroblastoma	B(03)
4.	<u>Bekti Marlana</u> <sup>1</sup> , Rieke Yuliasuti <sup>2</sup> , BBTPPI Semarang, bekti-poenya@yahoo.co.id	Peningkatan Kapasitas Pengolahan Air Limbah Dengan Teknologi Moving Bed Biofilm Reactor	B(04)
5.	<u>Kuntodi, Purwanto dan Agus Hadiarto</u> Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro E-mail: koentodi@yahoo.com	Penerapan eko- Efisiensi Melalui Pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (Studi Kasus Unit Liquid PT Bina Guna Kimia)	B(05)
6.	<u>MG Catur Yuantari*</u> , <u>Eko Hartini*</u> , <u>Mardiyani**</u> ) *) Staf Pengajar Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro **)Alumni Mahasiswa Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro Jl.Nakula I No 5-11 Semarang Email: emgeceye@yahoo.com	Pencemaran Kadar Timbal (Pb) Di Udara Pada Industri Rumah Tangga (Studi kasus di Industri Kerajinan Kuningan di Desa Growong Kidul Kecamatan Juwana Jawa Tengah)	B(06)
7.	<u>Misbachul Moenir *</u> ), <u>Novarina IH **</u> ), *) Peneliti BBTPPI Semarang, **) Mahasiswa MIL Undip mismoen@yahoo.co.id	Recycling Limbah Padat Industri Peleburan Besi (Iron Slag) Sebagai Bahan Campuran Industri Beton Yang Berwawasan Lingkungan	B(07)
8.	<u>Nilawati, BBTPPI Semarang ,</u> nilawati060964@yahoo.com	Kajian Kontribusi Produksi Garam Di Propinsi Jawa Tengah Terhadap Tingkat Kecukupan Garam Nasional dan Konsumsi Garam beryodium	B(08)

## Kata Pengantar

Puji syukur kita panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan rahmat dan karunia Nya maka Proceeding Seminar Nasional Kimia Ke 3 bervisi Kilmuan, Lingkungan, Teknologi dan Kemasyarakatan atau lebih lazim dengan istilah SETS (*Science, Environment, Techology and Society*) bagi kemajuan Pendidikan, Teknologi dan Industri dapat terselesaikan. Tema Seminar Nasional tahun 2012 ini adalah " Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Menunjang Percepatan dan Perluasan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia"

Proceeding ini merupakan kumpulan makalah yang telah dipresentasikan oleh pendidik di tingkat pendidikan menengah maupun pendidikan tinggi, serta para peneliti dalam lingkungan pendidikan maupun lembaga penelitian serta dinas yang terkait secara Nasional.

Penyusunan proceeding ini dimaksudkan untuk menyebar luaskan hasil-hasil penelitian dan kajian di bidang kimia, terutama pendidikan kimia, sains kimia, kimia terapan dan kimia lingkungan, serta engineering kimia, sehingga dengan proceeding ini diharapkan dapat menggalang komunikasi dan kerjasama antara peneliti kimia, para pakar pendidikan kimia dan dunia industri dalam rangka mewujudkan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi indonesia.

Pada kesempatan yang baik ini kami mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah utama yang telah berkenan memberikan sumbang saran pemikiran dalam presentasinya serta Ketua HKI Jawa Tengah yang telah berkenan memberikan sambutan sekaligus membuka Seminar Nasional Kimia Ke 3 ini.

Proceeding ini diharapkan dapat menambah khasanah pengembangan IPTEK dan dapat bermanfaat serta membantu menjadikan referensi ilmiah bagi para pendidik, para peneliti, maupun kalangan industri .

Kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penerbitan Proceeding Seminar Nasional Kimia Ke3 ini kami mengucapkan terima kasih.

Semarang, Maret 2012

Tim Penyunting

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
SUSUNAN TIM PENYUNTING .....	iii
SUSUNAN PANITIA .....	iv
SIDANG DAN PEMBAGIAN KELOMPOK .....	v
KATA PENGANTAR.....	xiii
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	xiv
SAMBUTAN KETUA HKI JAWA TENGAH.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii

## MAKALAH UTAMA

1. KONTRIBUSI IPTEK DALAM MENUNJANG MP3EI <u>Dr. Sadjuga, M.Sc.</u> , Asdep Penataan Kelembagaan Deputi Bidang Kelembagaan Iptek Kementrian Ristek .....	0
2. KONTRIBUSI ILMU KIMIA DALAM PENGEMBANGAN INDUSTRI OBAT TRADISIONAL UNTUK MENINGKATKAN EKONOMI <u>Rahmat Sarwono</u> , Direktur Pt. Jamu Borobudur .....	A
3. PENDIDIKAN KIMIA BERVISI SETS (Science, Environment, Technology, and Society) UNTUK MENINGKATKAN EKONOMI MASYARAKAT <sup>ⓐ</sup> <u>Prof. Achmad Binadja, Ph.D.</u> , Kepala Laboratorium Sets Unnes Semarang.....	M

## A. SAINS DAN TEKNOLOGI KIMA

1. SKRINING FITOKIMIA DAN UJI TOKSISITAS BERBAGAI FRAKSI EKSTRAK KASAR KULIT KAYU MASOI ( <i>Cryptocarya massoia</i> (Oken) Kosterm) TERHADAP LARVA UDANG RENIK AIR ASIN ( <i>Artemia salina</i> Leach) <u>A.Ign. Kristijanto</u> , Hartati Soetjipto, Lussy Angelica Febriani, Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan Diponegoro 52 – 60 Salatiga 50711, Email : gus_ign111@yahoo.co.id	1
---	---

<sup>ⓐ</sup> Makalah disajikan pada Seminar Nasional Kimia ke III Bervisi SETS Bagi Kemajuan Pendidikan & Industri, ke 3, dengan tema Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia Dalam Menunjang Percepatan dan Perluasan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. HKI Jawa Tengah, Semarang, 10 Maret 2012.

