

PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN IPTEK BAHAN POLIMER HULU DAN HILIR

Sudirman, Mujamilah, Aloma Karo Karo, Sudaryanto dan Deswita

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) – BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

e-mail : sudirman @batan.go.id

ABSTRAK

PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN IPTEK BAHAN POLIMER HULU DAN HILIR. Kegiatan litbang iptek bahan polimer hulu di Indonesia hampir tidak ada karena terbatasnya wewenang dari pusat dan arah kebijakan pendirian industri pada sektor perdagangan. Disamping itu beberapa permasalahan yang dihadapi seperti persaingan regional yang ketat, perubahan permintaan dan daya beli yang rendah, modal kerja dan SDM yang terbatas. Oleh sebab itu kegiatan litbang iptek bahan polimer hulu dapat berbentuk pengembangan produknya akibat permintaan dari industri hilir terkait. Dari kegiatan Satellite Pertemuan Ilmiah Bahan Tahun 2006 telah melakukan diskusi tentang kegiatan litbang polimer industri hilir. Hasilnya menggambarkan kegiatan litbang yang sama dikerjakan oleh berbagai institusi sebagai pelaku litbang hilir (lembaga litbang, perguruan tinggi dan industri) tanpa koordinasi. Dari kenyataan yang ada menunjukkan bahwa ilmu polimer di berbagai Perguruan Tinggi banyak ketinggalan dari perkembangan ilmu polimer sehingga perlu adanya perbaharuan kurikulum polimernya. Untuk jangka waktu pendek, hal diatas dapat dijemati dengan adanya *retooling*, berupa training bidang polimer bagi sarjana-sarjana baru yang telah lulus dari Perguruan Tinggi. Dari resume satellite tersebut bagi lembaga litbang yang terwakili oleh BATAN (PTBIN, PATIR), LIPI (P2F, P2K), DEPERIN (BBKK), dan BPPT (STP, PTM) memperlihatkan kegiatan litbang yang sama, meliputi : polimer dan lingkungan (biodegradabel dan aspek limbahnya), polimer bidang energi (fuel cell), polimer alam (khitosan, tapioka, CPO) dengan berbagai aspeknya, polimer komposit (serat alam), aditif polimer (DOP alam), polimer bidang kesehatan dan pengembangan nanokomposit berbasis polimer. Seluruh kegiatan litbang tersebut diharapkan adanya kolaborasi antar lembaga litbang, perguruan tinggi dan industri selaku pelaku litbang industri hilir di Indonesia. Dari kolaborasi kegiatan litbang antar lembaga yang melibatkan pelaku industri hilir termasuk didalamnya industri hulu akan melahirkan produk-produk polimer yang dapat digunakan oleh masyarakat luas dan sebagai pertanggungjawaban sebagai peneliti, dimana hasilnya dapat berbentuk aturan yang mengikat (SNI) dan paten. Diharapkan dengan SNI dan Paten seluruh pelaku didalamnya terlindungi secara hukum dan komitmen dengan hasil litbangnya.

Kata kunci : Litbang Iptek Bahan, Polimer hulu, Polimer hilir

ABSTRACT

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF MAINSTREAM AND DOWNSTREAM POLYMER INDUSTRY. Research and development of science and technology of mainstream polymer in Indonesia conducts unsystematically because of limited authority and regulation concerning industrial establishment in trading sector. Some problems including tight regional competition, demand change and low-buying power, limited budget and educated human resources are still facing. Research and development activity on mainstream polymer materials are done more in the form of direct product development request by related downstream industry. At Satellite Meeting of 2006 Material Science and Technology Meeting, discussion concerning this R and D activity of downstream polymer materials has been done. The discussion gave the information of some similar polymer R and D activity done by different institutions (research institutions, academic institutions and industry) un-coordinately. The fact showed that state of the art of polymer science curriculum teach in the university are not well up-to-date which need to be restructured. For short term, this problem could be bridging with retooling by giving some training on polymer to the fresh graduate. Resume of this meeting, represented by BATAN (PTBIN, PATIR), LIPI (P2F, P2K), DEPERIN (BBKK) and BPPT (STP, PTM), illustrated the similar R and D activity covers: polymer and environment (biodegradable polymer and waste problem), polymer for energy (fuel-cell), natural polymer (chitosan, tapioca, CPO), composite polymer (natural fiber), polymer additive (natural DOP), polymer for medical and polymer based nanocomposite modification. All these R and D activities are expected to be collaborated as stake holder of downstream polymer industry R and D in Indonesia. From this collaboration, which also include mainstream polymer industry, a new polymer products useful publicly is expected to be born. This result will also show the responsibility of research activity, either in the form of regulation (SNI) or patent. With these products, clear law protection to the researcher right and their commitment will be assured.

