

PENGARUH PENAMBAHAN KARET BUTADIENA TERHADAP DERAJAT KRISTALINITAS DAN KEKERASAN POLIPADUAN POLIETILENA - POLIVINIL KLORIDA

Sudirman¹, Teguh Yulius SPP¹, Aloma Karo Karo¹, Sudaryanto¹ dan Singgih Prasetyo²

¹*Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) - BATAN*

Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314

²*Jurusan Fisika, FMIPA - ITS*

Jl. Keputih Sukolilo, Surabaya 60111

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN KARET BUTADIENA TERHADAP DERAJAT KRISTALINITAS DAN KEKERASAN BAHAN POLIPADUAN POLIETILENA - POLIVINIL KLORIDA. Studi terhadap derajat kristalinitas dan kekerasan bahan polipaduan polietilena-polivinil klorida (LDPE-PVC) sebagai akibat penambahan *butadiene rubber (BR)* telah dipelajari. Bahan polipaduan dibuat dengan mencampur LDPE dan PVC dengan variasi fraksi volume PVC 10, 30, 50 dan 70%. Polipaduan LDPE- PVC dengan fraksi volume PVC 30 dan 50% masing-masing ditambah BR dengan ragam fraksi volume BR 5, 10, 15 dan 20%. Hasil studi menunjukkan penurunan derajat kristalinitas dengan meningkatnya kandungan PVC di dalam bahan polipaduan. Pada penambahan BR sebesar 5% fraksi volume, derajat kristalinitas bahan polipaduan mencapai nilai maksimum untuk kemudian turun pada penambahan BR sebesar 15% fraksi volume. Studi terhadap kekerasan menunjukkan peningkatan kekerasan bahan polipaduan dengan semakin bertambahnya prosentase fraksi volume PVC di dalam bahan polipaduan. Akan tetapi, penambahan BR justru berakibat pada menurunnya kekerasan bahan polipaduan LDPE-PVC. Secara keseluruhan, bahan polipaduan dengan fraksi volume PVC 30% mempunyai derajat kristalinitas yang lebih tinggi dan kekerasan yang lebih rendah dibandingkan bahan polipaduan dengan fraksi volume PVC 50%.

Kata kunci : Polipaduan Low Density Poly Ethylene - Polyvinyl Chlorida (LDPE-PVC), Karet butadiena, Derajat kristalinitas, Kekerasan

ABSTRACT

THE EFFECT OF BUTADIENE RUBBER ADDITION TO DEGREE OF CRYSTALINITY AND HARDNESS OF POLYETHYLENE-POLYVINYL CHLORIDE (LDPE-PVC) POLYBLEND. Study on degree of crystallinity and hardness of polyethylene-polyvinyl chloride (LDPE-PVC) polyblend as the effect of butadiene rubber (BR) addition have been done. The polyblend was synthesized by mixing LDPE and PVC, volume fraction of PVC was varied to 10, 30, 50 and 70%. The LDPE-PVC polyblend containing 30 and 50% of PVC were added with BR in varying volume fraction of 5, 10, 15 and 20%. The results of the study showed the decreased degree of crystallinity as the amount of PVC increased. In addition of 5% volume fraction of BR, the degree of crystallinity reached the maximum value and then decreased when the volume fraction of BR was 15%. Study on the hardness showed the increasing of hardness as the amount of PVC increased. However, the addition of BR resulted in the decreased hardness of LDPE-PVC polyblend. In general, the polyblend containing 30% volume fraction of PVC showed higher degree of crystallinity and lower hardness compare to polyblend with 50% volume fraction of PVC.

