

**LAPORAN PENELITIAN
PENELITIAN DASAR (LITSAR) UNPAD**

**Pengaruh Orientasi dari Rantai Polimer Terkonjugasi pada
Morfologi Permukaan dan Koefisien Waveguide Loss Pandu
Gelombang Planar**

Oleh:

Ketua : Sahrul Hidayat, M.Si.
Anggota I : Dr. Ayi Bahtiar, M.Si.
Anggota II : Otong Nurhilal, M.Si.

Dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Padjadjaran
Tahun Anggaran 2007
Berdasarkan SPK No. : /J06.14/LP/PL/2007
Tanggal 2 April 2007

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN**



**Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran
Bulan Nopember Tahun 2007**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN DASAR (LITSAR) UNPAD
SUMBER DANA DIPA UNPAD
TAHUN ANGGARAN 2007**

-
1. a. Judul Penelitian : Pengaruh Orientasi dari Rantai Polimer Terkonjugasi pada Morfologi Permukaan dan Koefisien Waveguide Loss Pandu Gelombang Planar
b. Macam penelitian : (x) Dasar () Terapan () Pengembangan
c. Kategori Penelitian : I
-
2. Ketua Peneliti :
a. Nama lengkap dan Gelar : Sahrul Hidayat, M.Si.
b. Jenis kelamin : Pria
c. Pangkat/Gol/NIP : Penata/IIIc/132 207 280
d. Jabatan fungsional : Lektor
e. Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
f. Bidang ilmu yang diteliti : Material
-
3. Jumlah Tim Peneliti : 3 orang
-
4. Lokasi Penelitian : Lab. Fisika Material, Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Jatinangor Sumedang
-
5. Bila penelitian ini merupakan peningkatan kerja sama kelembagaan sebutkan:
(a). Nama Instansi : -
(b). Alamat : -
-
6. Jangka waktu penelitian : 8 bulan
-
7. Biaya penelitian : Rp. 5.000.000,- (Lima juta rupiah)
-

Jatinangor, 12 November 2007

Mengetahui :
Dekan Fakultas MIPA

Ketua Peneliti

Prof. Dr. Husein H. Bahti
NIP: 130 367 261

Sahrul Hidayat, M.Si.
NIP: 132 207 280

Menyetujui :
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Padjadjaran

Prof. Oekan S. Abdoellah, MA., Ph.D
NIP: 130 937 900

Pengaruh Orientasi dari Rantai Polimer Terkonjugasi pada Morfologi Permukaan dan Koefisien Waveguide Loss Pandu Gelombang Planar *

Sahrul Hidayat, Ayi Bahtiar, Otong Nurhilal

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Abstrak

Piranti-piranti fotonik dengan menggunakan bahan polimer terkonjugasi umumnya berbentuk pandu gelombang planar. Dalam piranti-piranti fotonik cahaya merambat dalam pandu gelombang, sehingga pelemahan cahaya merupakan faktor penting dalam disain pandu gelombang planar yang baik. Pelemahan cahaya dalam pandu gelombang planar ditunjukkan oleh waveguide propagation loss coefficient (α_{gw}), yang nilainya harus lebih kecil dari 1 dB/cm untuk aplikasi pandu gelombang planar yang baik. Dalam penelitian ini, telah diukur nilai α_{gw} dari pandu gelombang planar yang dibuat dari material polimer terkonjugasi MEH-PPV dengan menggunakan teknik prisma kopler. Film tipis dibuat dengan teknik spin coating dari larutan dengan pelarut yang berbeda yaitu toluen, kloroform dan tetrahidrofuran (THF) dengan konsentrasi larutan masing-masing 0,3 % berat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai α_{gw} bergantung pada jenis pelarut. Nilai α_{gw} untuk pandu gelombang yang dibuat dari larutan toluen dan kloroform lebih kecil dari 1 dB/cm, sehingga cocok untuk aplikasi pandu gelombang planar. Sedangkan nilai α_{gw} dari pandu gelombang yang dibuat dari pelarut THF lebih besar dari 20 dB/cm, sehingga tidak cocok untuk aplikasi piranti fotonik yang berbasis pandu gelombang planar. Hasil pengukuran SEM menunjukkan bahwa nilai α_{gw} berkaitan erat dengan orientasi rantai polimer dan morfologi permukaan film tipis MEH-PPV.