Key words : Research and Development of Science, Upstream polymer, Downstream polymer

PENDAHULUAN

Pada umumnya telah diketahui bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi diharapkan untuk memajukan peradaban bangsa dan mewujudkan kesejahteraan umat, khususnya negara Indonesia. Hal tersebut diatas tercantum dalam pasal 31 ayat 5 UUD 1945. Penjabaran lebih detail dituangkan dalam Undang-Undang No.18 2002 mengenai Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi pada pasal 4 mengenai tujuan yaitu memperkuat daya dukung iptek bagi keperluan mempercepat pencapaian tujuan negara dan meningkatkan daya saing dan kemandirian dalam memperjuangkan kepentingan negara di dunia internasional.

Indonesia merupakan sebagai salah satu negara di dunia Internasional yang mengandalkan iptek untuk meningkatkan daya saing dan kemandirian negaranya. Tabel 1 memperlihatkan indeks pertumbuhan daya saing indonesia terhadap 104 negara di dunia internasional.

Tabel 1. Indeks Pertumbuhan Daya Saing Indonesia

	2003-2004	2004-2005
Growth Competitiveness Index Rank	72	60
Macroeconomic Environment Index Rank	64	63
Macroeconomic Stability Subindex Rank	65	69
Government Wast Subindex Rank	42	25
Country Credit Rating Rank	60	72
Public Institutions Index Rank	76	68
Contracts and Law Subindex Rank	65	59
Corruption Subindex Rank	66	73
Technology Index Rank	78	73
Innovation Subindex Rank	65	71
ICT Subindex Rank	74	74
Technology Transfer Subindex Rank (out of non-core innovators)	63/77	53/79
Business Competitiveness Index Rank	60	42
Sophistication of Company Operations and Strategy Rank	62	37
Quality of National Business Environment Rank	60	44
	out of 102 countries	out of 104 countries

Bila dibandingkan antara negara-negara Asia dan Eropa dengan dunia Internasional, khususnya kapasitas produksi polimer turunan etilen, juga sebagai gambaran daya saing industri polimer pada industri hulu, diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas produksi polimer etilen dan turunannya (Juta Ton)

No	Negara	1997	2003	Rata-Rata Pertumbuhan (%/tahun)
1.	Internasional	77,6	98,7	4,10
2.	Eropa Barat	19,3	23,4	3,20
3.	Amerika Utara	22,5	27,5	3,40
4.	Asia			
	Asean	3,4	4,0	2,80
	Jepang	6,0	5,9	-0,20
	China	6,1	10,5	9,40
	Korea	3,3	3,1	-0,90
	Taiwan	2,6	3,1	3,10

Sekarang ini, pemakaian polimer untuk setiap negara menggambarkan kemajuan industri negara tersebut, sekaligus juga menggambarkan perdagangan negara tersebut. Tabel 3 memperlihatkan pemakaian

Tabel 3. Konsumsi Plastik (Polimer) Negara Asean

No.	Negara	Konsumsi (Kg/orang)
1.	Singapura	78
2.	Malaysia	45
3.	Indonesia	4,5
4.	Tailand	20
5.	Philipina	6,0

polimer untuk negara Asean, termasuk Indonesia dengan pemakaian polimer yang kecil (4,5 kg/orang) bila dibandingkan dengan Malaysia (45 kg/orang) atau Philipina (6,0 kg/orang).

Dari data-data tersebut diatas, Indonesia dalam rangka pengembangan industri khususnya industri polimer, melakukan beberapa kebijakan yang ditempuh.

