ISSN : 0854 – 4778

# CETAK CUPLIK

# PROSIDING

Seminar Nasional Ke 28

TEMU-ILMIAH JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

## Seminar Nasional VI

## KIMIA DALAM PEMBANGUNAN

"Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia"

REDAKSI:

| | | |
|---|---|---|
| Ketua merangkap anggota | : | Drs. Sutjipto, MS. |
| Sekretaris merangkap anggota | : | Dra. Susanna TS., MT. |
| Anggota | : | Sihono |
| | | Imam Prayogo, Amd. |
| | | Dra. Sumining |

Hotel Santika Yogyakarta, 8 – 9 April 2003

JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

 *ISSN :0854-4778*

## REFREE / DEWAN PENELAAH :

 *ISSN :0854-4778*

# SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA

| | | |
|---|---|---|
| Ketua I | : | Wisnu Susetyo, Ph.D. |
| Ketua II | : | Dr. Eko Sugiharto |
| Sekretaris II | : | Sihono |
| Bendahara I | : | Drs. Paul Pujiyono |
| Bendahara II | : | Imam Prayogo, Amd. |
| Ka. Dept. Diklat. | : | Drs. Sutjipto, MS. |
| Anggota | : | Dra. Iswani |
| | : | Dra. Hj. Sumining |
| | | Dra. Susanna TS., MT. |
| | | Ashar Andrianto |
| | | Trimo |

# PENGANTAR

Segala Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga dapat kami susun dabn terbitkan sebuah Prosiding hasil Seminar Nasional VI dua hari dengan thema "Kimia dalam Pembangunan" yang telah terselenggara dengan baik pada tanggal 8 – 9 April 2003 di Hotel Santika Yogyakarta.

Seminar Nasional VI "Kimia dalam Pembangunan" ini telah dihadiri oleh 85 (delapan puluh lima) orang peserta. Adapun makalah yang telah dipresentasikan adalah:

| No. | Institusi | Makalah |
|---|---|---|
| 01. | Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor<br>Jl. Salak No. 1<br>Bogor 16151 | (4) |
| 02. | Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Surabaya<br>Jl. Teknik Sipil J. - 45<br>Kampus ITS Sukolilo<br>Surabaya 60111 | (2) |
| 03. | Jurusan Kimia, FMIPA<br>Universitas Padjadjaran<br>Jl. Singaperbangsa No. 2<br>Bandung | (1) |
| 04. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Cinere Pasar Jum'at, P.O. Box 7010 JKSKL<br>Jakarta Selatan 12070 | (4) |
| 05. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010 | (14) |
| 06. | Pusat Dirgantara Terapan<br>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional<br>Ds. Sukamulya, Rumpin, Serpong, Tromol Pos 7<br>Tangerang | (8) |
| 07. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15314 | (7) |
| 08. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211 | (13) |

| No. | Institusi | Makalah |
|---|---|---|
| 09. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Raya Bogor, Km. 46; P.O. Box 422, Cibinong 16911<br>Bogor | (4) |
| 10. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu – Sangkuriang<br>Bandung 40135 | (6) |
| 11. | Pusat Penelitian Fisika<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15310 | (1) |
| 12. | Pusat Penelitian Informatika<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu, Sangkuriang<br>Bandung 40135 | (2) |
| 13. | Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010 | (2) |

Dari 68 (enam puluh delapan) makalah yang telah dipresentasikan, diterbitkan dalam prosiding dan telah dicetak sebanyak 300 eksemplar.

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 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, 8 Juni 2003.
**Redaksi**

# DAFTAR ISI

*ISSN :0854-4778*

 *ISSN :0854-4778*

*ISSN :0854-4778*

 *ISSN : 0854-4778*

# KAJIAN PEMANFAATAN RESIN KARET SIKLO SEBAGAI PENINGKAT DAYA REKAT PEREKAT KARET ALAM

Ary Achyar Alfa[1] dan Illah Sailah[2]

1) Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor
Jl. Salak No. 1, Bogor 16151
Telp. : (0251)319817; 384636 (R)
Fax. : (0251)324047
E-mail: aaarubber@yahoo.com

2) Fakultas Teknologi Pertanian – Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

*Selama ini sebagian besar perekat elastis komersial merupakan produk impor, terutama perekat karet pada logam, atau dibuat lokal dari karet sintetis kloropren impor. Keadaan tersebut disebabkan daya rekat karet alam lebih lemah dibanding dengan daya rekat karet sintetis kloropren, dan pada logam daya rekatnya jauh lebih lemah. Formula perekat karet alam yang telah ditambah resin pelengket, daya rekatnya juga masih lemah. Resin karet siklo, produk lokal hasil siklisasi larutan karet alam yang berbentuk padatan keras yang rapuh, memiliki karakter daya rekat yang jauh lebih baik dari pada karet alam asalnya. Resin ini bahkan mampu merekatkan logam pada logam dengan daya rekat yang lebih baik dari pada daya rekat perekat elastis kloropren. Pemanfaatan resin karet siklo lokal, sebagai pelengket dalam formula perekat karet alam mampu meningkatkan daya rekatya. Daya rekat terbaik perekat karet alam tersebut dalam merekatkan logam pada logam dicapai pada pemakaian 75 bsk karet siklo. Pemakaian resin karet siklo dalam formula perekat karet alam, tidak mempengaruhi bobot jenis perekat. Biaya bahan yang digunakan dalam kedua jenis perekat tersebut hampir sama, yaitu Rp 2.675,- + n/a untuk perekat karet alam dan Rp 2.875,- + n/a untuk perekat kloropren.*

## PENDAHULUAN

Karet alam termasuk bahan yang disukai oleh praktisi perekat, karena memiliki beberapa sifat-sifat yang unggul, diantaranya memiliki sifat liat dan sifat *tacky* (daya lengket) yang baik (Wake,1965). Ditemukannya karet kloropren dan karet sintetis lain yang mempunyai sifat daya lengketnya lebih baik dan mampu menghasilkan perekat dengan kekuatan daya rekat (*bond strength*) yang tinggi, penggunaan karet alam sebagai bahan baku perekat semakin terdesak. Padahal karet alam yang merupakan salah satu hasil utama Indonesia dari sektor perkebunan, dengan produksi pada tahun 1998 mencapai 1,75 juta ton atau 26,2 % produksi karet alam dunia, sehingga menempatkan Indonesia sebagai produsen karet alam terbesar kedua setelah Thailand (IRSG, 1999). Dari jumlah tersebut setiap tahunnya hanya sekitar 11% yang dikonsumsi di dalam negeri besar, 90% diantaranya digunakan untuk ban kendaraan.

Lemahnya kekuatan daya rekatnya, menyebabkan saat ini perekat karet alam hanya sesuai untuk digunakan sebagai perekat atau bahan baku perekat untuk merekat benda-benda yang bebannya ringan dan berpori seperti karet, kertas dan kulit. Kelemahan sifat perekat karet alam diperburuk oleh kelemahan karet alam asalnya yang tidak tahan terhadap panas, oksidasi, ozon, dan pelarut hidrokarbon (Arizal, 1989 dan Mubyarto, 1991).