Abstract

Photonic devices of conjugated polymers are commonly in the form of planar waveguide. In photonic devices, light will propagate within planar waveguide; therefore, attenuation of light is a crucial factor for designing a good planar waveguide. The attenuation of light propagation within planar waveguide is shown by waveguide propagation loss coefficient (α_{gw}), where its value must be less than 1 dB/cm for good planar waveguide applications. In this research, the value of α_{gw} of planar waveguide of conjugated polymer MEH-PPV is measured by use of prism coupler technique. Thin films were fabricated by using spin-coating technique from solution of three different solvents, i.e. toluene, chloroform and tetrahydrofuran (THF) with concentration of 0.3 % by weight. The measurement results show that the value of α_{gw} depends on the type of solvent. The values of α_{gw} from toluene and chloroform solvents are less than 1 dB/cm, therefore, they are suitable for planar waveguide applications. On the other hand, the α_{gw} of planar waveguide prepared from THF solution is larger than 20 dB/cm, therefore, it is not suitable for planar waveguide based photonic devices. The results of SEM show that the α_{gw} is strongly related with the orientation of polymer chains and surface morphology of thin films of MEH-PPV.

* Dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Padjadjaran, Tahun Anggaran 2007

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, kami panjatkan ke khadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kami sehingga kami bisa menyelesaikan penelitian dan laporan ini. Laporan penelitian ini dibuat sebagai pertanggungjawaban pelaksanaan penelitian kami yang berjudul “*Pengaruh Orientasi dari Rantai Polimer Terkonjugasi pada Morfologi Permukaan dan Koefisien Waveguide Loss Pandu Gelombang Planar*”, yang didanai oleh Dana DIPA Universitas Padjadjaran Tahun Anggaran 2007, Berdasarkan SPK No. : /J06.14/LP/PL/2007 tanggal 2 April 2007. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika Universitas Padjadjaran Bandung.

Kami berharap bahwa penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada civitas academica Universitas Padjadjaran, khususnya kepada para peneliti bidang piranti optoelektronik yang berbasis film tipis dari bahan polimer terkonjugasi. Kritik dan saran sangat kami kharapkan untuk penelitian yang lebih baik, dan lebih berkembang lagi. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran pelaksanaan penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besannya.

Wasalam,

Para peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	2
DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI	2
I. PENDAHULUAN	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	6
IV. METODA PENELITIAN	6
V. HASIL PEMBAHASAN	8
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	11
VII. DAFTAR PUSTAKA	11
VIII. LAMPIRAN	13

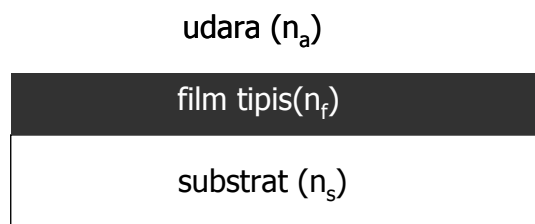
DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pandu gelombang planar yang terdiri dari udara, film tipis dan substrat	3
Gambar 2. Struktur kimia dari poly[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene] (MEH-PPV)	4
Gambar 3. Set-up eksperimen untuk pengukuran <i>waveguide loss coefficient</i> dari pandu gelombang planar. Keterangan: A: polarisator; L1, L2: lensa, P: prisma, S: pelindung (kertas hitam) dan PC: komputer	7
Gambar 4. Spektra UV-Vis (a) larutan polimer dan (b) film tipis MEH-PPV dalam pelarut kloroform (■), toluen (○) dan THF (*)	8
Gambar 5. Grafik intensitas cahaya terhambur dari pandu gelombang planar MEH-PPV $I(x)$ sebagai fungsi dari jarak perambatan cahaya (x). Gradien menunjukkan nilai koefisien <i>waveguide loss</i>	9
Gambar 6. Foto SEM permukaan film tipis MEH-PPV yang di spin-casting dengan larutan dengan konsentrasi 0.3 % dalam pelarut (a). kloroform, (b). toluen dan (c). THF	10

I. PENDAHULUAN

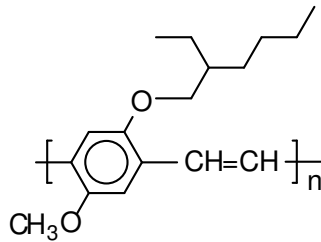
Pandu gelombang planar merupakan struktur dasar dari *integrated optics* (IO), yang berfungsi sebagai *optoboard* tempat dibangunnya komponen-komponen optik yang lain, seperti *switches*, *optical modulator*, *coupler*, *sumber cahaya LED*, *Laser* dan lain-lain. Pandu gelombang planar terdiri dari film tipis (indeks bias n_f) yang terletak di antara substrat (n_s) dan udara (n_a), seperti yang ditunjukkan dalam gambar 1. Agar gelombang dapat merambat di dalam pandu gelombang tersebut, maka selain persyaratan $n_f > n_s > n_a$ juga terdapat persyaratan ketebalan minimum.



Gambar 1. Pandu gelombang planar yang terdiri dari udara, film tipis dan substrat

Persyaratan lain adalah film tipis untuk aplikasi pandu gelombang planar dari bahan polimer terkonjugasi harus transparan, memiliki indeks bias dan ketebalan yang homogen, dan memiliki koefisien *waveguide loss* yang kecil (< 1 dB/cm), sehingga tidak terjadi pelemahan sinyal optik yang disalurkan dalam pandu gelombang. Pengukuran koefisien *waveguide loss* ini sangat penting untuk dilakukan, karena merupakan suatu parameter yang menunjukkan apakah suatu bahan cocok atau tidak sebagai material pandu gelombang planar.