Meningkatkan pembangunan industri kimia (termasuk industri polimer sintesis dan alam), pengolah sumber daya alam baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui dan memperpanjang proses pengolahan di dalam negeri sehingga memberikan manfaat besar bagi perekonomian nasional.

Memberikan prioritas pemanfaatan minyak dan gas bumi sebagai *feedstock* untuk pengolahan lebih lanjut dibandingkan dipakai hanya untuk energi dan diekspor.

Mengembangkan Hutan Tanaman Industri sebagai jaminan kontinuitas penyediaan bahan baku industri pulp dan mengupayakan peremajaan kebun karet rakyat serta peningkatan mutunya.

Memersiapkan profil-profil investasi industri kimia pengolah SDA yang mempunyai prospek untuk dikembangkan dan melaksanakan promosi investasi termasuk teknologi.

Mendorong pembangunan industri kimia yang mendukung peningkatan pengolahan SDA dengan memberikan fasilitas penanaman modal dan pembangunan infrastruktur untuk daerah terpencil yang kaya sumber daya alam.

Merangsang penguasaan dan pengembangan teknologi dan pengembangan sumber daya manusia melalui kegiatan penelitian dan pengembangan terutama melalui kegiatan kerjasama antara dunia industri dengan dunia perguruan tinggi dan lembaga litbang.

PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN POLIMER

Dalam rangka penguasaan dan pengembangan teknologi dan pengembangan SDM melalui kegiatan kerjasama antara dunia industri dengan perguruan tinggi dan lembaga litbang, telah dilakukan diskusi pada pertemuan ilmiah iptek bahan yang diselenggarakan oleh PTBIN- BATAN. Dalam diskusi Sidang Komisi Pemanfaatan Polimer dihadiri oleh berbagai wakil dari lembaga penelitian yang melakukan riset di bidang polimer. Setiap lembaga mempresentasikan topik-topik

penelitian yang telah mereka lakukan, sedang dilakukan dan yang akan mereka lakukan dalam beberapa tahun ini. Adapun topik-topik kegiatan penelitian polimer yang dilakukan lembaga litbang.

PTM-BPPT Jakarta, penelitian yang sudah dikerjakan, meliputi: pembuatan materi polimer *biodegradable* dari bahan baku pati tapioka dan polimer sintetik, pengembangan teknologi pengolahan plastik, pengembangan teknologi pengolahan material polimer kiral untuk peningkatan sistem produksi bahan baku farmasi, pengembangan material polimer komoditi lokal untuk komponen otomotif dan pembuatan membran polielektrolit untuk pembuatan *fuel cell* berbahan bakar hidrogen.

Puslit Fisika LIPI-Bandung, kegiatan penelitian polimer yang dilakukan : kegiatan penelitian polimer untuk *fuel cell* menggunakan bahan polistiren, pengembangan pakaian anti peluru, litbang material untuk tambal gigi dan litbang material komposit polimer dengan bahan alam untuk otomotif.

Jurusan Kimia FMIPA-UI, kegiatan penelitian polimer yang dilakukan berupa proses polimer grafting untuk mendapatkan bahan polimer yang dapat digunakan untuk mengikat logam-logam tanah jarang secara selektif (resin penukar ion). selain itu juga dilakukan penelitian dan pengembangan polimer dengan fasa nano.

STP Polimer BPPT, kegiatan penelitian polimer yang dilakukan : litbang nanokomposit menggunakan material polipropilen dengan *clay* (bentonit), Memanfaatkan sifat afinitas antara PP-g-MA dengan OLS dalam matriks PP (kerjasama dengan UI), Pre-efoliasi OLS dalam media cair. Kegiatan di STP lebih banyak berupa pelayanan dan banyak terdapat berbagai fasilitas pendukung untuk kegiatan penelitian polimer.

Balai Besar Kimia dan Kemasan BBKK-DEPPERIN, kegiatan yang banyak dilakukan bersifat pengujian. Banyak tersedia fasilitas peralatan yang dapat digunakan untuk penelitian di bidang polimer antara lain : rheomix, extruder, *blow film*, *hot press* dan beberapa alat uji plastik. Penelitian polimer yang telah dilakukan di BBKK antara lain : pembuatan kemasan mampu urai hayati dari tapioka, aplikasi kemasan mampu urai hayati untuk kemasan makanan, pembuatan *edible packaging* dari tapioka, pembuatan *edible film* dari tapioka modifikasi dan pembuatan *edible film/coating* dari kitosan.