Untuk meningkatkan kekuatan daya rekat perekat berkaret biasanya ditambahkan sejenis resin pelengket (*tackifier*) seperti resin hidrokarbon, coumaron, wood rosin, dan sebagainya (Salomon, 1951), tetapi daya rekat berbagai resin pelengket tersebut belum cukup mampu meningkatkan kekuatan daya rekat perekat karet alam, agar mampu menyaingi perekat karet sintetis. Namun dengan ditemukannya karet siklo yang daya lengketnya sangat baik, terbuka peluang untuk mengembangkan kembali perekat karet alam di Indonesia, melalui pemanfaatan karet siklo sebagai resin pelengket.

Karet siklo adalah sejenis resin sintetis hasil modifikasi karet alam secara kimia dan telah diproduksi di Indonesia dengan merek *resiprene* 35. Karet siklo dapat dibuat melalui metode siklisasi karet padat, larutan karet atau lateks,

menggunakan berbagai katalis asam. Penampakan dan sifat-sifat karet siklo tergantung pada metode dan katalis asam yang digunakan, serta suhu dan lamanya reaksi siklisasi (Alfa, 2000).

*Resiprene* 35 adalah karet siklo yang dibuat dari larutan karet alam, yang dipanaskan pada suhu tinggi bersama katalis asam Lewis. Karet siklo tersebut berupa kristal rapuh yang berwarna kemerahan dan mudah larut dalam berbagai pelarut karet. Selama ini *resiprene* 35 diekspor ke berbagai negara, untuk memenuhi kebutuhan industri pita perekat, cat lunas kapal, pelitur kayu, cat cermin dan tinta cetak (PTPN III, 2000).

Salah satu keunggulan sifat karet siklo adalah daya rekatnya yang lebih besar dari karet alam asalnya. Daya rekat karet siklo begitu tinggi, sehingga mampu merekatkan suatu benda pada permukaan logam, plastik, kaca dan berbagai permukaan licin lainnya. Sifat karet siklo sangat berbeda dengan sifat karet alam asalnya, tetapi masih memiliki beberapa keunggulan sifat karet, dapat bercampur dengan karet alam dalam proses pengomponan dan masih dapat divulkanisasi. Oleh karena itu pemanfaatan karet siklo sebagai resin pelengket pada pembuatan perekat karet alam, diharapkan akan meningkatkan daya rekat perekat tersebut, sehingga mampu merekatkan benda yang bebannya lebih besar. Selain itu resin tersebut juga berpotensi digunakan sebagai pengganti bahan baku polimer sintetis yang selama ini banyak digunakan dalam pembuatan perekat.

Pada penelitian ini akan diamati kemampuan karet siklo, meningkatkan kekuatan daya rekat perekat karet alam, sebagai awal penguasaan teknologi pembuatan perekat logam (*metal bonding*). Peningkatan daya rekat perekat karet alam diharapkan akan meningkatkan kemampuannya mensubstitusi perekat atau bahan baku perekat impor. Dalam keadaan krisis ekonomi yang berkepanjangan ini, penguasaan teknologi pembuatan perekat elastis yang mampu diaplikasikan pada skala komersial, diharapkan akan menghemat devisa, yang sekaligus juga meningkatkan penggunaan karet alam di dalam negeri dalam bentuk pemanfaatan produk siklisasinya, sebagai bahan baku perekat elastis.

## METODOLOGI

Pada penelitian awal ini, jenis perekat karet alam yang disiapkan merupakan perekat elastis (*rubbery adhesive*) tipe perekat peka tekanan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet alam, resin karet siklo *resiprene* 35, dan bahan-bahan kimia teknis untuk penyusunan formula perekat. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk penyusunan formulasi perekat peka tekanan tersebut adalah bahan pelunak (lanolin), antioksidan (BHT), pengisi (ZnO dan silika) dan toluen yang akan digunakan sebagai pelarut.

Peralatan yang digunakan merupakan peralatan standar pengolahan karet seperti gilingan rol ganda dan alat kempa (*press machine*). Peralatan lain yang digunakan sebagai alat bantu merupakan peralatan laboratorium umum dan peralatan untuk uji sifat fisika produk.

### Persiapan Perekat Peka Tekanan

Susunan formulasi perekat yang disiapkan merupakan formulasi standar perekat karet alam yang menggunakan resin pelengket karet siklo produksi lokal pada berbagai dosis (formula KAS). Sebagai pembanding bagi kemampuan resin karet siklo lokal sebagai resin pelengket, disiapkan formulasi perekat karet alam yang menggunakan resin pelengket lain yang biasa digunakan, yaitu resin *coumaron-indene* (formula KAC). Untuk mengetahui kekuatan daya rekat resin karet siklo, disiapkan formulasi perekat yang hanya mengandung resin karet siklo (formula RKS). Susunan lengkap formulasi perekat peka tekanan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 (dalam Lampiran).

Karet alam yang akan digunakan sebagai bahan baku perekat terlebih dulu dimastikasi pada gilingan rol ganda selama 1 jam dengan suhu 58°C, agar viskositas Mooney karet turun hingga dibawah 25, yaitu nilai viskositas karet yang biasanya digunakan dalam pembuatan perekat. Viskositas Mooney karet mentah diukur dengan alat viskometer Mooney, sesuai dengan metode uji ASTMD-1646. Karet alam yang akan diuji coba untuk dimastikasi adalah krep pucat (*pale crepe*), karet skim baru dan karet spesifikasi teknis SIR-10.

Dalam pembuatan perekat dengan formula KAC dan KAS, karet hasil mastikasi terlebih dulu dicampur dengan pelunak dan bahan pengisi pada gilingan, lalu direndam dalam toluen semalaman hingga mengembang. Selanjutnya ke dalam larutan karet tersebut ditambahkan bahan kimia lain yang sebelumnya telah dilarutkan dalam sedikit toluen, lalu diaduk hingga homogen. Setelah itu konsentrasi perekat diatur dengan cara menambahkan toluen agar diperoleh perekat dengan konsentrasi 30% (b/v).

Dalam pembuatan formula perekat RKS yang tidak mengandung karet alam, resin karet siklo yang digunakan langsung direndam bersama bahan kimia yang digunakan. Setelah dibiarkan semalaman, larutan perekat diaduk hingga homogen, lalu ditambah toluen agar diperoleh perekat dengan konsentrasi 30% (b/v).

Kemampuan perekat karet alam merekatkan dua lempeng logam dianalisis melalui pengujian kekuatan daya rekat (*adhesion strength*) berbagai formula perekat yang disiapkan. Pengujian daya rekat perekat dilakukan sesuai dengan metode uji ISO-814. Pengukuran bobot jenis perekat dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan perekat terhadap penambahan bobot benda yang direkat, dan dilakukan sesuai dengan metode uji ISO-2781. Kekuatan daya rekat perekat karet alam yang disiapkan dalam penelitian ini akan dibandingkan dengan berbagai tipe perekat komersial yang umum digunakan.