Key words : Low Density Poly Ethylene - Polyvinyl Chlorida (LDPE-PVC) polyblend, Butadiene Rubber (BR), Degree of crystallinity, Hardness

PENDAHULUAN

Permintaan produk berbahan dasar polimer terus meningkat seiring dengan semakin beragamnya pemanfaatan bahan tersebut. Untuk mendapatkan polimer yang lebih baik dapat juga dilakukan pencampuran antara dua atau lebih

bahan polimer sehingga terbentuk polipaduan (*polyblend*). Kualitas hasil campuran sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas, bentuk sistem fasa, dan ukuran serta cara pencampurannya [1]. Tujuan pembuatan polipaduan agar diperoleh

bahan yang lebih unggul dibandingkan bahan polimer penyusunnya, seperti polipaduan antara polipropilena oksida (PPO) dengan polistirena (PS) diperoleh bahan polipaduan yang mempunyai sifat ketahanan panas yang tinggi dan tangguh [2]. Polipaduan antara poliuretan dengan akrilonitril butadiene stirena (ABS) akan didapatkan bahan yang mempunyai ketahanan abrasi dan tahan tumbukan, begitu juga antara tereftalat polibutilena (PBT) dengan ABS akan didapatkan bahan polipaduan yang tahan sifat kimia dan tahan tumbukan [3].

Polipaduan yang terbentuk setelah melalui proses pencampuran berupa *miscible blend* dan *immiscible blend*. *Miscible blend* menggambarkan hasil proses *blending* antara dua atau lebih polimer, yang satu dengan polimer lainnya bercampur dengan baik. Sebaliknya pada *immiscible blend*, antara dua atau lebih polimer tidak dapat bercampur secara baik. Polipaduan antara polikarbonat (PC) dengan akrilonitril butadiena stirena (ABS), antara poliamida (PA) dengan ABS, antara polistirena dengan polibutadiena dan antara polietilena tereftalat (PET) dengan polivinil alkohol (PVA) yang dikenal dengan nama komersial *high impact polystyrene*. Keempat jenis polipaduan tersebut termasuk *immiscible blend*, sedangkan antara polivinilklorida (PVC) dengan ABS termasuk *miscible blend*. [4,5].

Polietilena (PE) telah dikenal luas dan banyak dimanfaatkan. Bahan ini memiliki kekuatan mekanik yang baik dan titik lunak yang tinggi. Polietilena dibuat dengan jalan polimerisasi gas etilen yang diperoleh dari proses pemecahan minyak (naftah), gas alam atau asetilena. Dengan perbedaan tekanan pada proses pembuatan, maka akan diperoleh PE dengan masa jenis yang berbeda. Salah satunya adalah PE dengan masa jenis rendah (*Low Density Poly Ethylene-LDPE*) sebesar 0,910 – 0,926 g/mL. Sedangkan polivinil klorida (PVC) memiliki sifat yang baik dalam ketahanan air, ketahanan asam dan ketahanan alkali akan tetapi mempunyai kekuatan impak yang tidak begitu tinggi [6]. *Butadiene Rubber* (BR) dibuat secara polimerisasi butadiena dan sodium metalik. Ketahanan BR terhadap suhu

rendah sangat terbatas, makrostruktur dari molekul-molekulnya bercabang, distribusi berat molekulnya sangat baik dan tidak mengandung gel.

Polipaduan LDPE dan PVC merupakan jenis polipaduan *immiscible*, dikarenakan adanya perbedaan densitas yang terlalu besar diantara kedua jenis polimer tersebut. Sementara itu polipaduan antara LDPE dengan *Butadiene Rubber* (BR) merupakan *miscible blend* [7]. Penambahan bahan lain sebagai *compatibiliser* diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik bahan polipaduan tersebut. Pada umumnya, pembahasan lebih ditekankan pada campuran fase karet dan plastik, yang sering dihubungkan dengan pengaruh yang terjadi dari sifat-sifat komponen tersebut terhadap campuran yang diperoleh, khususnya sifat mekaniknya.

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan BR terhadap sifat mekanik bahan polipaduan LDPE dan PVC, khususnya pada derajat kristalinitas dan kekerasan.