PATIR – BATAN, dilakukan litbang Polimer menggunakan radiasi, antara lain : radiasi sinar- γ radiasi menggunakan berkas elektron. Topik-topik penelitian polimer yang dilakukan meliputi : lateks dan karet vulkanisasi radiasi, polimer ramah lingkungan, khitin dan khitosan, pelapisan permukaan, antara lain melakukan pelapisan permukaan terhadap kayu keras dan kayu olahan, komposit marmer-polimer yang diperkuat serat alam, dan komposit dari serbuk kayu dan sekam padi untuk bahan bangunan dan mebel, komposit kayu plastik

untuk bahan bangunan, kabel dan *heat shrinkable tube*, hidrogel, *fuel cell*, dan vulkanisasi karet basah.

Puslit Kimia-LIPI Serpong, kegiatan litbang polimer yang dilakukan antara lain: litbang *plastisizer* pengganti *DOP* (*DiOktylPhatalat*) dari turunan minyak sawit, litbang *foam* poliuretan dari polioli turunan minyak sawit, pengembangan SAP (polimer super absorben) sebagai penyerap air dan *recycle* Polistiren sebagai bahan koagulan limbah.

ITI Serpong, kegiatan litbang polimer yang dilakukan antara lain : polimer berbahan alam dan polimer daur ulang, penggunaan *CPO* untuk polimer poliuretan dan *PET*, pengembangan energi dari *palm oil*, pengembangan bahan konstruksi plastik semen dan kegiatan publik *awareness* terhadap penanganan limbah polimer.

P & L Pertamina, kegiatan litbang polimer yang dilakukan antara lain : polimer biodegradabel, komposit polimer (serat alam) dan *additive* polimer.

PTBIN-BATAN, kegiatan litbang polimer yang dilakukan : polimer biodegradabel, pembuatan *microsphere* untuk bahan radiofarmaka, pengembangan komposit polimer dengan bahan magnet, pembuatan dan studi *biodegradable* nanokomposit dan pembuatan elastomer termoplastik.

PT. Astra Honda Motor dan PT Yamamoto Keiki, tidak melakukan kegiatan litbang polimer, namun langsung sebagai *user* polimer terutama *modified* polimer.

Dari kegiatan diskusi tersebut dapat diambil beberapa resume, sebagai berikut perlu dilakukan kolaborasi litbang polimer antar lembaga agar dihasilkan produk produk yang bermanfaat bagi masyarakat luas, kegiatan *public awareness* terhadap penanganan limbah polimer perlu lebih ditingkatkan dan ada peluang besar untuk melakukan riset di bidang tersebut, perlu dikembangkan lebih lanjut polimer yang dapat berfungsi sebagai sumber energi (*fuel cell*), litbang nanokomposit polimer perlu saling mendukung terutama berhubungan dengan fasilitas karakterisasi yang masih terbatas. Ilmu polimer di universitas banyak ketinggalan dibanding perkembangan ilmu polimer yang ada saat ini sehingga diusulkan adanya perbaharuan kurikulum polimer di Perguruan Tinggi, adanya program *retooling*, karena industri lebih mengacu ke arah proses, ini bertujuan untuk menjembatani ketimpangan antara industri dengan lembaga litbang dan Perguruan Tinggi serta Himpunan Polimer Indonesia (HPI) akan membuat sebuah buku panduan tentang polimer.

Dari resume kegiatan diskusi tersebut bagi lembaga litbang yang terwakili oleh BATAN (PTBIN, PATIR), LIPI (P2F, P2K), DEPPERIN (BBKK), dan BPPT (STP, PTM) memperlihatkan kegiatan litbang yang sama, meliputi : polimer dan lingkungan (biodegradabel dan aspek limbahnya), polimer bidang energi (*fuel cell*), polimer alam (khitosan, tapioka, *CPO*) dengan berbagai aspeknya, polimer komposit (serat alam), aditif polimer (*DOP* alam), polimer bidang kesehatan dan

pengembangan nanokomposit berbasis polimer. Seluruh kegiatan litbang tersebut diharapkan adanya kolaborasi antar lembaga litbang, perguruan tinggi dan industri selaku pelaku litbang industri hilir di Indonesia.