Film tipis dari bahan polimer terkonjugasi, terutama MEH-PPV poly[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene] telah menarik minat peneliti, khususnya dalam bidang fotonik, karena potensinya untuk *integrated optics* [Lalama et al, 1985, Holland et al, 1992], laser [McGehee et al, 2000], Light Emitting Diode (LED) [Friend et al, 1999], sel fotovoltaik [Brabec et al, 2001] dan divais optik nonlinier [Stegeman et al, 1985, Bader et al, 2002]. Struktur polimer MEH-PPV ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia dari poly[2-methoxy-5-(2'-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene] (MEH-PPV)

Dalam penelitian ini, pandu gelombang planar dibuat dari material polimer terkonjugasi MEH-PPV komersial dengan ketebalan antara 600 – 1500 nm. Pembuatan film tipis dilakukan dengan menggunakan metoda *spin coating*. Variasi ketebalan dilakukan dengan merubah parameter-parameter *spin coating*, yaitu kecepatan putaran dan konsentrasi larutan polimer. Pandu gelombang planar atau film tipis MEH-PPV dibuat dari tiga jenis pelarut yang berbeda, yaitu toluen, kloroform dan tetrahidrofur (THF) dengan konsentrasi masing-masing larutan 0,3 % berat. Pengukuran koefisien *waveguide loss* α_{gw} dari film tipis dilakukan dengan menggunakan teknik prisma kopler [Ulrich and Torge, 1973]. Metoda ini sangat cocok digunakan karena metoda ini tidak merusak kualitas film dan merupakan metoda efisien untuk mengkopling cahaya ke dalam pandu gelombang planar [Ulrich and Torge, 1973].

Beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam studi ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana membuat pandu gelombang planar dari polimer MEH-PPV agar diperoleh ketebalan yang diinginkan dengan ketidakrataan permukaan film yang minimum.
 - Bagaimana membuat instrumen pengukuran koefisien *waveguide loss* dengan teknik prisma kopling.
 - Bagaimana pengaruh jenis pelarut terhadap orientasi rantai polimer dalam film tipis dan morfologi permukaan film tipis MEH-PPV.
 - Bagaimana efek dari orientasi rantai polimer pada koefisien *waveguide loss*
 - Bagaimana korelasi antara rantai polimer, morfologi permukaan film tipis dengan koefisien *waveguide loss*.
-

II. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu aspek penting pada perambatan cahaya dalam pandu gelombang planar adalah pelemahan (atenuasi) intensitas cahaya sepanjang arah perambatan. Ada tiga mekanisme utama yang mengakibatkan adanya kerugian atau pelemahan (*loss*) cahaya dalam pandu gelombang. Mekanisme pertama adalah absorpsi cahaya oleh molekul-molekul didalam film. Ini terjadi pada daerah ultraviolet (UV) yang diakibatkan oleh absorpsi elektronik dan di daerah inframerah diakibatkan oleh vibrasi-vibrasi molekul, seperti C-H, O-H dan C=O. Mekanisme kedua adalah hamburan yang diakibatkan oleh ketidaksempurnaan film, variasi kerapatan, impuritas, cacat di dalam pandu gelombang. Mekanisme ketiga adalah hamburan permukaan yang diakibatkan oleh ketidakrataan permukaan film. Mekanisme pertama dan kedua sangat bergantung pada jenis material, dan teknik pembuatan material. Sedangkan mekanisme ketiga bergantung pada teknik pembuatan film tipis atau pandu gelombang planar. Kerugian-kerugian akibat hamburan permukaan dinyatakan sebagai koefisien waveguide loss yang didefinisikan sebagai [Tien, 1971]:

$$\alpha_s = \frac{A^2}{2} \left(\frac{\cos^3 \theta_m}{\sin \theta_m} \right) \left(\frac{1}{d + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}} \right) \quad (1)$$

$$A = \frac{4\pi}{\lambda} (\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

dengan λ adalah panjang gelombang cahaya, d adalah ketebalan pandu gelombang (film tipis), θ_m adalah sudut datang cahaya, p dan q adalah konstanta-konstanta yang berkaitan dengan perbedaan indeks bias udara (n_a), indeks bias film tipis (n_f) dan indeks bias substrat (n_s). Besaran σ_{23} dan σ_{12} adalah variasi ketidakrataan permukaan film tipis pada batas film-udara dan film-substrat.

Dari persamaan (1) dan (2) tampak bahwa untuk meminimalisasi koefisien *waveguide loss*, maka ketidakrataan permukaan film harus dibuat sekecil mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan mengoptimalkan parameter-parameter fabrikasi film tipis.