METODE PERCOBAAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah LDPE produksi *Samsung General Chemical Co. Ltd. Korea*, PVC produksi PT. *Polychem Lindo Inc. Indonesia* dan BR produksi *Samsung General Chemical Co. Ltd. Korea*. Pembuatan bahan polipaduan antara LDPE dengan PVC dilakukan dengan metode *blending* [6].

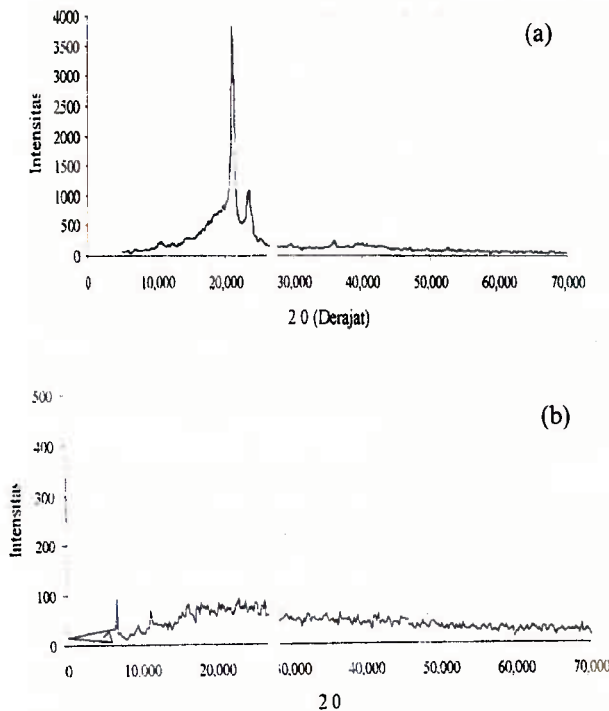
Penentuan derajat kristalinitas dilakukan dengan menggunakan Difraktometer Sinar-X model XD – 610 *Shimadzu*, Jepang. Film polipaduan dipotong dengan ukuran sekitar 2x3 cm². *Scan mode* dipilih kontinyu pada 2θ antara 5° sampai 60°, input 60 kV 2kW, *preset time* 1 detik dan kecepatan *scan* 4°/menit. Dilakukan di Laboratorium XRD, Puslitbang Iptek Bahan (P3IB)-BATAN. Penentuan derajat kristalinitas dilakukan dengan cara menimbang kertas hasil pengukuran XRD dari sampel.

Uji kekerasan dilakukan menggunakan alat *Shore A* di Laboratorium Proses Industri, Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR)-BATAN.