Kolaborasi antar lembaga litbang, perguruan tinggi dan industri perlu dibangun saling percaya, sehingga pelaku lembaga litbang dan perguruan tinggi untuk menjaga komitmen pada kegiatan litbang yang dilakukan diakhir dalam bentuk dokumen paten sederhana dan paten yang dapat diaplikasikan pada dunia industri. Tabel 4 memperlihatkan beberapa paten sederhana dan paten yang dimiliki PTBIN-BATAN untuk dapat diterapkan di industri polimer terkait, bahkan beberapa paten diperoleh dari hasil pengembangan produk industri polimer bersangkutan.

Kegiatan hasil riset menjadi produk komersial melalui beberapa tahapan, meliputi tahap 1 (*prototipe scale up*), tahap 2 (uji produk, sertifikasi, analisis pasar), tahap 3 (*commercial business plan*) dan tahap 4 (produksi *maintenance*). Hasil riset yang dituangkan dalam bentuk paten sederhana dan paten merupakan rangkuman tahap 1 dan tahap 2, bila dilakukan analisis tekno ekonomi terhadap gabungan tahap 1 dan tahap 2 maka akan diperoleh tahap 3. Pada tahapan ini terjadi diskusi dan sinergi antara lembaga litbang dan perguruan

tinggi dengan dunia industri terkait, tahap selanjutnya (tahap 4) dilakukan oleh dunia industri. Gambar 1 memperlihatkan tahap-tahap kegiatan dari hasil riset menjadi produk komersial.

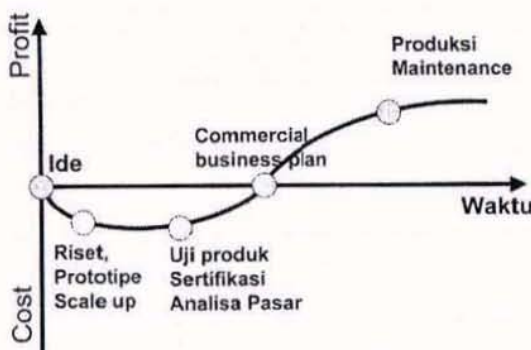
INDUSTRI HULU DAN HILIR POLIMER

Kegiatan litbang iptek bahan polimer hulu di Indonesia hampir tidak ada karena terbatasnya wewenang dari pusat dan arah kebijakan pendirian industri pada sektor perdagangan. Disamping itu beberapa permasalahan yang dihadapi seperti persaingan regional yang ketat, perubahan permintaan dan daya beli yang rendah, modal kerja dan SDM yang terbatas.

Dari hal tersebut diatas kegiatan litbang iptek bahan polimer hulu hanya dapat berbentuk pengembangan produknya akibat permintaan dari industri hilir terkait. Dari jenis polietilen, sampai sekarang ini polietilen jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* masih diimpor dari berbagai negara untuk memenuhi kebutuhan industri polimer dalam negeri, sedangkan untuk teknologi dan sarana infrastruktur manufaktur pembuatan *LDPE* sudah dapat dikuasai.

Untuk industri polimer industri hilir di Indonesia, salah satunya adalah industri kemasan. Fungsi kemasan sebagai wadah untuk melindungi isinya dari pengaruh luar dan menjaga agar sifat isi tidak hilang dan sebagai sarana promosi dan informasi. Berbagai bentuk kemasan, meliputi : botol dan wadah kaca lainnya, kaleng, karton, plastik keras, kemasan fleksibel dan kantong komposit. Berbagai industri dari jenis kemasan di Indonesia dapat dikategorikan dalam beberapa jenis, seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

Fungsi sebagai pengemas maka polimer harus memenuhi beberapa sifat, seperti : sorption (berkurangnya berat larutan yang bermigrasi ke plastik pada kesetimbangan tertentu (pH, suhu, struktur kimia dan jenis pelarut), desorption (migrasi komponen plastik