Secara kuantitatif, koefisien *waveguide loss* α_{gw} dapat diukur dengan menggunakan teknik prisma kopler dan dihitung berdasarkan persamaan :

$$\alpha_{gw} [\text{dB/cm}] = \frac{10}{x} \log(I(x)) \quad (3)$$

dimana x adalah posisi atau panjang pandu gelombang planar dan $I(x)$ adalah intensitas cahaya sepanjang arah perambatan- x .

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh rantai polimer dan morfologi permukaan pandu gelombang planar/film tipis polimer terkonjugasi MEH-PPV pada koefisien *waveguide loss* α_{gw} . Hasil analisa data pengukuran akan memberikan manfaat dan acuan untuk disain piranti-piranti fotonik yang berbasis pandu gelombang planar , khususnya dari material polimer terkonjugasi MEH-PPV. Disamping itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu metode baru untuk memfabrikasi pandu gelombang planar dari bahan polimer dengan *waveguide loss coefficient* yang minimal.

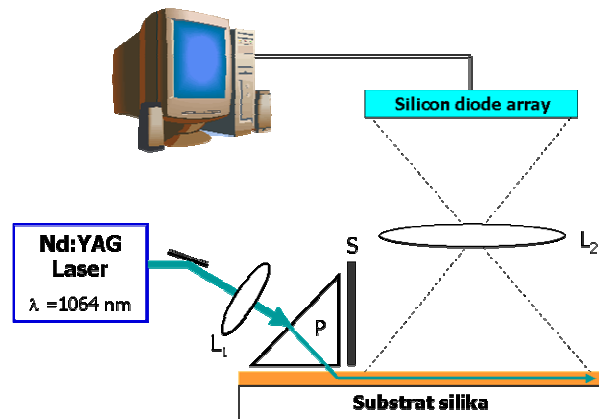
IV. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian ini adalah metode eksperimen. Tahapan-tahapan eksperimen yang dilakukan adalah membuat film tipis atau pandu gelombang planar MEH-PPV dengan ketebalan antara 600 – 1500 nm, mengukur koefisien *waveguide loss* dari film tipis dan mengukur spektrum UV-Vis dan mengukur morfologi permukaan film tipis dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Film tipis dibuat dari larutan polimer MEH-PPV yang dilarutkan dengan tiga jenis pelarut yang berbeda, yaitu toluen, kloroform dan THF. Bahan polimer MEH-PPV diberi dari Aldrich dengan berat molekul $M_n \sim 200.000$ g/mol. Konsentrasi larutan yang digunakan adalah 0,3 % berat, sehingga mampu dibuat film tipis dengan rentang ketebalan diatas. Larutan kemudian diaduk dengan pemutar bahan magnetik (*magnetic stirrer*) agar memperoleh larutan yang homogen. Film tipis MEH-PPV dibuat diatas substrat silika dengan menggunakan teknik *spin-coating* dengan memvariasikan kecepatan putaran dari 500 rpm hingga 3000 rpm. Ketebalan film dapat dikontrol dengan memvariasikan kecepatan putaran. Selanjutnya film tipis diletakkan dalam oven vakuum pada temperatur 50°C selama 6 jam untuk membuang pelarut yang tersisa.

Film-film tipis kemudian diukur dengan spektroskopi UV-VIS untuk mengukur respon optik dari film dan untuk menganalisis orientasi rantai polimer. Disamping itu, film tipis diukur morfologi permukaannya dengan teknik SEM untuk mengetahui morfologi permukaan dan orientasi rantai polimer.

Pengukuran koefisien waveguide loss dari pandu gelombang planar MEH-PPV dilakukan dengan teknik prisma kopler. Set-up pengukuran prisma kopler ditunjukkan pada Gambar 3. Cahaya Laser difokuskan dengan lensa L1 ($f = 20$ cm) ke dalam prisma (P) yang diimpitkan ke dalam pandu gelombang planar. Dengan mengatur sudut cahaya datang, maka cahaya akan terkopel ke dalam pandu gelombang planar. Cahaya yang terhambur oleh permukaan pandu gelombang difokuskan dengan lensa L2 ($f = 50$ cm) dan dicitrakan oleh silikon *diode array* yang kemudian ditampilkan dalam komputer. Intensitas yang terhambur $I(x)$ kemudian diukur sebagai fungsi dari jarak perambatan cahaya (x) dan koefisien *waveguide loss* dihitung dengan persamaan (3).