HASIL DAN PEMBAHASAN

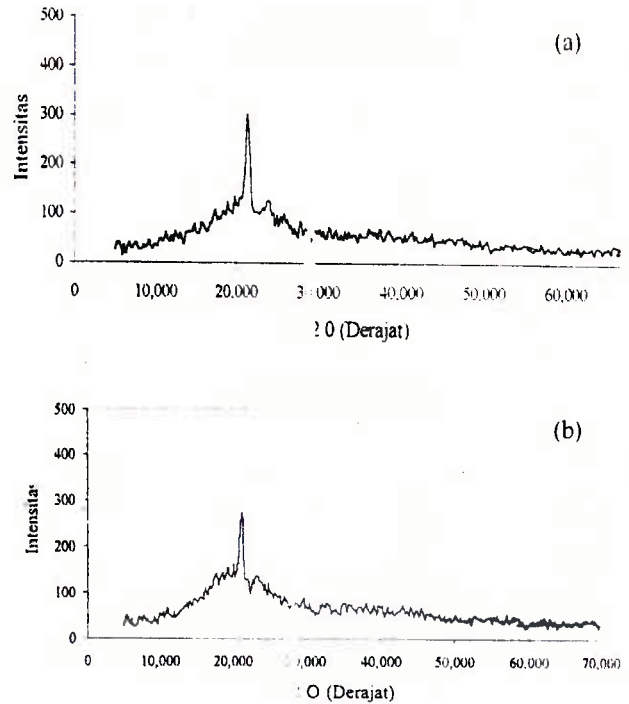
Derajat Kristalinitas

Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran XRD dari polimer PVC dan LDPE, dimana polimer LDPE memiliki struktur molekul berbentuk semikristalin, yang ditunjukkan dengan puncak pada 2θ sebesar 22 dan 23 (Gambar 1a). Sedangkan struktur molekul dari polimer PVC berbentuk amorf (Gambar 1b).



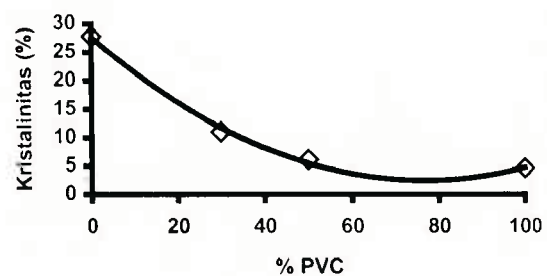
Gambar 1. Difraktogram XRD dari polimer LDPE (a) dan PVC (b)

Gambar 2 adalah difraktogram XRD dari polipaduan antara LDPE dengan penambahan PVC. Penambahan PVC yang semakin besar didalam polipaduan mengakibatkan pengaruh penurunan persentase kristalinitas dari polipaduan. Hal ini dikarenakan polimer PVC dengan struktur molekul amorf akan mengurangi derajat kristalinitas polipaduan yang berasal dari polimer LDPE. Tetapi polipaduan yang terbentuk bersifat *immisible*, dikarenakan antara LDPE dan PVC memiliki sifat tidak mampu bercampur akibat adanya perbedaan densitas yang terlalu besar, mengingat LDPE bersifat non polar sedangkan PVC bersifat polar.



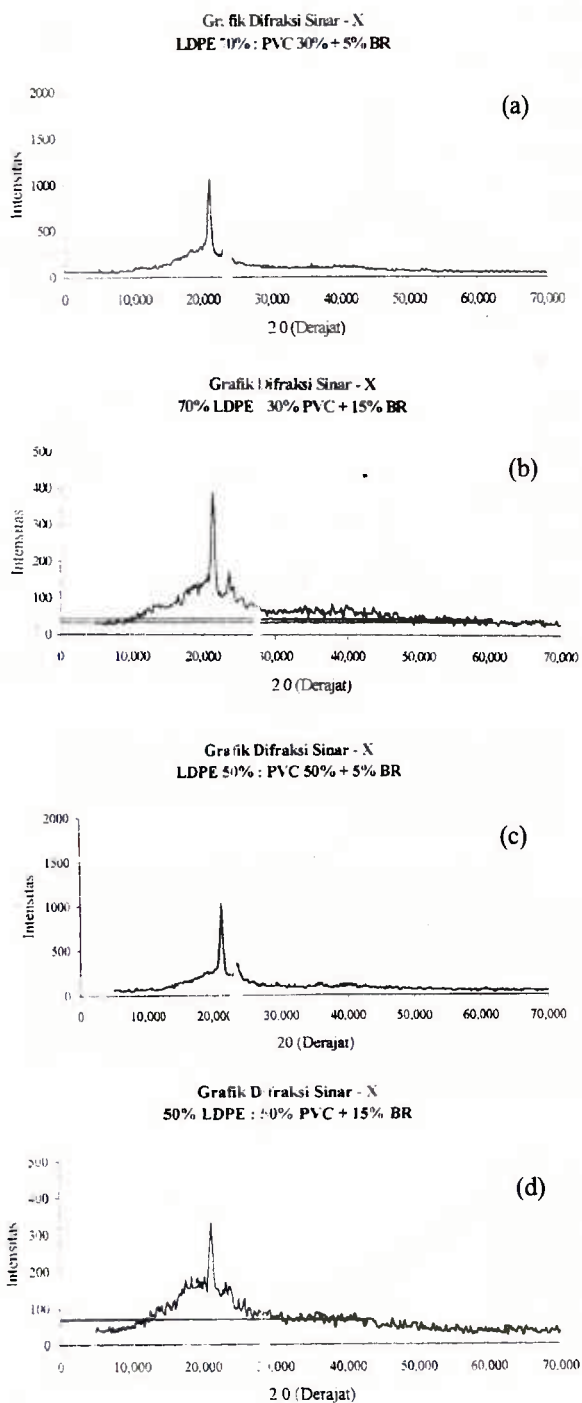
Gambar 2. Difraktogram XRD polipaduan LDPE dengan kandungan 30 %berat PVC (a) dan 50%berat PVC (b)