Gambar 1. Tahap-tahap kegiatan dari hasil riset menjadi produk komersial

Tabel 4. Beberapa Paten Sederhana dan Paten PTBIN-BATAN

No	Judul	Kerjasama	Keterangan
1.	Pembuatan Bahan Perisai Radiasi Sinar-X Dengan Metode Blending Menggunakan Matriks Elastomer Termoplastik (ETP)	PTBIN, PATIR, PRPN dan PT. Agrenesia	ID 0 000 420 S Paten Sederhana Grantend
2.	Bahan Perisai Radiasi Neutron Menggunakan Matriks Elastomer Termoplastik (ETP)	PTBIN, PATIR, PRPN dan PT. Agrenesia	ID 0 000 417 S Paten Sederhana Grantend
3.	Genteng Polimer	PTBIN, PATIR dan PT Tri Polyta Indonesia, Tbk	Paten Granted
4.	Pipa Plastik Transparan Berbasis Polimer Poliiolefin	PTBIN, STP dan PT. Tri Polyta Indonesia, Tbk	
5.	Kemasan Plastik Berbentuk Botol Berbasis Polimer Semikristalin	PTBIN DAN PT. TRI Polyta Indonesia, Tbk	
6.	Bahan Radiofarmaka Berbasis 188-Rhenium Dengan Polimer Biodegradabel	PTBIN, PRR	
7.	<i>Microsphere</i> Polimer <i>Biodegradable</i> Berisi Holmium Untuk Radiofarmaka	PTBIN, PRR	
8.	Nanokomposit Berbasis Polimer Termoplastik Yang Ramah Lingkungan	PTBIN, BBKK, P2K dan PT. Tri Polyta Indonesia, Tbk	

Tabel 5. Berbagai Jenis Industri Kemasan di Indonesia

No.	Jenis Industri Kemasan	Jumlah Industri/Perusahaan
1.	Film Plastik	48
2.	Kemasan Plastik Fleksible	85
3.	Kemasan Plastik Rigid	74
4.	Kemasan Plastik Transport	88

ke dalam isi (sistem pelarut, suhu, pH dan *shelf life*), modifikasi (perubahan sifat mekanis dan kestabilan plastik akibat interaksi antara polimer dengan isinya pada kurun waktu tertentu), foto degradasi (sensitivitas terhadap radiasi ultraviolet, mengingot karbonil dan cincin aromatik mengabsorpsi ultraviolet sehingga terjadi perubahan produk, biasanya digunakan anti UV atau UV absorber), *permeation* (sifat *permeation* terhadap *moisture*, gas dan cahaya. Akan berdampak pada degradasi, perubahan fisik biasanya warna dan konsentrasi, akibatnya memicu mikroorganisme).

Semua polimer, baik yang akan digunakan sebagai wadah plastik keras maupun film untuk kemasan (fleksibel), menggunakan teknologi ekstruksi. Berbagai teknologi yang juga dapat digunakan, seperti: *Extrusion cast & sheet*, *Blow film*, *Co extrusion*, *Injection molding*, *Extrusion blow molding*, *Injection blow molding* dan *Injection stretch blow molding*.

Fungsi kemasan lainnya sebagai sarana promosi dan informasi maka diperlukan proses cetak sehingga polimer harus memiliki sifat: mudah menyerap dan menerima tinta, permukaan cukup halus dan rata serta tahan terhadap perlakuan pada mesin cetak.

Beberapa polimer yang seringkali digunakan sebagai kemasan, adalah: OPP (*Oriented Polypropylene*) dengan jenis *bioriented*, *coextruded*, *expanded* dan *matte*. PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang diperoleh dari polimerisasi asam *terephthalate* dengan *ethylene glycol* dan ONy (*Oriented Nylon*) atau BO-Ny (*Bioriented Nylon*) atau Nylon. Dari ketiga jenis polimer tersebut, ONy lebih banyak digunakan karena kekuatan dan ketangguhan akan meningkat seiring dengan arah orientasi molekulnya, permeabilitas gas meningkat sebanding dengan rapat atau berat molekulnya. Disamping itu juga mempunyai sifat karakteristik sebagai berikut: Density = 15 g/cm³, Ketebalan = 15 mcr, Transparansi bagus, Sangat lembut dan *flexible* ketahanan yang baik terhadap tusukan dan gesekan, Stabil terhadap perubahan suhu. Baik sebagai penahan gas dan aroma, Ketahanan yang baik dan suhu rendah, Tahan terhadap terhadap abrasi dan benturan (*impact*), Bersifat menyerap uap air, Tahan terhadap minyak dan bahan kimia dan Penghalang yang baik terhadap aroma. Oleh sebab itu Ony seringkali digunakan untuk kemasan dengan kekuatan *impact* tinggi, *flex crack resistant*, *burst resistant* dan mereduksi *pinhole*.