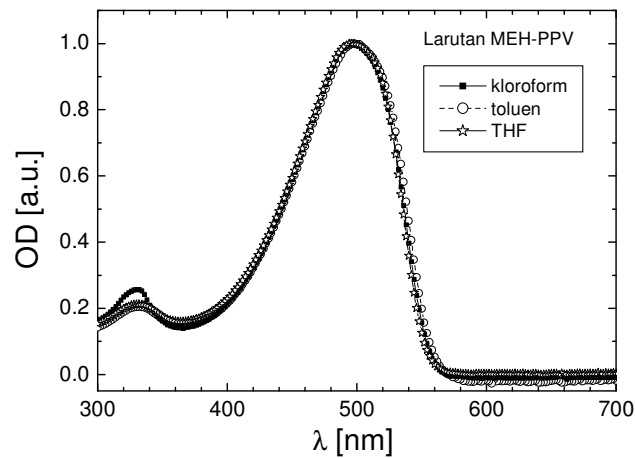
Gambar 3. Set-up eksperimen untuk pengukuran *waveguide loss coefficient* dari pandu gelombang planar. Keterangan: A: polarisator; L1, L2: lensa, P: prisma, S: pelindung (kertas hitam) dan PC: komputer.

Hasil pengukuran, baik spektroskopi UV-Vis, SEM dan koefisien waveguide loss dianalisa untuk mengetahui korelasi antara orientasi rantai-rantai polimer didalam film dan morfologi permukaan film dengan koefisien waveguide loss.

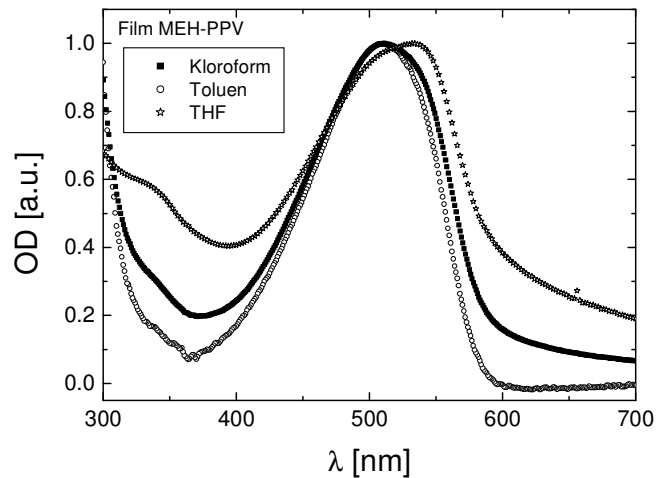
V. HASIL PEMBAHASAN

5.1. Spektroskopi UV-Vis Larutan dan Film tipis

Spektra UV-Vis larutan MEH-PPV dengan konsentrasi $C_w = 0,3 \%$ yang dibuat dari tiga pelarut berbeda yaitu kloroform, toluen dan THF ditunjukkan dalam Gambar 4 (a) dengan absorpsi maksimum pada panjang gelombang yang sama, yaitu 496 nm. Hal ini menunjukkan bahwa rantai polimer membentuk konformasi atau orientasi yang terbuka [Kurniawati dan Bahtiar, 2007].



(a)



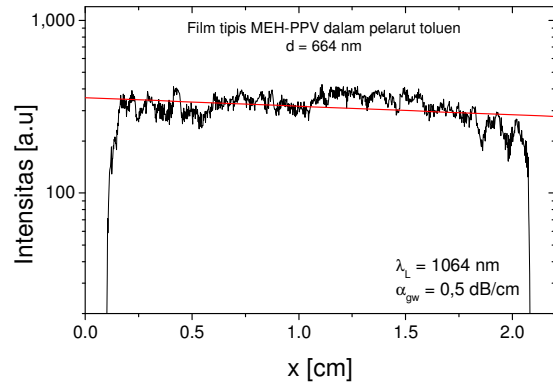
(b)

Gambar 4. Spektra UV-Vis (a) larutan polimer dan (b) film tipis MEH-PPV dalam pelarut kloroform (■), toluen (○) dan THF (*)