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara kandungan PVC didalam polipaduan terhadap derajat kristalinitasnya. Peningkatan kandungan PVC didalam polipaduan mengakibatkan penurunan derajat kristalinitasnya, mengingat PVC memiliki struktur molekul amorf.



Gambar 3. Hubungan Kadar PVC (%) didalam polipaduan terhadap Derajat Kristalinitas

Penambahan BR dilakukan pada bahan polipaduan dengan kandungan (fraksi berat) PVC sebesar 30% dan 50%. Gambar 4 memperlihatkan hasil pengukuran XRD terhadap polipaduan antara LDPE dengan kandungan PVC sebesar 30% dan 50% yang ditambahkan BR sebesar 5 %berat dan 15 %berat.



Gambar 3. Difraktogram XRD polipaduan antara LDPE dengan kandungan PVC 30 %berat dengan penambahan BR 5 %berat (a) dan BR 15 %berat (b) serta kandungan PVC 50 %berat dengan penambahan BR 5 %berat (c) dan BR 15 %berat (d).

Dari Gambar 4 tersebut diatas menunjukkan bahwa pengaruh penambahan BR pada polipaduan dengan kandungan PVC yang sama sebesar 30 %berat pada komposisi

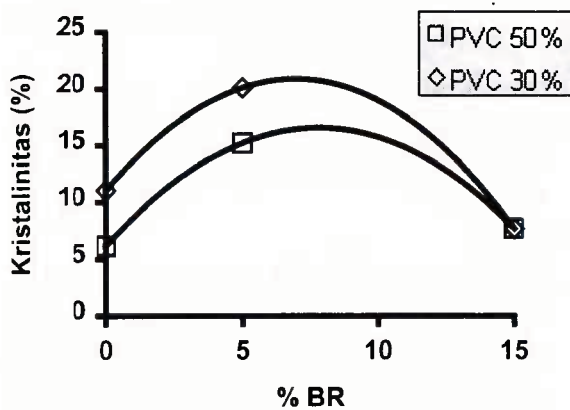
5 %berat BR (lihat Gambar 4a) dan komposisi 15 %berat BR (lihat Gambar 4d). Dari kedua gambar memperlihatkan derajat kristalinitas polipaduan mengalami penurunan sesuai dengan kandungan BR yang semakin besar. Hal ini disebabkan BR merupakan bahan yang bersifat elastis (sejenis karet) dengan struktur molekul berbentuk amorf. Hal yang sama seperti tersebut diatas berlaku untuk polipaduan dengan kandungan PVC sebesar 50 %berat.

Untuk polipaduan dengan kandungan PVC yang sama tetapi komposisi %berat BR yang semakin besar dari 5 %berat (Gambar 4a) dan 15% berat BR (Gambar 4b) memperlihatkan bahwa derajat kristalinitas polipaduan ada perubahan yang cukup berarti, dikarenakan kandungan BR semakin besar maka bagian amorf dari polipaduan juga semakin besar sehingga derajat kristalinitasnya menjadi semakin kecil. Hal yang sama juga berlaku untuk kandungan PVC yang sama (50 %berat PVC) dengan komposisi BR sebesar 5% (Gambar 4c) dan BR sebesar 15% (Gambar 4d).