2. ALTERNATIF PEMISAHAN RADIONUKLIDA  $^{99m}\text{Tc}$  DARI  $^{99}\text{Mo}$  SPESIFIK AKTIFITAS RENDAH MENGGUNAKAN KOMBINASI METODE EKSTRAKSI MEK (METIL ETIL KETON) DAN KOLOM KROMATOGRAFI ALUMINA 9  
Adang H.G., A. Mutalib, Hotman L., Rohadi A., Sriyono, M. Subur, Sulaiman, Yono S, Herlina, Abidin, Hambali Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka – BATAN, Kawasan Puspipstek Gd. 11 Serpong Tangerang Selatan, E-mail : [adanghg56@yahoo.com](mailto:adanghg56@yahoo.com)
3. PENINGKATAN MUTU BIOGAS MELALUI PENGHILANGAN  $\text{H}_2\text{S}$  MENGGUNAKAN PROSES ABSORPSI KIMIA DENGAN KATALIS Fe-EDTA 17  
Agus Hadiyanto, Budiyo, Indro Sumantri, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro
4. ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cu DAN Cd PADA IKAN AIR TAWAR SUNGAI CIGUNUNG KECAMATAN SALEM KABUPATEN BREBES MENGGUNAKAN AAS 24  
Ari Hendriyana, Apri Dede Waskono, Suhendar, Desi Wulan Sari  
 SMAN 1 Salem Kabupaten Brebes, Jln. Raya Salem – Bentar Kec. Salem Kab. Brebes 52275, E mail : [panserbiru@gmail.com](mailto:panserbiru@gmail.com)
5. ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA FENOLAT, FLAVONOID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BUAH KEMLOKO (*Phyllanthus emblica* L.) 30  
Bambang Cahyono, Citra Agustina Isnaning, Meiny Suzery Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia MIPA, Universitas Diponegoro. Jl. Prof Sudharto, Tembalang Semarang 50275 (email: [bambang\\_cahyono@undip.ac.id](mailto:bambang_cahyono@undip.ac.id))
6. PENELITIAN PEMBUATAN KATALIS  $\text{TiO}_2/\text{Ti}$  SECARA ANODIZING MENGGUNAKAN ETHYLENE GLYCOL DAN FORMAMIDA UNTUK MENDEGRADASI AIR LIMBAH ORGANIK 39  
Djarwanti\*, M. Nasir\*, Cholid Syahrani\* \*Peneliti pada Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang, Email : [wanti235@yahoo.co.id](mailto:wanti235@yahoo.co.id)
7. ADSORPSI  $\text{CO}_2$  MENGGUNAKAN ZEOLIT : APLIKASI PADA PEMURNIAN BIOGAS 49  
Eny Apriyanti, ST., MT., Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang, Jl. Banjarsari Barat No.1 Telp.(024)70797974, (024)76482711, Fax.(024)76482711, Email : [Enyapriyanti@ymail.com](mailto:Enyapriyanti@ymail.com)
8. AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KADAR FENOLIK TOTAL BERBAGAI EKSTRAK BIJI KLABET (*Trigonella foenum-graecum* L) 60  
Hartati Soetjipto\*, Yohanes Martono, Sujiwo Hardiyono, Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana , Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50714, Telp: (0298)-321212 ext. 251 Fax: 0298-321433, e-mail: [hartatis2003@yahoo.com](mailto:hartatis2003@yahoo.com)
9. KARAKTERISASI KOLOM GENERATOR RADIOISOTOP  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  BERBASIS POLIMER ZIRKONIUM 68  
Kadarisman, Hotman L., Herlina dan Yono Sugiharto, Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka, BATAN, Kawasan Puspipstek, Tangerang, Banten 15314, Telp. 021-7563141, 75872031 Fax. 021-7563141, e-mail : [kadarisman\\_w@yahoo.com](mailto:kadarisman_w@yahoo.com)
10. STUDI INTERAKSI ANTARMOLEKUL ANTARA SEGMENT DIMER ZEOLIT DENGAN SENYAWA METOKSI FENOL 80  
Parsaoran Siahaan<sup>1,\*</sup> Wempie Gressangga,<sup>1</sup> Program Studi Kimia FMIPA UNDIP Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, 50275, Semarang, Indonesia, \*Corresponding autor, tel: 024-7477332, e-mail: [parsaoran\\_s@undip.ac.id](mailto:parsaoran_s@undip.ac.id)

11. PENGARUH ISIAN BOLA KACA PADA PERUBAHAN DIAMETER TETESAN FASA TERDISPERSI DALAM EKSTRAKSI CAIR – CAIR 88  
Priyono Kusumo, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Jln. Pawiyatan Luhur Bendan Nduwur Gedung G Semarang, Email: priyo330@yahoo.com
12. PEMANFAATAN LUMPUR SIDOARJO UNTUK GLASIR KERAMIK KONVENSIONAL 95  
Subari, dan Soesilowati, Balai Besar Keramik Bandung, e-mail@bbk.go.id
13. ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FLAVONOID DARI MAHONI, (*Swietenia semen*) SEBAGAI BIOINSEKTISIDA 108  
Sudarmin, Rosanti Dwi Utami, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang, Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024) 8508112 Semarang 50229  
 \* Email: darsudarmin@yahoo.com
14. PREPARASI <sup>125</sup>I-NIMOTUZUMAB DAN UJI BIODISTRIBUSI PADA MENCIT NORMAL 116  
Widyastuti<sup>1</sup>, Adang Hardi Gunawan<sup>1</sup>, Agus Ariyanto<sup>1</sup>, Fitri Rahmawati<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka – BATAN, <sup>2</sup>Fakultas Farmasi Universitas Pancasila, Jakarta. E mail : widyast@batan.go.id

### B. KIMIA TERAPAN

15. KIT DTPA UNTUK RADIOFARMAKA PENYIDIK GINJAL 130  
Anna R. Srihastini, Suharmadi, Dadang H. Enny L ,PUSAT RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA BATAN, Kawasan Puspipetek Serpong, Email: aroselliana@yahoo.com
16. PENURUNAN COD LIMBAH TAHU DENGAN BIOFILTER MEDIA KERIKIL 139  
Beata Ratnawati, Wiharyanto, Oktiawan, Sri Hapsari, B. Fakultas Teknik, Jurusan Tek Lingkungan, UNDIP, E mail : bita\_edogawa@yahoo.com
17. PENINGKATAN KAPASITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH DENGAN TEKNOLOGI MOVING BED BIOFILM REACTOR 152  
Bekti Marlina<sup>1</sup>, Rieke Yuliasuti<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Mahasiswa Magister ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Tel: (62) 81 325 707 500, e-mail bekti\_poenya@yahoo.co.id, <sup>2</sup> Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Semarang
18. PENERAPAN EKO-EFISIENSI MELALUI PELAKSANAAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (STUDI KASUS INDUSTRI FORMULASI PESTISIDA) 161  
Kuntodi, Purwanto dan Agus Hadiyanto, Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, E-mail: koentodi@yahoo.com
19. PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI DAN UJI STABILITAS <sup>131</sup>I-MIBG SEBAGAI RADIOFARMAKA DIAGNOSA DAN TERAPI NEUROBLASTOMA 173  
Laksmi Andri A. Purwoko, Adang hardi G, Sri Setyowati, Cahya nova Ardianto, Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka BATAN, E mail : astuti@batan.go.id, lakdriti@yahoo.co.id
20. PENCEMARAN KADAR TIMBAL (Pb) DI UDARA PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA (Studi kasus di Industri Kerajinan Kuningan di Desa Growong Kidul Kecamatan Juwana Jawa Tengah) 184  
MG Catur Yuantari\*, Eko Hartini\*, Mardiyani\*\*, \*) Staf Pengajar Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro, \*\*)Alumni Mahasiswa Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro, Jl.Nakula I No 5-11 Semarang, Email: emgeceye@yahoo.com