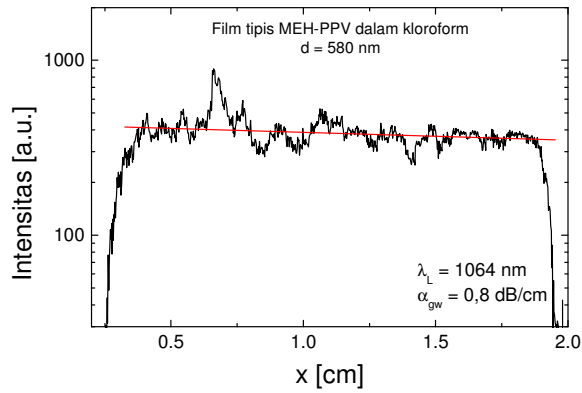
Gambar 4 (b) menunjukkan spektra UV-Vis film tipis MEH-PPV yang di *spin-casting* dari ketiga jenis larutan yang berbeda. Tampak jelas bahwa spektrum UV-Vis untuk dari kloroform dan toluen menghasilkan panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) yang sama yaitu pada 511 nm, sedangkan λ_{\max} film dari pelarut THF bergeser pada panjang gelombang yang lebih panjang (532 nm). Perbedaan nilai λ_{\max} dari larutan dan film menunjukkan bahwa orientasi rantai polimer di dalam film berbeda dengan di dalam larutan. Bergesernya λ_{\max} ke panjang gelombang yang lebih besar dari larutan ke film tipis menunjukkan bahwa rantai-rantai polimer dalam film membentuk agregat sehingga panjang konjugasi menjadi lebih panjang. Agregat adalah bertumpuknya elektron-elektron π yang terdelokalisasi dalam keadaan dasar (*ground states*) dan keadaan tereksitasi (*excited states*), sehingga elektron- π terdelokalisasi tidak hanya meliputi kromofor (rantai polimer) tunggal, melainkan meliputi seluruh segmen rantai polimer yang membentuk agregat. Nilai λ_{\max} dari film tipis dari pelarut THF menunjukkan bahwa pembentukan agregat lebih banyak. Hal ini dapat dilihat dari foto SEM permukaan film tipis yang dibuat dari larutan MEH-PPV dan THF. Fenomena agregat ini akan membawa pengaruh yang cukup signifikan terhadap koefisien *waveguide loss*.

5.2. Pengukuran Koefisien Waveguide Loss

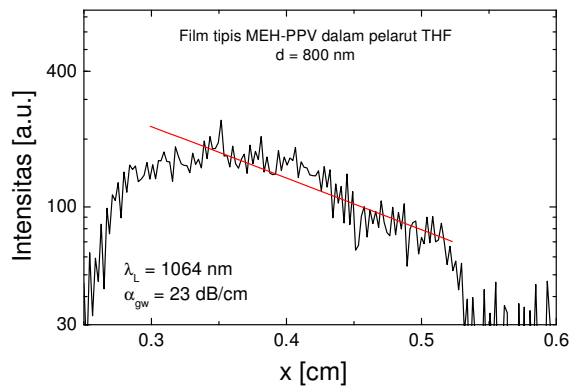
Hasil pengukuran koefisien *waveguide loss* untuk film tipis atau pandu gelombang planar yang terbuat dari tiga jenis pelarut yang berbeda ditunjukkan dalam Gambar 5. Tampak bahwa ketiga jenis pelarut yaitu toluen, kloroform dan THF menghasilkan nilai α_{gw} yang berbeda. Nilai α_{gw} untuk film tipis MEH-PPV dari pelarut toluen dan kloroform berharga < 1 dB/cm yang sangat cocok untuk aplikasi piranti fotonik berbasis pandu gelombang planar. Sedangkan nilai α_{gw} untuk film tipis MEH-PPV dari pelarut THF lebih besar dari 20 dB/cm sehingga cahaya tidak mampu menjalar dalam pandu gelombang untuk jarak yang cukup jauh. Dengan demikian film ini tidak dapat digunakan untuk aplikasi piranti fotonik.



(a)



(b)



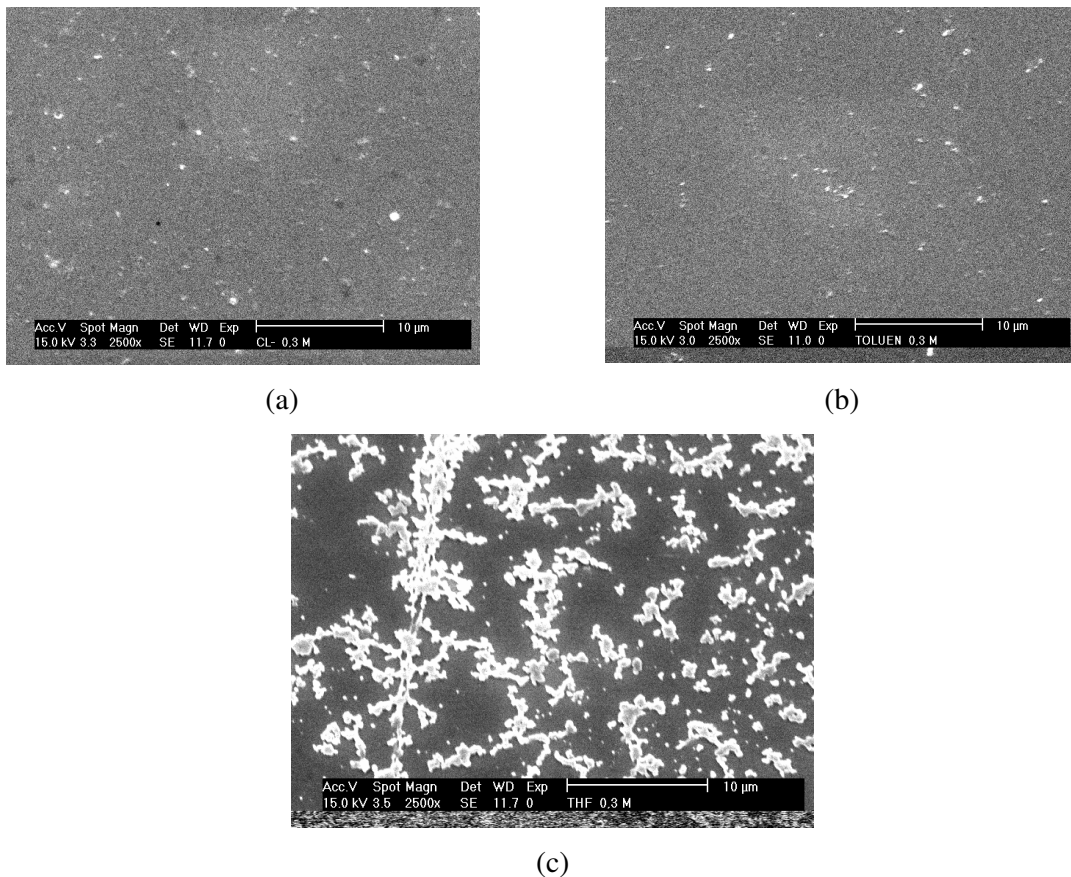
(c)