Lempeng logam yang digunakan dalam pengujian daya rekat, berupa lempengan besi dengan ukuran panjang sekitar 3 inchi, lebar 1 inchi dan tebal sekitar 3 mm. Sebelum digunakan lempeng besi tersebut diperlakukan dengan cara membersihkan karat dan kotoran lain dengan metode *sand blasting*. Sisa-sisa lemak yang menempel pada permukaan lempeng besi tersebut dibersihkan dengan TCE (*trichloro ethane*), lalu disimpan dalam wadah berisi TCE. Perekat yang akan diuji daya rekatnya dioleskan pada kedua permukaan logam dengan luas daerah rekatan 1 x 1 inch, lalu mendiamkannya beberapa saat hingga kering sentuh. Setelah itu kedua permukaan logam berperekat tersebut ditempelkan, dan setelah ditekan dengan beban 44 Newton selama 24 jam, lempeng logam tersebut siap diuji.

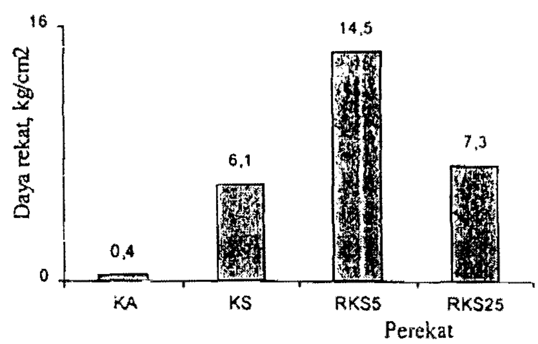
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Viskositas Mooney krep pucat lebih rendah dari pada karet spesifikasi teknis SIR-10 maupun karet skim. Setelah dimastikasi selama 1 jam pada suhu 58$^0$C viskositas Mooney krep pucat dan skim masih diatas 25, sedangkan viskositas Mooney karet skim jauh lebih rendah. Hal ini menunjukkan rantai molekul SIR-10 lebih panjang, tetapi distribusi rantai molekul yang panjang relatif lebih rendah, sehingga setelah dimastikasi viskositas Mooney SIR-10 turun hingga dibawah 20. Data lengkap viskositas Mooney sebelum dan sesudah mastikasi dari ketiga jenis mutu karet alam tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 (dalam Lampiran).

Karet dengan viskositas Mooney rendah, lebih mudah dilarutkan dalam pelarut karet dan lebih mampu terpenetrasi ke dalam pori-pori permukaan logam, sehingga daya rekatnya lebih baik. Berdasarkan nilai viskositas Mooney pada Tabel 2, maka SIR-10 lebih baik untuk digunakan sebagai bahan baku perekat, tetapi warna larutan perekatnya jauh lebih gelap. Perekat berbahan baku SIR-10 berwarna coklat, sedangkan perekat berbahan baku krep dan skim berwarna putih kotor (*off white*). Oleh karena itu, dengan mastikasi selama 1 jam, SIR-10 paling baik untuk digunakan sebagai bahan baku perekat. Namun untuk perekat berwarna muda krep pucat akan lebih baik, tetapi waktu mastikasinya diperpanjang hingga 70 menit.

### Daya Rekat Resin Karet Siklo

Karet alam memiliki sifat *tacky* (lengket), sehingga mampu merekat pada benda lain. Daya rekatnya rendah maka hanya mampu merekatkan benda yang bebannya ringan. Jika digunakan untuk merekatkan dua keping logam, rekatannya lemah dan mudah lepas. Dari hasil pengujian daya rekat, diketahui bahwa kekuatan daya rekat perekat karet alam murni antara logam dengan logam hanya sebesar 0,4 kg/cm$^2$, tetapi setelah disiklisasi menjadi resin karet siklo, daya rekatnya meningkat. Kekuatan daya rekat perekat karet siklo murni antara logam dengan logam jauh lebih besar, mencapai 6,1 kg/cm$^2$ atau sekitar 15 kali daya rekat karet alam asalnya.




*Gambar 1. Perbedaan daya rekat resin karet siklo terhadap karet alam*

Resin karet siklo *resiprene* mudah larut dalam toluen dan dalam keadaan kering berupa kristal yang keras tetapi rapuh. Agar lebih plastis resin karet siklo perlu ditambah bahan pelunak yang sesuai, tetapi dalam penelitian ini hanya digunakan *lanolin*, yaitu bahan pelunak yang biasa digunakan dalam perekat karet alam. Perbedaan kekuatan daya rekat diantara perekat karet siklo dan perekat karet alam murni yang diperoleh dari pengujian daya rekat dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa kekuatan daya rekat karet siklo murni (KS) antara logam dengan logam adalah 6,1 kg/cm$^2$, jauh melebihi daya rekat karet alam murni (KA) yang hanya sebesar 0,4 kg/cm$^2$. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa daya rekat resin karet siklo akan meningkat tajam apabila ke dalam formulanya ditambahkan sejumlah kecil bahan pengisi silika *tukosil*. Tetapi apabila dosis *tukosil* yang ditambahkan terlalu banyak, kekuatan daya rekatnya kembali turun.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa 5 bsk *tukosil* dalam formula resin karet siklo ($RKS_5$) mampu meningkatkan daya rekatnya hingga 14,5 kg/cm$^2$, sedangkan pada dosis yang lebih besar yaitu 25 bsk ($RKS_{25}$), kekuatan daya rekatnya kembali turun hingga 7,3 kg/cm$^2$. Dalam kasus ini diperkirakan *tukosil* berfungsi sebagai pengeras bagi formula karet siklo dengan lanolin. Jika dosis tukosil dalam formula karet siklo terlalu besar, daya rekat resin karet siklo berkurang karena matriksnya dipenuhi oleh bahan pengisi.

### Daya rekat perekat karet alam

Karet alam mempunyai sifat lengket yang cukup baik, tetapi dalam keadaan murni kekuatan daya rekatnya jauh dibawah daya rekat karet sintetis kloropren. Guna meningkatkan daya rekat, biasanya ke dalam susunan formulasi perekat karet alam ditambahkan satu atau dua jenis bahan pelengket, diantaranya *coumarin-indene* yang umum digunakan dalam formulasi perekat elastis. Hasil pengujian daya rekat logam pada logam dari beberapa formula perekat karet alam yang ditambah dengan behan pelengket *coumarin-indene* $KAC_{50}$ dan $KAC_{100}$ disajikan pada Tabel 3 (dalam Lampiran). Pada tabel tersebut disajikan pula data daya rekat logam pada logam dari berbagai formula perekat karet alam yang mengunakan resin karet siklo sebagai bahan pelengket ($KAS_0$ – $KAS_{100}$) dan dari berbagai beberapa perekat komersial.