21. RECYCLING LIMBAH PADAT INDUSTRI PELEBURAN BESI (*IRON SLAG*) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN INDUSTRI BETON YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN **Misbachul Moenir<sup>1)</sup>** dan **Novarina Irnaning Handayani<sup>2)</sup>** Peneliti BBTPPI Semarang, Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan, Undip, E mail : [mismoen@yahoo.co.id](mailto:mismoen@yahoo.co.id) 192
22. KAJIAN KONTRIBUSI PRODUKSI GARAM DI PROVINSI JAWA TENGAH TERHADAP TINGKAT KEBUTUHAN GARAM NASIONAL DAN KONSUMSI GARAM BERYODIUM **Nilawati**, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Semarang, e-mail : [nilawati.ny@gmail.com](mailto:nilawati.ny@gmail.com) 205
23. PENINGKATAN MUTU GARAM HIGIENIS PADA INDUSTRI GARAM BERYODIUM DENGAN FOODSAFE **Nilawati**, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Semarang, e-mail : [nilawati.ny@gmail.com](mailto:nilawati.ny@gmail.com) dan [nilawati060964@yahoo.com](mailto:nilawati060964@yahoo.com) 212
24. PEMANFAATAN MANGROVE SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) DALAM PERAIRAN **Roro Nawang Wulan**, Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, E mail : [roro\\_nawangwulan@yahoo.com](mailto:roro_nawangwulan@yahoo.com) 219
25. PENCEMARAN LINGKUNGAN PERAIRAN OLEH AIR LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA DAN TEKNOLOGI PENGELOLAANYA **Sri Moertinah**, Peneliti Balai Besar Teknologi Pencemaran Industri (BBTPPI), email : [srimoertinah@yahoo.co.id](mailto:srimoertinah@yahoo.co.id) 228
26. DAMPAK KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM SAMPAH ELEKTRONIK (E WASTE) TERHADAP KESEHATAN DAN LINGKUNGAN **Widi Astuti**, Purwanto, Enri Damanhuri, Universitas Pandanaran Semarang, [widi\\_unp@yahoo.co.id](mailto:widi_unp@yahoo.co.id) 240
27. KAJIAN KEMANFAATAN LIMBAH KUBIS DAN SAWI SEBAGAI STARTER FERMENTASI BERPOTENSI SEBAGAI PROBIOTIK **Wikanastri H<sup>1)</sup>**, Cahya S. Utama<sup>2)</sup>, Agus Suyanto<sup>3)</sup>, <sup>1&3)</sup>Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedung Mundu Raya No. 22 Semarang, <sup>2)</sup>Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Gedung A Komplek Kampus Drh. Soejono Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang, \*) Penulis korespondensi : [wikanastri@yahoo.com](mailto:wikanastri@yahoo.com) 246
28. KONTAMINASI MERKURI PADA TANAH DAN TANAMAN PEKARANGAN AKIBAT AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS TANPA IJIN DI DESA JENDI KECAMATAN SELOGIRI KABUPATEN WONOGIRI JAWA TENGAH **Yusniar Hanani Darundiati<sup>1, \*)</sup>**, Anies<sup>2)</sup>, Henna Rya Sunoko<sup>3)</sup>, Onny Setiani<sup>3)</sup>, Universitas Diponegoro Jl. Imam Bardjo, SH, Semarang, 50, Indonesia, \* Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan Pascasarjana UNDIP, Dosen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat UNDIP, [hanani\\_d@yahoo.com](mailto:hanani_d@yahoo.com) 258

### C. ENGINEERING KIMIA

29. MODIFIKASI UBI KAYU DENGAN KOMBINASI PERENDAMAN LARUTAN GARAM DAN PROSES BIOLOGI UNTUK SUBSTITUSI TERIGU **Agustien Zulaidah**, Abdullah dan Siswo Sumardiono, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Pandanaran Semarang, Jl. Banjarsari Barat No.1 Banyumanik, Semarang, Telp:(024)70797974/(024)76482711, Email: [zagustien@yahoo.com](mailto:zagustien@yahoo.com) 263

30. **KEMAMPUAN ASAP CAIR PADA PENGAWETAN IKAN BANDENG (*CHANOS-CHANOS FORSK*) DISERTAI PERENDAMAN PRAPENGASAPAN DALAM LARUTAN MIKROKAPSUL OLEORESIN DAUN SIRIH (*PIPER BETLE L*)** 275  
Deddy Kurniawan Wikanta, Margaretha Tuti Susanti, Fahmi Arifan, Hadi Suyanto Jurusan Teknik Kimia PSD III Teknik, UNDIP Semarang, Jl. Prof Sudarto SH, Pedalangan Tembalang, Semarang 50239, Email : [dwikanta@gmail.com](mailto:dwikanta@gmail.com); [fahmiarifan@yahoo.com](mailto:fahmiarifan@yahoo.com)
31. **EKSTRAKSI KULIT KAYU MAHONI CARA ROTAVAPOR UNTUK PEWARNAAN KAIN BATIK KATUN** 283  
Dwi Suheryanto dan Lies Susilaningsih, Peneliti Pada Balai Besar Kerajinan dan Batik Badan Penelitian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri - Kementerian Perindustrian RI, Jl. Kusumanegara 7 Yogyakarta 55166 ; Telp. (0274) 546111; 512456 , Fax (0274) 543582 - E-mail : [pringgading04@yahoo.com](mailto:pringgading04@yahoo.com)
32. **RATIO KOMPOSISI PENGGUNAAN LILIN BATIK DINGIN CAIR PADA PEMBATIKAN KAIN KATUN DENGAN ZAT WARNA NAPHTHOL** 294  
Dwi Suheryanto, Balai Besar Kerajinan dan Batik, Badan Pengkajian Kebijakan Iklim dan Mutu Industri - Kementerian Perindustrian RI, Jl. Kusumanegara 7 Yogyakarta, Telp (0274) 546111, 512456, Fax ( 0274 ) 543582, 512456 E-mail : [pringgading04@yahoo.com](mailto:pringgading04@yahoo.com)
33. **PENELITIAN LIMBAH GERGAJI KAYU ULIN DAN DAUN JATI SEBAGAI PEWARNA SERAT ALAM JENIS PURUN.** 303  
Eustasia Sri Murwati , Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta email [striatmojo@yahoo.com](mailto:striatmojo@yahoo.com)
34. **EFISIENSI PROSES BATIK RADIOAN DENGAN ZAT WARNA INDANTREN DAN REAKTIF** 311  
Eustasia Sri Murwat. Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta, E mail : [striatmojo@yahoo.com](mailto:striatmojo@yahoo.com).
35. **GOOD HOUSEKEEPING PADA INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH GARAM BERYODIUM** 322  
Marihati, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Email : [marihati52@yahoo.com](mailto:marihati52@yahoo.com)
36. **PEMANFAATAN LARUTAN GARAM LEWAT TUA ( *BITTERN* ) SEBAGAI SUMBER MIKRONUTRIEN MAGNESIUM UNTUK PRODUK MAKANAN DAN MINUMAN BERSUPLEMEN** 329  
Marihati, BBTPPI Semarang, E mail : [marihati52@yahoo.com](mailto:marihati52@yahoo.com)
37. **BEKATUL DAN KULIT PISANG SEBAGAI SUBSTITUEN TEPUNG DALAM PEMBUATAN MIE INSTAN : KAJIAN KOMPOSISI** 337  
Mega Kasmiyatun, Purwaningtyas EF , Sarwendah Ayu, Program Studi Teknik Kimia Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG), Jl. Pawiyatan Luhur, Bendan Dhuwur, Semarang, Telp./ Fax. (024) 8310920/(024)8310939, E-mail : [megapramudono@yahoo.com](mailto:megapramudono@yahoo.com)
38. **PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI LARUTAN COATING TERHADAP KARAKTERISTIK MEMBRAN KOMPOSIT PES-BIOPOLIMER UNTUK DEHIDRASI BIOETHANOL** 347  
Mumpuni Asih Pratiwi, Akademi Kimia Industri St. Paulus Semarang, Jl. Sriwijaya 104 Semarang, Telp:(024) 8442979 , email:[mumpuniasih@gmail.com](mailto:mumpuniasih@gmail.com)