Untuk komposisi %berat BR yang sama sebesar 5 %berat pada polipaduan dengan kandungan %berat PVC akan menunjukkan derajat kristalinitas yang semakin kecil, dikarenakan dengan semakin banyak kandungan %berat PVC maka bagian amorf akan semakin besar sehingga derajat kristalinitas juga akan semakin kecil (lihat Gambar 4a dan 4c). Oleh sebab itu polipaduan dengan kapenambahan BR sebesar 5 %berat, derajat kristalinitas polipaduan mencapai nilai maksimum untuk kemudian turun pada penambahan BR sebesar 15 %berat, seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

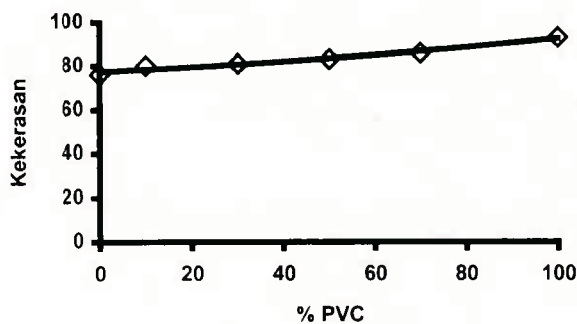
Uji Kekerasan

Gambar 6 menunjukkan peningkatan kekerasan bahan polipaduan yang sebanding dengan peningkatan komposisi PVC sekaligus memperlihatkan kekerasan PVC yang lebih tinggi dibandingkan LDPE. Penambahan PVC sebagai bahan pengisi di dalam matriks LDPE akan meningkatkan kekerasan bahan polipaduan. PVC mempunyai susunan rantai yang lebih bercabang dan kerapatannya juga lebih tinggi dibandingkan



Gambar 5. Hubungan Kandungan BR (%) Terhadap Derajat Kristalinitas

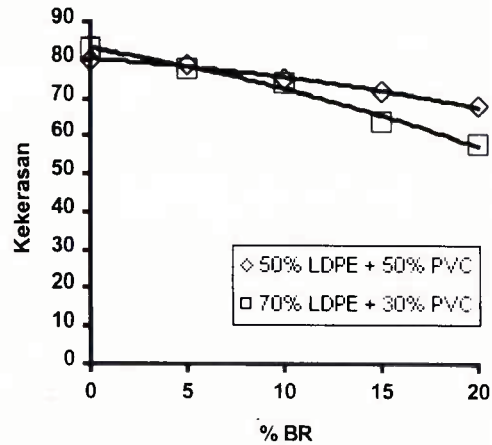
LDPE sehingga sifat lenturnya lebih rendah. Selain itu polimer bercabang bersifat lebih keras karena berat molekulnya lebih besar dibandingkan polimer lurus [8]. LDPE mempunyai struktur rantai yang lurus, sehingga sifatnya lentur tapi kekerasannya rendah.



Gambar 6. Hubungan Kandungan BR (%) terhadap Derajat Kristalinitas

Penambahan BR dilakukan pada bahan polipaduan dengan fraksi volume PVC 30% dan 50%. Grafik 4 menunjukkan penambahan BR berakibat pada menurunnya kekerasan bahan polipaduan LDPE-PVC. Penambahan BR yang termasuk jenis bahan karet ini menyebabkan bahan polipaduan menjadi lebih elastis dan kekerasannya menurun. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa kekerasan bahan polipaduan dengan prosentasi fraksi volume PVC 30% lebih rendah dibandingkan dengan fraksi volume PVC 50%, seperti diperlihatkan pada Gambar 7. Hal ini dikarenakan PVC mempunyai susunan rantai

yang lebih bercabang, kerapatannya lebih tinggi dan berat molekulnya lebih besar dibandingkan LDPE sehingga polimer ini bersifat lebih keras [8]. Peningkatan jumlah PVC berarti pula peningkatan dominasi sifat bahan tersebut pada sifat polipaduan secara keseluruhan.