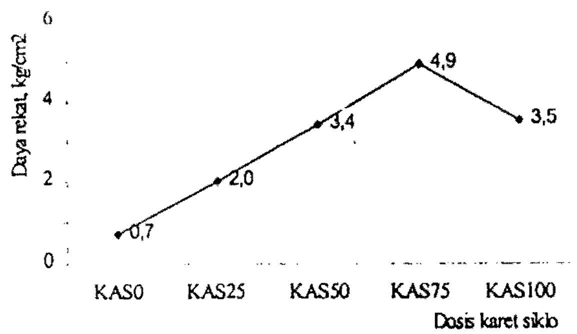
Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa daya rekat logam pada logam formula perekat karet alam yang tidak menggunakan tambahan bahan pelengket ($KAS_0$), kekuatannya rendah, yaitu 0,7 kg/cm$^2$. Tetapi daya rekatnya ini masih lebih baik dari pada daya rekat karet alam murni pada logam logam yang hanya sebesar 0,4 kg/cm$^2$ (Gambar 1). Peningkatan daya rekat tersebut, mungkin disebabkan terdapatnya ZnO yang berfungsi sebagai bahan pengisi, sehingga setelah kering bahan karet perekatnya menjadi lebih keras dan kaku.

Pengaruh penambahan bahan pelengket pada peningkatan daya rekat perekat karet alam dapat dilihat dari daya rekat formula perekat yang ditambah resin *coumarone-indene*. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa setelah ditambah *coumarone-indene*, kemampuan perekat karet alam tersebut merekatkan dua keping logam meningkat, yaitu menjadi 0,9 kg/cm$^2$ untuk perekat dengan dosis *coumarone-indene* sebesar 50 bsk ($KA_{50}{}^C$) dan menjadi 1,1 kg/cm$^2$ untuk perekat dengan dosis *coumarone-indene* sebesar 100 bsk ($KA_{100}{}^C$). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa, resin *coumarone-indene* cukup mampu meningkatkan kekuatan daya rekat perekat karet alam dalam merekatkan dua keping logam.

Jika dibandingkan dengan formula perekat komersial yang sejenis, yaitu perekat elastis yang menggunakan bahan baku karet sintetis kloropren (KAA), kekuatan daya rekatnya jauh lebih rendah. Diantara ketiga perekat komersial yang diuji (KAA, KUU, dan KPG), daya rekat logam pada logam perekat komersial kloropren (KAA) adalah yang paling rendah, yaitu 4,6 kg/cm$^2$, sedangkan daya rekat logam pada logam perekat Polivinil asetat (KUU) adalah 5,1 kg/cm$^2$ dan daya rekat perekat siano akrilat (KPG) adalah 36,6 kg/cm$^2$.

Dari Tabel 3 juga dapat dilihat, bahwa daya rekat logam pada logam formula perekat karet alam dapat ditingkatkan apabila ke dalam formulanya ditambahkan resin karet siklo ($KAS_n$) sebagai pengganti resin *coumaron-indene*. Dapat diduga bahwa resin karet siklo dalam formula perekat karet alam tersebut berfungsi sebagai bahan pelengket. Sesuai dengan hipotesa bahwa daya rekat karet siklo sangat baik, maka peningkatan kekuatan daya rekat perekat karet alam tersebut sesuai dengan peningkatan dosis resin karet siklo yang ditambahkan. Hubungan antara dosis resin karet siklo dengan daya rekat perekat karet alamnya diperlihatkan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa daya rekat formula perekat karet alam $KAS_n$ yang mengandung resin karet siklo, meningkat sesuai dengan peningkatan dosis karet siklo yang ditambahkan. Pada dosis 75 bsk, kekuatan daya rekat logam pada logam perekat karet alam tersebut (4,9 kg/cm$^2$) mampu menyaingi kekuatan daya rekat perekat karet sintetis kloropren (4,6 kg/cm$^2$), mendekati kekuatan daya rekat perekat komersial polivinil asetat (5,1 kg/cm$^2$), tetapi masih jauh dibawah kekuatan daya rekat perekat komersial siano akrilat (36,6 kg/cm$^2$). Pada dosis yang lebih besar dari 75 bsk terjadi penyimpangan dari hipotesis, karena daya rekatnya lebih lemah. Hal ini dapat dilihat dari daya rekat logam pada logam perekat karet alam yang mengandung resin karet siklo dengan dosis sebesar 100 bsk, kekuatannya hanya sebesar 3,5 kg/cm$^2$.




*Gambar 2. **Hubungan daya rekat dengan dosis resin karet siklo***

Penyimpangan kekuatan daya rekat dari hipotesis dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Kemungkinannya pada dosis resin karet siklo sebesar 100 bsk, jumlah karet siklo yang ditambahkan tidak sebanding dengan dosis bahan pelunak yang digunakan. Seperti yang telah diketahui, keadaan asal resin karet siklo lokal *resipren* 35 berupa resin yang keras dan rapuh. Oleh karena itu agar dapat dicampur dengan karet alam dan bahan-bahan kimia lainnya, resin tersebut perlu dilunakan dengan bahan pelunak yang sesuai.

Dalam penelitian ini digunakan lanolin, yaitu bahan pelunak yang biasa digunakan dalam formula perekat karet alam, dengan dosis 50 bsk. Diperkirakan aktifitas bahan pelunak tersebut lebih banyak pada pelunakan karet alam yang asalnya memang lebih plastis, dan sisanya beraktifitas pada pelunakan karet siklo. Diduga jumlah bahan pelunak tersebut tidak mampu melunakan semua karet siklo yang ada, sehingga karet siklo tidak dapat bercampur baik dengan karet alam, atau dengan kata lain fungsinya sebagai bahan pelengket perekat karet alam kurang optimal. Tetapi, walaupun hanya menggunakan bahan pelunak lanolin sebesar 50 bsk, formulasi perekat karet alam yang mengandung resin karet siklo berfungsi cukup baik sebagai perekat tipe peka tekanan.

**Bobot Jenis Perekat Karet Alam**

Pengukuran bobot jenis dimaksudkan untuk melihat sejauh mana pengaruh perekat terhadap penambahan bobot dari benda yang direkatkan. Pada dasarnya, perekat diharapkan memiliki bobot jenis yang rendah untuk mengurangi penambahan bobot yang berlebihan pada penggunaan secara massal. Resin karet siklo *resipren* 35 memiliki bobot jenis sebesar 0,98 g/cm$^3$ pada suhu kamar, sedikit lebih besar dari pada bobot jenis karet alam yang besarnya sekitar 0,95. Dengan demikian diharapkan penambahan resin karet siklo tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan bobot jenis perekat karet alam. Dosis bahan kima yang digunakan dalam formula perekat relatif kecil, sehingga pengaruhnya terhadap penambahan bobot jenis perekat tidak berarti.