39. **VALUASI PROSES KONVERSI BAHAN BAKAR BATUBARA LOW GRADE MENJADI BAHAN BAKAR GAS** 355  
Nani Harihastuti<sup>1)</sup>, <sup>1)</sup>Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI)  
 Jl. Kimangunsarkoro No.6 Semarang, E-mail : nanisoeharto@yahoo.com
40. **PENGARUH PERLAKUAN PERENDAMAN DAN JENIS PENGEMAS TERHADAP KADAR AIR DAN SIFAT SENSORIS PADA PEMBUATAN KERIPIK MELON DENGAN PENGGORENGAN VAKUM** 366  
Padmawati Mangkuwisastra, Akademi Kimia Industri Santo Paulus Semarang, Jl. Sriwijaya 104, Semarang.
41. **OPTIMALISASI TEKNIK KRISTALISASI STEVIOSIDA DARI *Stevia rebaudiana* (Bert.) SEBAGAI PEMANIS ALAMI RENDAH KALORI** 372  
Yohanes Martono<sup>1)</sup>, Rini Dwiastuti<sup>2)</sup>, dan Arifah Sriwahyuni<sup>3)</sup>  
<sup>1)</sup>Dosen di Prodi Kimia Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga  
<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta  
<sup>3)</sup>Dosen Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah Surakarta  
 Jalan Diponegoro 52-60 Salatiga 50733, [yohanes\\_mart@yahoo.co.id](mailto:yohanes_mart@yahoo.co.id)
42. **PEMBUATAN KAIN INTERLINING DARI SERAT CAMPURAN RAMI, MENGGUNAKAN RESIN TRIMETILOL MELAMIN** 379  
Zubaidi Kailani, BALAI BESAR TEKSTIL, Jalan Jendral A. Yani 390 BANDUNG  
 Telp. (022) 7206214, Fax. (022) 7271288, E-mail : [zubaidikailani@gmail.com](mailto:zubaidikailani@gmail.com)

#### D. PEMBELAJARAN KIMIA

43. **PENGARUH KONSENTRASI SURFAKTAN DAN JENIS MINYAK TERHADAP STABILITAS EMULSI** 389  
Antonius Prihanto\*, Lucia Hermawati R.\*, Indah P.D.S.\*\*\*, Deni K.S.\*\*\* dan Farikha Maharani \*\*\*\*\*AKIN Santo Paulus Semarang, \*\*Jurusan Teknik Industri, Universitas Mulawarman Samarinda, \*\*\*Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Agung Tirtayasa Cilegon, \*\*\*\*Jurusa Teknik Kimia, Universitas Pandanaran Semarang
44. **PEMBEKALAN KETERAMPILAN PROSES SAINS CALON GURU KIMIA MELALUI PEMEBELAJARAN PRAKTIKUM KIMIA ANALITIK INSRTRUMEN BERBASIS MASALAH** 397  
Sri Haryani, dan Agung Tri Prasetya  
 FMIPA UNNES, [haryanimail@gmail.com](mailto:haryanimail@gmail.com)
45. **EKSTRAKSI MINYAK KENANGA (CANANGA OIL) DENGAN METODE WATER AND STEAM DISTILLATION** 408  
Megawati, Pandhu Putratama, Prodi D3 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Kampus Sekarang, Fakultas Teknik Gd E1 Lt 2, Semarang, 50229, Tel.: 024 880903, Fax: 024 880901, E-mail add.: [megawatie@yahoo.com](mailto:megawatie@yahoo.com)
46. **PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU PADA INDUSTRI PANGAN** 416  
Muryati, BBTPPI Semarang, email: [muryati.anggoro@gmail.com](mailto:muryati.anggoro@gmail.com)
47. **PROSPEK BIOSORPSI LOGAM BERAT KHROM PADA INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT MENGGUNAKAN BIOMASSA *Saccharomyces cerevisiae*** 423  
Muryati, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang, [muryatianggoro@yahoo.co.id](mailto:muryatianggoro@yahoo.co.id)