Gambar 7. Hubungan Kandungan BR (%) terhadap Kekerasan

KESIMPULAN

Pengaruh penambahan *Butadiene Rubber* (BR) terhadap derajat kristalinitas dan kekerasan polipaduan *Low Density Poly Ethylene - Polyvinyl Chlorida* (LDPE-PVC) dapat disimpulkan :

1. Kandungan PVC yang meningkat dalam polipaduan menyebabkan penurunan derajat kristalinitas. Pengaruh penambahan BR ke dalam polipaduan terlihat dimana pada penambahan BR sebesar 5% berat, derajat kristalinitas bahan polipaduan mencapai nilai maksimum untuk kemudian turun pada penambahan BR sebesar 15% berat.
2. Peningkatan jumlah PVC menyebabkan meningkatnya kekerasan bahan polipaduan. Akan tetapi penambahan BR justru berakibat pada menurunnya kekerasan bahan polipaduan LDPE-PVC.
3. Polipaduan dengan fraksi volume PVC 30% mempunyai derajat kristalinitas yang lebih tinggi dan kekerasan yang lebih rendah dibandingkan bahan polipaduan dengan fraksi volume PVC 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. DOO WHAN JIN, KYUNG HO SHON, BYUNG KYU KIM, HAN MO JEONG, Compatibility Enhancement of ABS/PVC Blends, *Journal of Applied Polymer Science*, **70** (1988) 705-709
- [2]. TING, E. P., PEARCE E. M. and KWEI, T. K., *J. Polym. Sci. Polym. Lett. Ed.*, **18** (201) (1980)
- [3]. PEARCE, M. KWEI, T. K. and MIN, B. Y., *J. Macromol. Sci. Chem.*, **18** (1984) 2001
- [4]. COLEMAN, M. M., GRAF, J. F., And PAINTER, P., Specific Interactions and The Miscibility of Polymer Blends, *Technomic*, **20** (1991)
- [5]. JOSEPH C. SALAMONE, *Polymeric Materials Encyclopedia*, **1**, CRC Press, New York, (1996)
- [6]. BILLMEYER, FRIED, W., *Textbook of Polymer Science*, John Willey & Sons, New York, (1984)
- [7]. KAHAR N., Polimer Sebagai Salah Satu Material Dasar Dalam Perkembangan Teknologi, Lembaga Fisika Nasional, *Jurnal Fisika Telaah*, **1** (1) Jakarta (1977)
- [8]. NARKANTI, EKO SANTOSO, HENDRO JUWONO, *Kimia Polimer*, Jurusan Kimia, FMIPA ITS, Surabaya, (1996)

TANYAJAWAB

Basuki R. Suratno, Sentra Polimer BPPT Serpong
Pertanyaan

1. Dalam blending dan proses selanjutnya, bagaimana kecepatan pendinginan didalam proses pembuatannya.

Jawaban

1. Digunakan laboplastomill untuk proses blending dengan kecepatan 30 rpm kemudian dicetak dengan hotpress dan coldpress pada kondisi yang sama satu dengan lainnya.

Bondan T. Sofyan, Teknik Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Pertanyaan

1. Bagaimana keakuratan data penentuan derajat kristalinitas dengan cara ditimbang.

Jawaban

1. Beberapa penentuan derajat kristalinitas dari difraktogram XRD dapat dilakukan dengan software, planmeter dan sebagainya. Cara yang paling sederhana untuk keperluan tersebut digunakan dengan menimbang luas puncak dari difraktogram XRD.