Data bobot jenis *resipren* 35, karet alam dan berbagai formulasi perekat karet alam yang mengandung resin karet siklo (formula KAS) disajikan pada Tabel 4 (dalam Lampiran). Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa bobot jenis berbagai perekat karet alam yang mengandung resin karet siklo relatif sama dengan bobot jenis perekat yang tidak mengandung resin karet siklo. Hal tersebut menunjukan bahwa walaupun jumlahnya dalam formulasi perekat cukup banyak, pemakaian resin karet siklo tidak mempengaruhi bobot jenis perekat karet alam.

**Perhitungan Ekonomis**

Kecuali jenis karetnya, secara umum bahan-bahan kimia karet yang digunakan dalam formulasi perekat elastis karet alam sama dengan yang digunakan dalam perekat elastis kloropren. Demikian juga, peralatan dan teknologi yang digunakan dalam pengolahan kedua jenis perekat elastis tersebut relatif sama. Dalam penelitian ini perekat elastis karet alam yang disiapkan menggunakan karet siklo sebagai bahan pelengket, sedangkan perekat kloropren tetap menggunakan bahan pelengket umum dengan dosis 50 – 100 bsk. Dengan demikian bahan baku yang menjadi titik penentu perhitungan harga pokok pada pengolahan perekat karet alam adalah karet alam dan resin karet siklo, sedangkan pada pengolahan perekat kloropren adalah karet sintetis kloropren dan bahan pelengket umum.

Dalam perhitungan ekonomis ini diasumsikan dosis bahan pelengket yang digunakan dalam perekat kloropren sama dengan dosis resin karet siklo dalam perekat karet alam, yaitu sebesar 75 bsk. Selain itu diasumsikan jumlah dan jenis bahan kimia lain dalam formulasi kedua jenis perekat itu sama, yang mana jumlahnya dalam 210 gram kering perekat adalah 35 gram bahan kimia lain dan 700 ml pelarut, yang sesuai dengan konsentrasi perekat 30% (b/v). Dengan demikian dalam perekat karet alam digunakan 100 bsk karet alam dan 75 bsk resin karet siklo sebagai bahan pelengket; sedangkandalam perekat kloropren digunakan 100 bsk karet sintetis kloropren dan 75 bsk bahan pelengket lain.

Diasumsikan harga perkg bahan-bahan tersebut adalah sebagai berikut, karet alam sekitar Rp 5.000,-, resin karet siklo Rp 29.000,-, karet sintetis kloropren impor Rp 25.000,- dan bahan pelengket lain sekitar Rp 5.000,-. Dengan demikian biaya penggunaan karet alam dan resin karet siklo dalam 210 gram perekat karet alam adalah sebesar Rp 2.675,- dan biaya penggunaan karet sintetis kloropren dan bahan pelengket dalam 210 gram perekat kloropren adalah sebesar Rp 2.875,-. Data lengkap perhitungan biaya pengolahan 210 gram kering perekat karet alam dan 210 gram kering perekat kloropren disajikan pada Tabel 5 (dalam Lampiran).

## KESIMPULAN

Resin karet siklo *resipren* 35, produk lokal hasil siklisasi karet alam, mempunyai daya rekat yang jauh lebih baik dari pada karet alam asalnya, bahkan lebih baik dari pada daya rekat perekat komersial kloropren. Selama ini hampir semua perekat elastis tipe peka tekanan yang beredar di pasar, menggunakan karet kloropren impor sebagai bahan bakunya, karena daya rekat perekat karet alam kurang baik. Pemanfaatan resin karet siklo sebagai bahan pelengket perekat karet alam, menggantikan bahan pelengket *coumaron-indene* yang biasa digunakan, mampu meningkatkan kekuatan daya rekat perekat karet alam. Pada dosis 75 bsk, pemanfaatan resin karet siklo mampu menghasilkan perekat karet alam yang kemampuannya merekat logam pada logam menyaingi daya rekat perekat karet sintetis kloropren komersial. Didasarkan asumsi bahan pelengket pada perekat kloropren sama dengan dosis resin karet siklo dalam perekat karet alam, maka biaya bahan yang digunakan dalam kedua jenis perekat tersebut hampir sama, yaitu Rp 2.675,- + n/a untuk perekat karet alam dan Rp 2.875,- + n/a untuk perekat kloropren.

Sebagai perekat tipe peka tekanan, pengujian daya rekat formula perekat karet alam yang digunakan pada penelitian ini, perlu dilakukan pada berbagai bahan yang biasa menggunakan perekat peka tekanan komersial kloropren, seperti lembaran formika, kayu, *plywood*, karet, karpet, kulit, porselen dan lain-lain. Formulasi perekat peka tekanan dari karet alam yang digunakan pada penelitian ini, sebenarnya tidak sesuai untuk merekatkan logam pada logam, sehingga perlu dilanjutkan dengan susunan formula perekat karet alam yang sesuai untuk merekat logam. Selain itu yang perlu dilakukan adalah mencari bahan pelunak yang sesuai untuk resin karet siklo *resipren* 35, agar pengaruh sifat lengketnya dalam perekat karet alam lebih optimum.

## DAFTAR PUSTAKA


1. Alfa, A. A. 2000. Pengembangan Karet Alam Berprotein Rendah Sebagai Bahan Baku Industri Karet Siklo Di PTP Nusantara III. Makalah pada seminar hasil-hasil penelitian Badan Litbang Pertanian, Jakarta, 6 Desember 2000, 33p.
2. Arizal, R. 1989. Bahan Elastomer untuk Industri Barang Jadi Karet. Karet Alam dan Karet Sintetik. Makalah Latihan Teknologi Barang Jadi Karet. Balai Penelitian Perkebunan, Bogor. Tidak dipublikasikan.
3. Dahlquist, C.A. and J. O. Hendricks. 1965. Pressure-sensitive Adhesive Tapes. In Houwink, R. and G. Salomon. Adhesion and Adhesives. Elsevier Publishing Company, London. Vol. 1.
4. International Rubber Study Group. (1999). Rubber Statistical Bulletin. Heron House, Wembley. Vol.53, No.8, 46p
5. Mubyarto. 1991. Karet. Kajian Sosial Ekonomi. Aditya Media, Yogyakarta.
6. PTPN III. 2000. Resin Karet Siklo (Cyclised Rubber Resin) Resiprene. PT Perkebunan Nusantara III, Medan.
7. Salomon, G. and Schonlau. 1951. Rubbery Adhesive. *In* De Bruyne, N. A. and R. Houwink. Adhesion and Adhesives. Elsevier Pubblishing Company, Amsterdam. 386 - 425.
8. Wake, W.C. 1965. Rubbers. *In*. R. Houwink and G. Salomon. Adhesion and Adhesive. Elsevier Publishing Company, Amsterdam. Vol. I, 375-413.

TANYA JAWAB

***Heri BW.***

- *Apa bisa diestimasi daya rekat dari struktur polimer (kondisi operasi yang dilakukan) sehingga dihasilkan angka?*
- *Bila dilihat dari struktur karet siklo yang ruwet dan banyak ruang kosong, secara teori daya rekat akan rendah, akan tetapi kenapa tetap dipakai? Apa pertimbangannya?*

**Ari Achyar Alfa**

- Estimasi kuantitatif tidak kualitatif bisa, dengan landasan teori, bahwa daya rekat makin baik jika polimer plaear, ada – OH, BM rendah, dsb.
- Struktur ini perkiraan dari teori lama untuk siklo konvensional. Karet siklo baru, menggunakan karet BM rendah & pengotor rendah.sehingga struktur ruang sederhana & plaear, sehingga daya rekat lebih baik.