48. **METALLOTHIONEIN IN THE FISH LIVER AS BIOMARKER OF TIMBAL (Pb) HEAVY METAL POLLUTION IN KALIGARANG RIVER SEMARANG** 428  
Nur Kusuma Dewi<sup>1)</sup> Purwanto<sup>2)</sup> Henna Rya Sunoko<sup>3)</sup>, <sup>1)</sup> Doctoral Student of Environmental Science Diponegoro University, <sup>2)</sup> Profesor of Chemistry Engineering Diponegoro University, <sup>3)</sup> Lecturer of Toxicology in Doctoral Program of Environmental Science Diponegoro University, Imam Bardjo, SH Street, 5 Semarang, Telp / Fax. 8453635, 8452770, [noorkusumadewi@yahoo.co.id](mailto:noorkusumadewi@yahoo.co.id), 081325749639
49. **PEMANFAATAN LIMBAH BONGGOL PISANG MENJADI ASAM LAKTAT SEBAGAI BAHAN BAKU POLI ASAM LAKTAT** 437  
Sari Purnavita, dan Stephanus Danu Herlambang T, Program Studi Teknik Kimia Akademi Kimia Industri Santo Paulus, Jl. Sriwijaya no 104 Semarang, [saripurnavita@yahoo.com](mailto:saripurnavita@yahoo.com)
50. **SAPONIN DALAM BUAH LERAK (*Sapindus rarak*) DAN APLIKASINYA SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM PEMBUATAN SHAMPO** 446  
Sri Hartini, Indah Wusananingrum, Noviana Gunawan, M.G. Rayi Desty P., Sulis Irtanti Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga, [dec1arantius@yahoo.com](mailto:dec1arantius@yahoo.com)
51. **PENGARUH PENAMBAHAN CASHEW NUT SHELL LIQUID PADA PRODUK ESTERIFIKASI GONDORUKEM MENGGUNAKAN METODE ALKOHOLISIS TANPA KATALIS** 451  
Sri Sutanti, Akademi Kimia Industri Santo Paulus Semarang, E-mail: [butanti10@gmail.com](mailto:butanti10@gmail.com)
52. **ANALISIS KELEMAHAN EKSPANSI MAHASISWA KAITANNYA DENGAN BUDAYA KERJA DAN PENGEMBANGAN KECERDASAN INTER-INTRAPERSONAL DALAM PERKULIAHAN ELEKTROMETRI BERBASIS AKTIVITAS LABORATORIUM** 458  
Sri Wardani \*), Anna Permanasari \*\*), \*) FMI PA Unnes, \*\*) SPs UPI, [haryanimail@gmail.com](mailto:haryanimail@gmail.com)
53. **PENGARUH SUHU DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KARAKTERISTIK TANIN DARI LIMBAH PADAT KULIT KAYU PINUS (*Pinus sp*) YANG DI EKSTRAKSI DENGAN PELARUT AIR** 469  
Subandriyo, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI), Jl. Ki Mangunsarkoro 6 Semarang, Telp. (024) 8316315 Fax. (024) 8414811 email : [bandriyo\\_kalangan@yahoo.com](mailto:bandriyo_kalangan@yahoo.com)
54. **KAJIAN POTENSI LIMBAH PADAT INDUSTRI DAN HASIL PERTANIAN/PERKEBUNAN SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK INDUSTRI BIOETANOL** 477  
Subandriyo, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI), Jl. Ki Mangunsarkoro 6 Semarang, Telp. (024) 8316315 Fax. (024) 8414811, email : [bandriyo\\_kalangan@yahoo.com](mailto:bandriyo_kalangan@yahoo.com)
55. **PEMBELAJARAN SIFAT KOLIGATIF  $\Delta T_f$  (BERVISI SETS) DENGAN PEMBUATAN ES PUTER DAPAT MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMA NEGERI 9 SEMARANG** 488  
Wiwik Indah Kusumaningrum, [wiwikindahk1@yahoo.com](mailto:wiwikindahk1@yahoo.com)

**PENCEMARAN KADAR TIMBAL (Pb) DI UDARA  
PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA  
(Studi kasus di Industri Kerajinan Kuningan di Desa Growong Kidul  
Kecamatan Juwana Jawa Tengah)**

MG Catur Yuantari\*), Eko Hartini\*), Mardiyani\*\*)

\*) Staf Pengajar Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro

\*\*)Alumni Mahasiswa Fakultas Kesehatan Dian Nuswantoro, Jl.Nakula I No 5-11 Semarang  
Email: emgeceye@yahoo.com

**ABSTRAK**

Timbal (Pb) adalah suatu logam berwarna kelabu kebiruan dan terdapat dalam jumlah kecil pada batu-batuan, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Pada industri kerajinan kuningan dapat tercemar oleh logam Pb, karena bahan yang digunakan terdapat campuran timah hitam. Asap yang keluar dari proses peleburan logam Pb dapat mengganggu kesehatan pekerja dan masyarakat sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kadar Pb di udara dan mengidentifikasi kadar Pb di udara dan keluhan-keluhan subyektif gejala keracunan Pb pada tenaga kerja. Penelitian ini bersifat deskriptif yaitu mengetahui kadar Pb di udara dengan analisis laboratorium, sedangkan untuk mengetahui dampak dari pajanan Pb menggunakan metode survei dengan wawancara kepada pekerja. Hasil pemeriksaan kadar Pb di udara pada industri kerajinan kuningan pada masing-masing ruang bagian kerja dengan pengambilan 4 titik sampel yaitu ruang pencetakan dan peleburan sebesar  $2,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ruang penghalusan barang setengah jadi sebesar  $3,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ruang pewarnaan sebesar  $2,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ruang pengepakan sebesar  $5,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dari hasil tersebut bila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 yaitu sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hasil pengukuran di industri kerajinan kuningan telah melebihi baku mutu yang diperkenankan. Hasil dari wawancara dengan pekerja mengenai keluhan-keluhan subyektif gejala keracunan Pb didapatkan bahwa responden paling banyak mengalami sakit kepala sebesar 32 tenaga kerja (85,6%) serta terdapat hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan keluhan subyektif gejala keracunan Pb. Sebesar 0,0001 Pencemaran oleh industri rumah tangga akibat penggunaan logam Pb, seharusnya mendapat perhatian dari pemerintah dan pemantauan yang berkelanjutan karena dapat membahayakan kesehatan pekerja dan masyarakat sekitarnya.

**Kata kunci :** Pencemaran; Pb di udara; Industri Rumah Tangga

**ABSTRACT**

*Lead (Pb) is a bluish-gray metal found in small quantities and in rocks, soil and vegetation. On brass handicraft industry can be contaminated by metals Pb, because the materials used are a mixture of lead. Smoke from Pb smelting process could undermine the health of workers and surrounding communities. This study aims to describe the levels of Pb in the air and identify the levels of Pb in the air and the complaints of subjective symptoms of lead poisoning on the workforce. This research was descriptive which determine levels of Pb in the air with a laboratory analysis, whereas to determine the impact of Pb exposure using survey methods to interview the workers. Results of Pb levels in the air on brass handicrafts industry in each of the working space by taking four sample points are printing space of  $2.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and smelting, refining the space of semi-finished goods amounting to  $3.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , coloring space of  $2.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , packing room of  $5.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . From these results when compared with the Government Regulation No. 41 of 1999 that is equal to  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , measured on brass handicraft industry has exceeded the*

allowable quality standards. Results of interviews with workers on the subjective complaints of symptoms of lead poisoning was found that most respondents have a headache by 32 workers (85.6%) and there is a significant relationship between duration of employment with the complaints of subjective symptoms of Pb poisoning of 0.0001. Pollution by domestic industry due to the use of Pb metal, should the opinion of the government's attention and ongoing monitoring because it can endanger the health of workers and surrounding communities.