Beberapa program dari depdiknas untuk berkiprah didalam penelitian dan pengembangan (litbang) telah diluncurkan dengan tujuan menjadikan dosen yang

handal menyusun proposal, melaksanakan penelitian kompetitif dan mampu menyebarluaskan hasil kekayaan intelektual kepada mahasiswa dan masyarakat. Adapun beberapa program tersebut mempunyai masing-masing tujuan dan dikategorikan sebagai program penelitian dan program pengabdian kepada masyarakat. Untuk program penelitian, meliputi Fundamental riset (memperkaya *body of kwonlegde*), Hibwah bersaing (inovasi dan invensi iptek), Hibah pekerti (menggalang kerjasama penelitian), RAFID (komersialisasi hasil penelitian dan pengabdian) dan *Hi-Link* (kerjasama Perguruan Tinggi, Industri dan pemda). Sedangkan untuk program pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk *Vucer multi* tahun (pembinaan dan kerjasama dengan UKM), Sibermas (menjalin kerjasama dengan pemda), Unit jasa industri (UJI) (melatih dosen dalam unit usaha) dan Budaya kewirausahaan (bekal sebagai wirausaha).

Dari kenyataan yang ada menunjukkan bahwa ilmu polimer di berbagai Perguruan Tinggi banyak ketinggalan dari perkembangan ilmu polimer sehingga perlu adanya perbaharuan kurikulum polimernya. Untuk jangka waktu pendek, hal diatas dapat dijemati dengan adanya *retooling*, berupa training bidang polimer bagi sarjana-sarjana baru yang telah lulus dari Perguruan Tinggi.

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut diatas maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Sebagai pelaku industri hilir di Indonesia, perlu ditingkatkan kerjasama, komitmen dan sinergi kegiatan antara lembaga litbang, perguruan tinggi dan industri terkait, sehingga diperoleh produk polimer yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Perguruan Tinggi perlu melakukan perbaharuan kurikulum, termasuk pembukaan fakultas/jurusan tingkat sarjana dalam iptek bahan, khususnya polimer. Sedangkan lembaga litbang melakukan koordinasi agar kegiatan litbang tertata dan tidak tumpang tindih satu dengan lainnya dalam melakukan kegiatan topik penelitian. Untuk dunia industri, bila melakukan riset dapat melibatkan lembaga litbang dan perguruan tinggi, mengingat sarana dan prasarana riset tersedia cukup lengkap pada perguruan tinggi dan lembaga litbang.
2. Pemerintah mendorong tercipta dan pengembangan industri hulu berbasis SDA Indonesia, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap impor dari negara lain.

DAFTAR ACUAN

- [1]. BUDI S. SADIMAN, Kesiapan Industri Hulu Menghadapi Tantangan Millenium III dan Parannya Dalam membina Industri Hilir, *Seminar Nasional*

*Prospek Teknologi Polimer Dalam Menghadapi
Millenium lil*, BPPT, Jakarta.

- [2]. Dirjen Industri Kimia, Argo dan Hasil Hutan-
DEPPERIN, Kebijakan Pemerintah Dalam rangka
meningkatkan Industri Polimer, *Seminar Nasional
Prospek Teknologi Polimer Dalam Menghadapi
Millenium lil*, BPPT, Jakarta.
- [3]. R. BUDI SAMPURNO, Aplikasi Polimer Dalam
Industri Kemasan, *Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan
2006, PTBIN-BATAN*, Serpong
- [4]. FEDERASI PENGEMASAN INDONESIA,
Indoensian Packaging Directory 2007-2008,
FPI, Jakarta