***Tundjung***

- *Usaha apa saja untuk membentuk siklo yang digunakan semaksimal mungkin (BM <<)?*
- *Sampai seberapa jauh keberhasilan pembentukan karet siklo dari karet alam saat ini?*
- *Apakah hasil-hasil penelitian ini diuji dengan pengajuan paten?*

**Ari Achyar Alfa**

- Menggunakan karet alam BM rendah, yaitu karet yang diperlakukan secara mekanis atau kimiawi.
- Untuk metode larutan karet sudah diproduksi & bekerjasama dengan BPTK Bogior, produsennya mampu menghasilkan siklo yang lebih cerah dan viskositas larutan rendah, berbentuk resin keras tapi rapuh. Untuk metode lateks, BPTK sedang mengembangkannya, dan hingga tahap ini telah berhasil memperoleh siklo berupa serbuk putih.
- Ya, salah satu keluaran proyek penelitian ini adalah patent.

LAMPIRAN

**Tabel 1. Susunan formula perekat tipe peka tekanan**

| No | Bahan | Formula RKS, bsk[a] | Formula KAC, bsk[a] | Formula KAS, bsk[a] |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Karet alam | - | 100 | 100 |
| 2. | Karet siklo | 100 | - | 0 – 100[d] |
| 3. | Lanolin | 50 | 50 | 50 |
| 4. | Resin *coumaron* | - | 50 dan 100[c] | - |
| 5. | ZnO | 5 | 5 | 5 |
| 6. | Silika (*tukosil*) | 5 dan 25[b] | - | - |
| 7. | BHT | 1 | 1 | 1 |
| 8 | Toluen | Hingga konsentrasi perekat 30% (w/v) | | |

Catatan :

[a] bsk = berat per seratus bagian berat karet

[b] Disiapkan dua formula perekat RKS, masing-masing menggunakan 5 dan 25 bsk *tukosil*

[c] Disiapkan dua formula perekat KAC, masing-masing menggunakan 25 dan 50 bsk resin *coumaron-indene*

[d] Disiapkan lima formula perekat KAS, masing-masing menggunakan 0, 25, 50, 75 dan 100 bsk resin karet siklo

Tabel 2. Nilai viskositas mooney karet padat

| No | Jenis Karet Padat | Viskositas Mooney (ML 1 + 4) 100°C | |
|---|---|---|---|
| | | Sebelum Mastikasi | Sesudah Mastikasi |
| 1. | Pale Creep | 78.0 | 27.5 |
| 2. | SIR – 10 | 104.0 | 16.5 |
| 3. | Skim | 90.5 | 29.0 |

Tabel 3. Daya rekat berbagai perekat karet alam dan perekat komersil

| No. | Formula perekat | Daya rekat, $kg/cm^2$ |
|---|---|---|
| 1. | $KAC_{50}$ | 0,9 |
| 2. | $KAC_{100}$ | 1,1 |
| 3. | $KAS_0$ | 0,7 |
| 4. | $KAS_{25}$ | 2,0 |
| 5. | $KAS_{50}$ | 3,4 |
| 6. | $KAS_{75}$ | 4,9 |
| 7. | $KAS_{100}$ | 3,5 |
| 8. | Komersial kloropren (KAA) | 4,6 |
| 9. | Komersial PVA (KUU) | 5,1 |
| 10. | Komersial epoksi (KPG) | 36,6 |

Tabel 4. Bobot jenis perekat karet alam yang mengandung resin karet siklo

| No. | Kode perekat | Bobot rata-rata |
|---|---|---|
| 1. | $KAS_0$ | 0,953 |
| 2. | $KAS_{25}$ | 0,944 |
| 3. | $KAS_{50}$ | 0,955 |
| 4. | $KAS_{75}$ | 0,962 |
| 5. | $KAS_{100}$ | 0,952 |
| 6. | Karet alam | 0,95 |
| 7. | *Resipren* 35 | 0,98 |

Tabel 5. Perhitungan biaya bahan pengolahan perekat karet alam dan perekat kloropren

| Faktor | Harga per kg, Rp | 210 gr perekat karet alam | | 210 gr perekat kloropren | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Konsumsi | Biaya, Rp | Konsumsi | Biaya, Rp |
| Karet alam | 5.000,- | 100 gr | 500,- | - | - |
| Karet siklo | 29.000,- | 75 gr | 2.175,- | - | - |
| Karet kloropren | 25.000,- | - | - | 100 gr | 2.500,- |
| Bahan pelengket | 5.000,- | - | - | 75 gr | 375,- |
| Bahan lain | n/a | 35 gr | n/a | 35 gr | n/a |
| Pelarut | n/a | 700 ml | n/a | 700 ml | n/a |
| Biaya total | | Rp 2.675,- + n/a | | Rp 2.875,- + n/a | |

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 01. | Adhitasari S. | FMIPA UGM<br>Yogyakarta<br>Telp. :<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 02. | Agus Taftazani, Dr., Ir. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 03. | Agustin Sumartono, S.Si. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Cinere Pasar Jum'at, P.O. Box 7010 JKSKL<br>Jakarta Selatan 12070<br>Telp. : (021)7690709 Psw. 177, 7566062 (R)<br>Fax. : (021)7691607, 7513270<br>E-mail: agustinnmb@yahoo.com |
| 04. | Ahmad Fuad Azmi Tanjung, M.Sc. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483 Psw. 252; 6658586 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: fuad@pptm.dpe.go.id |
| 05. | Alip Atmojo | Andi Offset<br>Jl. Beo No. 38-40, Yogyakarta, 55281<br>Telp. : (0274)561881, 588282<br>Fax. : (0274)588282<br>E-mail: |
| 06. | Arini Sri Sundari HS. | Mancasan Pandawaharjo<br>Sleman, Yogyakarta 55512<br>Telp. : (0274)869358<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 07. | Ary Achyar Alfa, Ir. | Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor<br>Jl. Salak No. 1<br>Bogor 16151<br>Telp. : (0251)319817; 384636 (R)<br>Fax. : (0251)324047<br>E-mail: aaarubber@yahoo.com |