*Key words:* Contamination; Pb in the air; Domestic Industry

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara di Indonesia kian hari semakin meningkat hal ini akan lebih buruk dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan industri-industri baru yang pengelolaan limbahnya belum diperhatikan. Berdasarkan penelitian Satriyo (2008) bahwa terjadi peningkatan kadar Pb di udara pada lima lokasi di Jakarta mendekati baku mutu yang diperkenankan. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. (Wisnu, 1991) Dampak terhadap kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara akan terakumulasi dari hari-kehari. Paparan dalam jangka waktu lama akan berakibat pada berbagai gangguan kesehatan, seperti bronchitis, emphysema dan kanker paru. Dampak kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara berbeda-beda antar individu. Berdasarkan penelitian Khidri (2008) bahwa pencemaran udara di kota Makasar semakin tinggi hal ini berpengaruh pada kadar Pb dalam darah pada anak jalanan lebih tinggi dibanding anak yang di dalam rumah. Pencemaran udara juga menyebabkan penyakit pada sistem pernapasan. (Lee, 2007)

Beberapa peneliti mengatakan bahwa tingkat polutan yang cukup tinggi berbahaya bagi anak-anak terutama berbahaya pada mainan anak-anak yang menggunakan cat, pada orang dewasa biasa terdapat pada kosmetik, orang yang telah lanjut usia, penduduk miskin yang biasa tinggal di daerah yang polusinya cukup tinggi dan bagi penderita penyakit jantung dan saluran pernapasan. Akan tetapi tidaklah mudah untuk menghubungkan antara polutan dengan terjadinya kematian. (Kusnoputranto, 2002; Suherni, 2010)

Kesehatan tenaga kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja, sebaliknya pengelolaan lingkungan kerja yang tepat sangat bermanfaat bagi para pekerja. Melalui pemahaman tentang proses produksi, adanya potensi bahaya dan risiko di tempat kerja, pengelolaan lingkungan kerja yang mendukung pemeliharaan dan peningkatan kesehatan tenaga kerja dapat terselenggara. Upaya pengenalan, penilaian atau pengujian, dan pengendalian lingkungan kerja dan sekaligus pemeriksaan kesehatan kerja dan pemantauan biomedik pada pekerja, senantiasa perlu dilakukan sebagai upaya pencegahan dan deteksi dini terhadap kemungkinan timbulnya gangguan kesehatan kerja.

Timbal (Pb) adalah suatu logam berwarna kelabu kebiruan dan terdapat dalam jumlah kecil pada batuan-batuan, tanah dan tumbuh-tumbuhan. Bijih timbal yang terpenting adalah galena (PbS) yang biasanya ditemukan bersama sulfida perak, tembaga, arsen, antimon, bismut dan timah. Bijih timbal lain yang banyak di jumpai adalah scrusit (PbCO<sub>3</sub>) dan aglesit (PbCO<sub>4</sub>). Timbal komersil dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan dan pengolahan ulang sekunder. Pekerja yang berisiko terpapar

timbangan antara lain peleburan dan pembuatan baterai, pengecatan, kerajinan pot, industri keramik, pengecoran logam, tukang patri, sedangkan pencampur bahan bakar adalah pekerja yang menanggung risiko paparan terbesar. (Frank, 1995)

Sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Pb yang ada dan volume udara yang mampu dihirup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Makin kecil ukuran partikel debu serta makin besarnya volume udara yang mampu terhirup maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh. Logam Pb yang masuk ke paru-paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah di paru-paru untuk kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Lebih dari 90% logam Pb yang terserap oleh darah berkaitan dengan sel-sel darah merah. (Palar, 2004)

Pada industri rumah tangga kerajinan kuningan yang terletak di desa Growong Kidul, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, memiliki jumlah pekerja 80 orang tenaga kerja yang terbagi atas tenaga kerja laki-laki dan perempuan, bagian peleburan ada 2 orang, bagian pencetakan ada 9 orang, bagian penghalusan barang setengah jadi ada 50 orang, bagian pewarnaan ada 9 orang sedangkan pada bagian pengepakan ada 9 orang dan semuanya itu berusia antara 17 sampai 65 tahun. Dalam proses pembuatan kerajinan ini salah satunya adalah pengecoran, dimana prinsip dari pengecoran ini adalah meleburkan logam kuningan hingga mencair kemudian pada proses inilah menghasilkan asap Pb atau timbal hitam sehingga dapat mengganggu pernapasan, pengecoran di tempat kerja ini biasanya dilakukan seminggu lima kali tergantung dari permintaan pemesanan. Selain proses pengecoran juga dilakukan pewarnaan, yang menggunakan bahan kimia yang juga mengganggu kesehatan, dan juga proses penghalusan barang setengah jadi sehingga debunya dapat mengganggu pernapasan.

Industri kuningan skala rumah tangga ini sangat berpotensi mencemari lingkungan kerja dan lingkungan sekitarnya, karena industri kecil biasanya tumbuh di dekat pemukiman dan milik perseorangan. Para pengrajin kuningan mempunyai pengetahuan yang kurang tentang dampak yang sangat berbahaya bagi kesehatan akibat adanya paparan logam berat Pb.

Para pekerja sering kali tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri), padahal di tempat kerja tersebut mempunyai risiko yang besar dalam mempengaruhi gangguan kesehatannya terutama gangguan pernapasan, karena berhubungan langsung dengan debu atau asap yang mengandung Pb. Penggunaan APD ini digunakan untuk mengurangi atau meminimalisasi paparan dan kontak langsung dengan asap pengecoran kuningan yang mengandung timah hitam (Pb).

#### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *explanatory research* yaitu menjelaskan hubungan kausal antar variabel melalui pengujian hipotesa. Penelitian ini bersifat deskriptif tentang kadar Pb di udara dengan analisa laboratorium di Balai Laboratorium Kesehatan yang telah terakreditasi dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Untuk mengetahui dampak pajanan Pb secara subjektif menggunakan metode survei dengan wawancara responden sebanyak 37 orang yang telah dilakukan dengan pengambilan teknik random sampling.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel untuk pengukuran kadar Pb di udara ini dilakukan pada saat tidak adanya proses peleburan kuningan. Namun demikian dari hasil pengukuran kadar Pb di udara ternyata masih ada sisa dari asap/debu yang di dapat dari proses peleburan satu hari sebelum pengambilan sampel, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Pb di udara pada ruang industri kerajinan kuningan

No	Titik Pengambilan Sampel	Hasil ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Ruang pencetakan dan peleburan (pada saat penelitian tidak ada proses peleburan)	2,65
2	Ruang penghalusan barang setengah jadi	3,86
3	Ruang pewarnaan	2,39
4	Ruang pengepakan	5,64

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa kadar Pb di udara pada pengukuran masing-masing ruang melebihi Nilai Ambang Batas yang telah ditetapkan oleh PP 41 tahun 1999 yaitu sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada hasil pengukuran tersebut kadar Pb yang paling besar terdapat pada ruang pengepakan yaitu sebesar  $5,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hal ini disebabkan karena debu/asap dari sisa proses peleburan yang berada pada ruang peleburan itu arahnya menuju ke depan pada ruang bagian pengepakan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah karena ruang pengepakan mempunyai luas yang lebih besar dari pada ruang peleburan. Ruang peleburan terdapat di bagian paling belakang dan terdapat pintu gerbang yang besar sehingga asap dapat keluar dari pintu tersebut kemudian juga terdapat cerobong asap, sedangkan ruangan pada bagian yang lainnya tertutup dan kurang ventilasi dan hanya dibatasi oleh sekat tembok.