Gambar 5. Grafik intensitas cahaya terhambur dari pandu gelombang planar MEH-PPV $I(x)$ sebagai fungsi dari jarak perambatan cahaya (x). Gradien menunjukkan nilai koefisien *waveguide loss*

Nilai α_{gw} di atas berkaitan erat dengan orientasi polimer dan morfologi permukaan film tipis. Morfologi permukaan film tipis dari pelarut toluen dan kloroform adalah homogen yang diperkuat oleh foto SEM permukaan, sehingga berdasarkan persamaan (1) dan (2) nilai σ_{23} yaitu variasi ketidakrataan permukaan film tipis pada batas film-udara menjadi kecil. Akibatnya nilai α_{gw} menjadi kecil. Sebaliknya permukaan film tipis dari pelarut THF kasar akibat terbentuknya agregat, sehingga kekasaran permukaan menjadi besar. Akibatnya nilai α_{gw} pun menjadi besar.

5.3. Pengukuran SEM

Fenomena pembentukan agregat dapat diamati lebih jelas dari foto SEM permukaan film tipis MEH-PPV dari ketiga jenis pelarut yang berbeda, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Foto SEM permukaan film tipis MEH-PPV yang di spin-casting dengan larutan dengan konsentrasi 0.3 % dalam pelarut (a). kloroform, (b). toluen dan (c). THF

Tampak bahwa film tipis yang *dispin-coating* dari larutan MEH-PPV dengan pelarut kloroform dan toluen memiliki morfologi permukaan yang homogen, sedangkan untuk pelarut THF menunjukkan tekstur yang berbentuk pulau-pulau. Hal ini menunjukkan bahwa film yang dibuat dari larutan dengan pelarut THF membentuk agregat-agregat yang mengakibatkan panjang polimer terkonjugasi menjadi lebih panjang. Hasil SEM ini memperkuat hipotesa dari spektra UV-Vis film tipis, dimana agregat terbentuk dalam film yang dibuat dari larutan MEH-PPV dengan pelarut THF (λ_{\max} yang lebih besar) [Kurniawati dan Bahtiar, 2007].

Perbedaan morfologi permukaan film tipis MEH-PPV yang dibuat dari larutan dengan pelarut toluen, kloroform dan THF menghasilkan nilai α_{gw} yang berbeda. Kekasaran permukaan film berbanding lurus dengan nilai α_{gw} .

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil-hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa koefisien waveguide loss berkaitan erat dengan orientasi rantai-rantai polimer (konformasi) dan morfologi permukaan film tipis. Film tipis yang dibuat dari larutan polimer MEH-PPV dan pelarut toluen dan kloroform menunjukkan nilai α_{gw} sebesar 0,5 dB/cm dan 0,8 dB/cm sehingga cocok untuk aplikasi piranti fotonik berbasis pandu gelombang planar. Nilai ini diakibatkan oleh morfologi permukaan yang homogen, sehingga hamburan cahaya dapat diminimalisasi. Sebaliknya, nilai α_{gw} pandu gelombang planar MEH-PPV yang dibuat dari pelarut THF sebesar 23 dB/cm diakibatkan oleh terbentuknya agregat di permukaan film, sehingga cahaya di dalam pandu gelombang banyak yang terhambur atau bocor. Akibatnya film ini tidak dapat digunakan untuk piranti fotonik berbasis pandu gelombang planar. Orientasi polimer dan morfologi atau kekasaran permukaan berbanding lurus dengan koefisien *waveguide loss*.