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 08. | Ashar Andrianto | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 09. | Damunir | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 10. | Dwiretnani Sudjoko | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 11. | Eko Budiyono M. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 12. | Endang Suryati, Dra. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483 Psw. 248; 6004809 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: @pptm.dpe.go.id |
| 13. | Endro Kismolo | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 14. | Eni Rofiqoh | Babadan RT 5 / 32<br>Gedong Kuning, Yogyakarta<br>Telp. : (0274)517039<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 15. | Firdaus, Drs. | PT. Pupuk Sriwidjaja - Palembang<br>Jl. Mayor Zen<br>Palembang 30118<br>Telp. : (0711)712111; 712222 Ext. 7633<br>Fax. : (0711)712040; 712100<br>E-mail: |
| 16. | Ganang Surajiyo | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 17. | Gigik Risdiyanto | Jl. Karang Sari No. 2 F<br>Gedong Kuning<br>Rejowinangun, Yogyakarta<br>Telp. : 08122969804<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 18. | Harry Budiman | Jurusan Kimia, FMIPA<br>Universitas Padjadjaran<br>Jl. Singaperbangsa No. 2, Bandung<br>Telp. : (022)2507874; 7513195 (R)<br>Fax. : (022)2507874; 2507873<br>E-mail: |
| 19. | Heri Budi Wibowo, Drs., MT. | Pusat Dirgantara Terapan<br>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional<br>Ds. Sukamulya, Rumpin, Serpong<br>Tromol Pos 7, Tangerang<br>Telp. : (021)7560090; (0274)865037 (R); 08156807124<br>Fax. : (021)75790037<br>E-mail: heri.wibowo@mailcity.com |
| 20. | Herlina Agustina, Dra. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu / Sangkuriang, Bandung 40135<br>Telp. : (022)2503051, 7502979 (R)<br>Fax. : (022)2503240<br>E-mail: |

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 21. | Herni Khaerunisa, ST. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483; 08122108150<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: herni@pptm.dpe.go.id |
| 22. | Hilyati, Dra. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15314<br>Telp. : (021)7560929 ; 7560212 psw. 5389 (R)<br>Fax. : (021)7560549<br>E-mail: hilyatiy@yahoo.com |
| 23. | Imam Prayogo, Amd. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436; 382654 (R)<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 24. | Isman Mulyadi T. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 25. | Iswani Gitawati, Dra. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 26. | Iswantoro | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 27. | Kasilani NS. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 28. | Kendra Hartaya | Pusat Wahana Dirgantara<br>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional<br>Ds. Sukamulya, Rumpin, Serpong<br>Tromol Pos 7, Tangerang<br>Telp. : (021)7560090<br>Fax. : (021)75790037<br>E-mail: |
| 29. | Khoiril Anwar M., S.Si., Lettu Laut (KH) | Laboratorium Induk Kimia dan Material<br>Dinas Penelitian dan Pengembangan TNI AL<br>Jl. Stasiun Benteng 11<br>Ujung, Surabaya<br>Telp. : (031)3292464<br>Fax. : (031)3292464<br>E-mail: |
| 30. | Kris Tri Basuki, Dr., Ir., Drs., M.Sc., APU. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 31. | Kusnadi, Amd. | Perusahaan Daerah Air Minum<br>Kota Surakarta<br>Jl. LU. Adisucipto 143<br>Surakarta<br>Telp. : (0271)712465, 718779<br>Fax. : (0271)<br>E-mail: pdam solo@indo.net.id |
| 32. | Kusneto Kusumodirdjo, Ir., M.Sc. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6038028; 6612237 (R); 08164204886<br>Fax. : (022)6038028<br>E-mail: @pptm.dpe.go.id |

 *ISSN :0854-4778*

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 33. | Lenny Sutedja, Dr. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu - Sangkuriang<br>Bandung 40135<br>Telp. : (022)2503051; 4235662 (R)<br>Fax. : (022)2503240<br>E-mail: Lsutedja@telkom.net |
| 34. | Linar Z. Udin, Dra., MS. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu / Sangkuriang<br>Bandung 40135<br>Telp. : (022)2503051; 6649536; 2507126 (R)<br>Fax. : (022)2503240<br>E-mail: linar@telkom.net |
| 35. | Muhammad Hanafi, Dr. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15314<br>Telp. : (021)7560929; 7560212 psw. 5954 (R)<br>Fax. : (021)7560549<br>E-mail: m-hanafi@telkom.net |
| 36. | Muhammad Chawari, Drs., MM. | Bidang Propelan<br>Pusat Teknologi Wahana Antariksa<br>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional<br>Rumpin, Serpong, Tangerang 15310<br>Telp. : (021)7560090; 8613224 (R)<br>Fax. : (021)75790037<br>E-mail: |
| 37. | Muryono H., Ir. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 38. | Muzakky, Ir. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 39. | Neti Yuliaty, SSi. | Jurusan Kimia, FMIPA<br>Universitas Padjadjaran<br>Jl. Singaperbangsa No. 2<br>Bandung<br>Telp. : (022)2507874; 08122361604<br>Fax. : (022)2507874; 2507873<br>E-mail: |
| 40. | Ni Wayan Sri Agustini, Dra. | Pusat Penelitian Bioteknologi<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Raya Bogor, Km. 46; P.O. Box 422<br>Cibinong 16911, Bogor<br>Telp. : (021)8754587, (0251)331703 (R)<br>Fax. : (021)8754588<br>E-mail: biotek@rad.net.id / biotek@lipi.go.id |
| 41. | Niken Yuliani | Dukuh Pandawaharjo<br>RT. 04 RW. 021 No. 80<br>Sleman<br>Yogyakarta 55512<br>Telp. :<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 42. | Nining Sudini Ningrum, M.Sc. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483, 6650151 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: nining@tekmira.esdm.go.id |
| 43. | Nur - Hidayati, S.Si. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Cinere Pasar Jum'at, P.O. Box 7010 JKSKL<br>Jakarta Selatan 12070<br>Telp. : (021)7690709 Psw. 177<br>Fax. : (021)7691607, 7513270<br>E-mail: agustinmmb@yahoo.com |
| 44. | Nurcahya Hendratno | Dukuh 21 / 04<br>Pandawaharjo<br>Sleman<br>Yogyakarta<br>Telp. : 081328700853<br>Fax. :<br>E-mail: |