Faktor fisik yang dapat mempengaruhi adanya kadar Pb di udara pada masing-masing ruang adalah perbandingan ventilasi dengan luas ruangan. Ventilasi adalah aliran udara baik di ruang terbuka maupun di ruang tertutup (didalam ruang). Ventilasi alami adalah proses pergantian udara ruangan oleh udara segar dari luar ruangan tanpa bantuan peralatan mekanik. Pertukaran udara merupakan alat pengendalian yang sangat efektif untuk melindungi faal tubuh tenaga kerja dari tekanan panas yang sebagian besar dipancarkan dengan cara konveksi melalui udara, serta melindungi terhadap gangguan kesehatan dari udara kontaminan yang kebanyakan masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan dan diabsorpsi didalam paru-paru. (Budiono, 2003)

Kualitas udara sangat berpengaruh pada besarnya kandungan Pb yang ada di udara, ventilasi yang cukup dan aliran udara yang lancar akan mengurangi banyaknya kandungan Pb yang ada pada tiap ruang produksi. Kondisi ventilasi di masing-masing ruang produksi industri kerajinan kuningan kurang karena ventilasi hanya ada pada ruang pencetakan dan peleburan, ruang penghalusan barang setengah jadi dan ruang pewarnaan namun ukuran luas ventilasi yang kurang memenuhi syarat 10 % dari luas ruangan sehingga tidak ada pertukaran udara dan kandungan Pb mengendap pada tiap ruang tersebut menyebabkan Pb di udara yang ada pada masing-masing ruang tidak bisa keluar dan terakumulasi didalam ruang karena tidak ada cahaya matahari yang masuk dalam ruang dan hanya berbatasan

sekat tembok sehingga keadaan ruangan sangat panas dan kandungan Pb mengendap pada tiap ruang. Arah angin yang hanya berputar ke dalam ruangan dan tidak bisa keluar menyebabkan kandungan Pb di udara masih berada pada tiap bagian ruang kerja.

Ventilasi yang kurang merupakan faktor yang penting dalam menyebabkan banyaknya kadar Pb di udara karena adanya ketidakseimbangan antara ventilasi dan pencemaran udara berupa asap yang dihasilkan dari proses peleburan kuningan yang mengandung bahan timah hitam sehingga kadar Pb di udara besar dan melebihi nilai ambang batas. Ventilasi yang baik digunakan untuk industri kerajinan tersebut adalah *Local Exhaust Ventilation* yaitu untuk mengeluarkan udara kontaminan dari sumber tanpa memberi kesempatan kepada kontaminan untuk mengadakan difusi dengan udara didalam lingkungan kerja. Ventilasi ini di tempatkan sangat dekat dengan sumber emisi sehingga volume udara yang dihisap ke luar sedikit dan kontaminan dapat dikendalikan secara efektif. (Budiono, 2003)

Kondisi lingkungan kerja di industri tersebut kurang nyaman bagi tenaga kerja karena kurangnya udara yang masuk pada tiap ruang. Industri yang berada pada pemukiman rumah warga menyebabkan asap yang mengandung Pb juga dapat mempengaruhi warga sekitar terutama pada saat proses berlangsung. Tata letak ruang industri antar bagian ruang kerja yang saling bersampingan serta kurang udara yang masuk. Keseluruhan ruang ini pada bagian depan sendiri digunakan untuk tempat peristirahatan sedangkan bagian belakang digunakan untuk proses produksi yang terdiri dari ruang pengepakan, penghalusan barang setengah jadi, pewarnaan dan pencetakan/peleburan tepat berada dibagian belakang tersendiri. Pada ruang utama yang digunakan untuk tempat peristirahatan tidak ditutup dengan sekat tembok dan arahnya langsung menuju ke ruang-ruang produksi.

Di samping pengukuran kadar Pb di udara, pada penelitian juga dilakukan wawancara mengenai keluhan yang dirasakan oleh pekerja selama bekerja di industri kuningan. Karakteristik responden penelitian dan keluhan tanda dan gejala keracunan Pb yang dirasakan selama bekerja dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Karakteristik Responden

Keterangan	%	Mean	SD	Min	Max	p-value	r
Jenis Kelamin							
Perempuan	32,4						
Laki-Laki	67,6						
Umur		35,97	9,3	17	50		
Lama Kerja		3	1,36	1	6		
Hubungan antara Lama Kerja dengan gejala keracunan Pb						0,0001	0,683

Sebagian besar Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah di paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Pb yang ada dan volume udara yang mampu dihirup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Makin kecil ukuran partikel debu serta makin besarnya

volume udara yang mampu terhirup maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Responden Tanda dan Gejala Keracunan Pb

Tanda dan gejala	Distribusi frekuensi					
	Ya		Tidak		Total	
	F	%	f	%	f	%
Kepucatan	7	18,9	30	81,1	37	100,0
Sakit perut (nyeri perut)	5	13,5	32	86,5	37	100,0
Muntah-muntah	13	35,1	24	64,9	37	100,0
Anemia	1	2,7	36	97,3	37	100,0
Kontipasi kronis (susah BAB)	7	18,9	30	81,1	37	100,0
Sakit kepala	32	85,6	5	13,5	37	100,0
Insomnia (susah tidur)	16	43,2	21	56,8	37	100,0
Mudah lelah	28	75,7	9	24,3	37	100,0
Sesak nafas	11	29,7	26	70,3	37	100,0
Nyeri sendi	22	59,5	15	40,5	37	100,0
Batuk	23	62,2	14	37,8	37	100,0
Nyeri dada	9	24,3	28	75,7	37	100,0

Logam Pb yang masuk ke paru-paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah paru-paru untuk kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh lebih dari 90% logam Pb yang terserap oleh darah berkaitan dengan sel-sel darah merah. (Palar, 2004). Pengaruh Pb pada kesehatan yang terutama adalah pada sintesa haemoglobin dan sistem pada syaraf pusat maupun syaraf tepi. Pengaruh pada sistem pembentukan darah Hb darah dapat menyebabkan anemia, ditemukan pada kadar Pb darah kelompok dewasa 60-80 ug/100ml dan kelompok anak lebih dari 40 ug/100ml. (Satriyo, 2008) Paparan Pb dalam waktu yang panjang akan mengakibatkan menumpuknya Pb dalam tulang dan gigi. (Athena, 1996)

Kecepatan aliran udara mempengaruhi gerakan udara dan pergantian udara dalam ruang. Kecepatan udara yang kurang/lebih rendah menjadikan ruangan tidak nyaman karena tidak ada gerakan udara, hal ini juga yang menyebabkan kandungan timah hitam (Pb) yang ada pada asap hasil peleburan mengendap dalam ruang dan tidak bisa keluar terbawa oleh aliran udara. Hal ini dapat menyebabkan kadar Pb tersebut dapat masuk ke dalam tubuh tenaga kerjanya melalui sistem pernafasan, sistem pencernaan, kontak dengan kulit, jalur paparan lewat makanan dan air, serta lewat rambut.