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk mendisain dan membuat piranti fotonik berbasis pandu gelombang planar, sehingga piranti integrated optics dapat terealisasi untuk piranti pengolahan sinyal optik berkecepatan tinggi.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [Bader et al, 2002] M. A. Bader, G. Marowsky, **A. Bahtiar**, K. Koynov, C. Bubeck, H. Tillmann, H.-H. Hörhold, S. Pereira, (2002) "PPV-Derivatives: New Promising Materials for Nonlinear All-Optical Waveguide Switching," J. Opt. Soc. Am. B vol. 19, 2250.
- [Brabec et al, 2001] C.J. Brabec, N.S. Sariciftci, J.C. Hummelen, (2001) "Plastic Solar Cells", Advanced Materials vol. 12, 1655.
- [Friend et al, 1999] R. H. Friend, R. W. Gymer, A. B. Holmes, J. H. Burroughes, R. N. Marks, C. Taliani, D. D. C. Bradley, D. A. Dos Santos, J. L. Bredas, M. Loegdlund, W. R. Salaneck, (1999) "Electroluminescence in Conjugated Polymers, Nature vol. 397, 121.
- [Holland, 1992] W.R. Holland, (1992) 'Fabrication and Characterization of Polymeric Lightwave Devices', pg. 397, *Polymers for lightwave and integrated optics*, L.A. Hornak (Ed.), New York: Marcel Dekker.
- [Lalama et al, 1985] S.J. Lalama, J.E. Sohn, and K.D. Singer, (1985) "Organic Material for Integrated Optics" Integrated Optical Circuit Engineering II SPIE vol. 578, 168.
- [McGehee et al, 2000] M. D. McGehee, A.J. Heeger, (2000) "Semiconducting (Conjugated) polymers as materials for solid-state lasers", Advanced Materials vol.12, 1655.
- [Stegeman et al, 1996] G.I. Stegeman and W.E. Torruellas, (1996) "Nonlinear materials for information processing and communications", Phil. Trans. R. Soc. Lond. A vol. 354, 745.
- [Tien, 1971] P. K. Tien, *Appl. Opt.* **10** (1971), 2395.
- [Ulrich and Torge, 1973] R. Ulrich, R. Torge, (1973) "Measurement of thin film parameters with a prism coupler", Applied Optics vol. 12, 2901.
- [Kurniawati dan Bahtiar] Y. Kurniawati, Ayi Bahtiar, (2007) "Efek Pelarut Terhadap Sifat Optik dan Morfologi Permukaan Film Tipis Polimer Terkonjugasi MEH-PPV", Makalah disampaikan pada Simposium Polimer Nasional VII, 14 Agustus 2007, Teknik Kimia UGM Jogjakarta.

VIII. LAMPIRAN

8.1. Instrumentasi penelitian

8.1.1. Bahan habis

- MEH-PPV	250 mg
- Toluene	1 liter
- Kloroform	1 liter
- Tetrahidrofur (THF)	1 liter
- Substrat quartz	10 buah

8.1.2. Prisma Kopler untuk pengukuran koefisien *waveguide loss*

8.1.3. Teknik Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk pengukuran morfologi permukaan film tipis MEH-PPV.

8.1.4. Spektroskopi UV-VIS (pengukuran absorbansi/*optical density* larutan dan film tipis MEH-PPV)

8.2. Personalia Peneliti

8.2.1. Ketua Peneliti

- a. Nama lengkap dan gelar : Sahrul Hidayat, M. Si.
- b. Golongan, pangkat dan NIP : IIIc, Penata, 132 207 280
- c. Jabatan fungsional : Lektor
- e. Fakultas/Program studi : MIPA/Fisika
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran
- g. Bidang Keahlian/Kualifikasi : Fabrikasi film tipis polimer
- h. Waktu untuk penelitian ini : 15 jam / minggu

8.2.2. Anggota Peneliti I

- a. Nama lengkap dan gelar : Dr. Ayi Bahtiar, M. Si.
- b. Golongan, pangkat dan NIP : IIIb, Penata Muda Tk. I, 132 169 935
- c. Jabatan fungsional : Lektor
- e. Fakultas/Program studi : MIPA/Fisika
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran
- g. Bidang Keahlian/Kualifikasi : Piranti fotonik, spektroskopi optik
- h. Waktu untuk penelitian ini : 10 jam / minggu

8.2.3. Anggota Peneliti II

- a. Nama lengkap dan gelar : Otong Nurhilal, M. Si.
- b. Golongan, pangkat dan NIP : IIIb, Penata Muda Tk.I , 132 132 742
- c. Jabatan fungsional : Asisten Ahli
- e. Fakultas/Program studi : MIPA/Fisika
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Padjadjaran
- g. Bidang Keahlian/Kualifikasi : Sintesis polimer terkonjugasi
- h. Waktu untuk penelitian ini : 10 jam / minggu

8.2.4. Tenaga Laboran/Teknisi : Daday

8.2.5. Pekerja lapangan/pencacah : -

8.2.6. Tenaga Administrasi : -