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 45. | Nurimaniwathy | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 46. | Nurul Widiastuti | Jurusan Kimia, FMIPA<br>Instiut Teknologi Surabaya<br>Jl. Teknik Sipil J. - 45<br>Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111<br>Telp. : (031)5943353; 08155014909<br>Fax. : (031)5928314<br>E-mail: nurulwid@yahoo.com |
| 47. | Patuan LP. Siagian, Dr., Ir. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15314<br>Telp. : (021)7560929; 7560212 Ext. 5778 (R)<br>Fax. : (021)7560549<br>E-mail: patuan_lps@Yahoo.com |
| 48. | Pramusanto, Ir., Ph.D., APU. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483<br>Fax. : (022)6003373, 6038026<br>E-mail: @pptm.dpe.go.id |
| 49. | Priyo Sardjono, Dr., Ing. | Pusat Penelitian Fisika<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15310<br>Telp. : (021)7560570, 7560562 psw 3118<br>Fax. : (021)7560554<br>E-mail: priyo@ft.lipi.go.id |
| 50. | Purwanto, Drs. | Kepala Bidang BK3<br>Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008, Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 51. | Retno Damayanti, Dra., Dipl. EST. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483 Psw. 248; 5412757 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: retnod@pptm.dpe.go.id |
| 52. | Retno Dwi Sulistyowati, Dra., M.Sc. | Sekretaris HKI DIY<br>Universitas Gadjah Mada<br>Yogyakarta<br>Telp. :<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 53. | Rina Setiyaningsih | Babadan RT 5 / 32<br>Gedong Kuning, Yogyakarta<br>Telp. : (0274)517039<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 54. | Ririn Mulyani | Perum Peruri<br>Jl. Palatehan 4<br>Kebayoran Baru<br>Jakarta Selatan<br>Telp. : (021)7395000 Psw. 9467 atau 72159467<br>Fax. : (021)7221567, 7268276 dan 7233766<br>E-mail: |
| 55. | Rismanda Yazar | Perum Peruri<br>Jl. Palatehan 4<br>Kebayoran Baru<br>Jakarta Selatan<br>Telp. : (021)7395000 Psw. 9467 atau 72159467<br>Fax. : (021)7221567, 7268276 dan 7233766<br>E-mail: |
| 56. | Rosmelina | Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral<br>Jl. Soekarno - Hatta 444, Bandung 40254<br>Telp. : (022)5202698<br>Fax. : (022)5205809<br>E mail: |
| 57. | Rusli Maras | PT. Pupuk Sriwidjaja - Palembang<br>Jl. Mayor Zen<br>Palembang 30118<br>Telp. : (0711)712111; 712222 Ext. 3645<br>Fax. : (0711)712040; 712100<br>E-mail: |

 *ISSN :0854-4778*

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 58. | Samin P., Drs. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 59. | Selinawati TD., Dra., M.Sc. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483 Psw. 143; 6612223 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: selina@pptm.dpe.go.id |
| 60. | Sihono | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436; 367891 (R); 0811269948<br>Fax. : (0274)561824; 367891<br>E-mail: p3tm@indo.net.id; jasakiai@indo.net.id |
| 61. | Silvester Tursiloadi, Drs., M.Eng. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek, Serpong<br>Tangerang 15314<br>Telp. : (021)7560929; 7560212 psw 5441 (R)<br>Fax. : (021)7560549<br>E-mail: tursiloadi@usa.net |
| 62. | Siti Rafiah Untung, Dra., M.Eng.St. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483 Psw. 252; 7301339 (R); 0811247480<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: sruntung@pptm.dpe.go.id |
| 63. | Slamet, ST., Kolonel Laut (T) | Laboratorium Induk Kimia dan Material<br>Dinas Penelitian dan Pengembangan TNI AL<br>Jl. Stasiun Benteng 11<br>Ujung, Surabaya<br>Telp. : (031)3292464<br>Fax. : (031)3292464<br>E-mail: |

 *ISSN :0854-4778*

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 64. | Sri Sumartini, Dra., M.Sc. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Kawasan Puspitek Serpong<br>Tangerang 15314<br>Telp. : (021)7560929; 7560212 Psw. 5127 (R)<br>Fax. : (021)7560549<br>E-mail: srisunartoto@yahoo.com |
| 65. | Stefano Munir, Dr., ME. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jend. Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483<br>Fax. : (022)6003373, 6038027<br>E-mail: stefano@pptm.dpe.go.id |
| 66. | Subagiono R., Ir. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 67. | Suhardi | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 68. | Sukandi Nasir Rohili, Drs. | Pusat Wahana Dirgantara<br>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional<br>Ds. Sukamulya, Rumpin, Serpong<br>Tromol Pos 7, Tangerang<br>Telp. : (021)7560090; 8620508 (R)<br>Fax. : (021)75790037<br>E-mail: |
| 69. | Sukirno, ST. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 70. | Sukosrono | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 71. | Sumaryono, Drs., M.Sc. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483, 6612284 (R)<br>Fax. : (022)6003373<br>E-mail: Soemaryn@tekmira.esdm.go.id |
| 72. | Sumining Hj., Dra. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 73. | Supriyanto C., Drs. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 74. | Supriyono, Drs., M.Sc. | Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)562595<br>E-mail: sttn@batan.go.id |
| 75. | Sutanti | Jl. Kusumanegara<br>Gg. Parkit C - D<br>Gedong Kuning<br>Yogyakarta<br>Telp. : (0274)515318<br>Fax. :<br>E-mail: |

 *ISSN :0854-4778*

**DAFTAR PESERTA**

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 76. | Sutardi | Babadan RT 17 / 21 No. 580<br>Gedong Kuning<br>Yogyakarta<br>Telp. : 08157924772<br>Fax. :<br>E-mail: |
| 77. | Sutjipto, Drs., MS. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435, 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 78. | Trimo | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 79. | Tigor Nauli, Drs. | Pusat Penelitian Informatika<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu, Sangkuriang<br>Bandung 40135<br>Telp. : (022)2504711; (021)7695061 (R)<br>Fax. : (022)2504712<br>E-mail: tigor@lipi.go.id |
| 80. | Tigor M. Gultom | Renbang SDM UP II<br>Dumai<br>Jl. Putri Tujuh<br>Dumai 28815<br>Telp. : (0765)443741<br>Fax. : (0765)31411; 31532<br>E-mail: |
| 81. | Trisanti Anindyawati, Dr. | Pusat Penelitian Bioteknologi<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Raya Bogor, Km. 46; P.O. Box 422<br>Cibinong 16911, Bogor<br>Telp. : (021)8754587, (0251)507423 (R)<br>Fax. : (021)8754588<br>E-mail: biotek@rad.net.id / biotek@lipi.go.id |

 *ISSN :0854-4778*

## DAFTAR PESERTA

| No. | Nama | Alamat |
|---|---|---|
| 82. | Tunjung Indrati Yulianti, Ir., MT. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju<br>Badan Tenaga Nuklir Nasional<br>Jl. Babarsari P.O. Box 1008<br>Yogyakarta 55010<br>Telp. : (0274)515435; 515436<br>Fax. : (0274)561824<br>E-mail: p3tm@indo.net.id |
| 83. | Yetti Mulyati Iskandar, Dra., MS. | Pusat Penelitian Kimia<br>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia<br>Jl. Cisitu / Sangkuriang<br>Bandung 40135<br>Telp. : (022)2503051; 2031043 (R)<br>Fax. : (022)2503240<br>E-mail: yetimiskandar@hotmail.com |
| 84. | Yoharmus Syamsu, Drs., MSi. | Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor<br>Jl. Salak No. 1<br>Bogor 16151<br>Telp. : (0251)319817; 329738 (R); 08121307102<br>Fax. : (0251)324047<br>E-mail: yosyamsu@indo.net.id |
| 85. | Yuyun Basyuni, Drs. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara<br>Jl. Jenderal Sudirman 623<br>Bandung 40211<br>Telp. : (022)6030483, psw. 270<br>Fax. : (022)6003373, 6038027<br>E-mail: Suganal@pptm.dpe.go.id |