Tenaga kerja di industri tersebut juga tidak memakai APD (alat pelindung diri) yang berupa penutup kepala, masker, sarung tangan, pakaian panjang sehingga tenaga kerja mempunyai potensi terkena gangguan/gejala keracunan Pb.

Berdasarkan penelitian terdapat hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan keluhan subyektif tanda dan gejala keracunan Pb, hal ini juga diperkuat oleh penelitiannya Laila Faizah yang menyatakan lama paparan berbanding lurus dengan kadar Pb dalam darah. Pada penelitian hasilnya menunjukkan bahwa pada industri kerajinan kuningan setelah dilakukan pemeriksaan terdapat Pb udara dan hasilnya melebihi nilai ambang batas, dan kemungkinan para tenaga kerja terpajan Pb dalam darah

karena hasil dari wawancara tentang gejala keracunan Pb didapat dampak kadar Pb di udara yang ada pada tiap ruang produksi industri kerajinan kuningan ini dapat membahayakan kesehatan para tenaga kerjanya, Pb dapat terhirup dan masuk ke dalam darah. Hal ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan bisa terjadi keracunan Pb. Keracunan yang disebabkan oleh keberadaan logam Pb dalam tubuh juga mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh.

Keluhan subyektif, tanda dan gejala keracunan Pb pada tenaga kerja yang paling banyak mengalami gejalanya adalah sakit kepala sebesar 85,6%. Bila waktu paparan Pb pada tenaga kerjanya semakin lama maka akan menyebabkan efek racun timah hitam (Pb) yang terdapat pada fungsi organ dalam tubuh dan menyebabkan keracunan pada sistem syaraf, urinaria, ginjal, reproduksi, endokrin dan jantung.

#### SIMPULAN

1. Kadar Pb di udara pada industri kerajinan kuningan di Juwana pada masing-masing ruang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang sudah ditetapkan oleh PP 41 tahun 1999 yaitu sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pada ruang pencetakan/peleburan sebesar  $2,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ruang penghalusan barang setengah jadi sebesar  $3,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ruang pewarnaan sebesar  $2,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan ruang pengepakan sebesar  $5,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
2. Gejala keracunan Pb pada tenaga kerja paling banyak mengalami gangguan sakit kepala sebanyak 32 orang (85,6%), terdapat hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan keluhan subyektif tanda dan gejala keracunan Pb.
3. Ventilasi yang kurang terpenuhi serta belum adanya kesadaran pekerja menggunakan APD (Alat Pelindung Diri).

#### SARAN

1. Bagi Pemilik industri kerajinan kuningan perlu ditambahkan ventilasi dilakukan pembuatan ventilasi pada masing-masing ruang kerja, karena volume udara yang dihisap ke luar sedikit dan kontaminan dapat dikendalikan secara efektif. Supaya ada pergantian udara untuk mengurangi kadar Pb di udara pada masing-masing ruangan dan sanitasi lingkungan perlu mendapat perhatian agar industri kerajinan tersebut menjadi industri yang ramah lingkungan karena lokasinya yang berada disekitar permukiman warga.
2. Bagi Tenaga Kerja  
Diharapkan para tenaga kerjanya memakai Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap seperti penutup kepala, masker, sarung tangan, dan pakaian panjang untuk meminimalisasi gejala keracunan Pb pada tenaga kerjanya.
3. Bagi Pemerintah  
Perlu adanya monitoring dan pengawasan pada industri rumah tangga mengenai penggunaan bahan kimia berbahaya dalam hal ini adalah Pb.

#### DAFTAR PUSTAKA

Athena, A.Tri Tugawati, Sukar, 1996. *Kandungan logam Berat (Hg, Cd, dan Pb) dalam Air Tanah Pada Perumahan Tipe Kecil Di Jabotabek. Pusat Penelitian Ekologi*

- Kesehatan Badan Litbang Kesehatan Jakarta. Buletin Penelitian Kesehatan Volume 24 No.4
- Budiono, Sugeng AM, Jusuf, R.M.S, Pusparini. 2003. *Bunga Rampai Hiperkes Dan Keselamatan Kerja*.
- Departemen Republik Indonesia, 1996. *Pedoman Pemeriksaan Logam Berat dalam Specimen Manusia dengan Metode Spektrofotometer dan Spektrofotometer Serapan Atom*. Pusat Laboratorium Kesehatan Jakarta.
- Frank, C, 1995. *Toksikologi Dasar*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Keman, Soedjajadi, 2005. *Kesehatan Perumahan*. Jurnal Kualitas Udara. Surabaya.
- Khidri, Sakkir, Ahmad Sjafruddin, 2008. *Kadar Timbal dalam Darah pada Anak-anak di Kota Makasar*. Jurnal Madani FKM UMI. Volume I no. 2
- Kusnoputranto H, Susanna. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. FKM UI. Jakarta.
- Lee Cheng F , Jen H. Hsiao, Shin J. Cheng, and Huey H. Hsieh, 2007. *Identification of Regional Air Pollution Characteristic and the Correlation with Public Health in Taiwan*. International Journal of Environmental Research and Public Health. Volume 4 no 2; pp 106-110
- Palar, Heryando, 2004. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Satriyo Saputro, 2008. *Studi kondisi Kimiawi Penyebaran Pb, debu dan Kebisingan di Kota Jakarta*. Jurnal Kajian Ilmiah Penelitian Ubhara Jaya, volume 9 No.2
- Suherni, 2010. *Keracunan Timbal di Indonesia*. Editor Anne Robert, Elizabeth O'Brian. Diakses [www.lead.org.au](http://www.lead.org.au)
- Suma'mur PK, 1996. *Higiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. PT Toko Gunung Agung. Jakarta.
- Sumirat, Yuli S, 1996. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press.
- Wardana Wisnu, 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Rineke Cipta. Jakarta.
- Widyastuti Palupi, 2005. *Bahan Kimia pada kesehatan Manusia dan Lingkungan*. EGC.Jakarta.halaman:43-44