

Studi Efek Pendadah Berbagai Asam dan Temperatur Terhadap Konduktivitas Polibenzidin

Oleh :
Agus salim
Suwardi

Pendahuluan

Polimer elektroaktif telah menjadi objek penelitian yang menarik bagi kalangan akademik dan industrial, dan kemajuan secara substansial di bidang ini nampak dalam perkembangan dan karakterisasi kelas material konduktif baru yang penting. Material tersebut biasanya diklasifikasikan dalam dua golongan besar, sesuai mode perpindahan listriknya. Satu golongan meliputi polimer yang mempunyai perpindahan jenis ionik dan sering disebut *polimer elektrolit* atau *polimer ionik*. Golongan yang lain mencakup material polimerik dimana mekanisme perpindahan adalah elektronik dan disebut polimer konduktif

Dalam penelitian ini, tidak seperti metode konvensional (sintesis amin aromatik dalam medium asam dan menetralkan polimer yang terprotonasi), polibenzidin disintesis dalam medium organik. Polimer yang diperoleh kemudian didadah (didoping) menggunakan asam mineral yang bervariasi untuk mengetahui efek pendadah terhadap daya hantar listrik.

Metode Penelitian

Prosedur sintesis Polibenzidin

Dalam 100 ml asetonitril, 1,84 g (0,1 M) benzidin murni dan 0,46 g (0,02 M) ammonium peroksidisulfat ((NH₄)₂S₂O₈) dalam 3 ml air ditambahkan dengan pengadukan konstan pada 5 °C. Apabila endapan kelihatan terbentuk maka pengadukan dilanjutkan selama 12 jam lagi. Selanjutnya larutan disaring, dan endapan dicuci dengan asetonitril dan didistilasi sokhlet dengan asetonitril selama 24 jam. Hasil polimerisasi yang diperoleh ini kemudian dikeringkan pada temperatur kamar dan kemudian dikarakterisasi secara spektrometri FTIR dan difraktometri sinar-X serta ditentukan daya hantar listrik.

Hasil dan Pembahasan

A. Polibenzidin

Polibenzidin telah diperoleh dalam penelitian ini. Polibenzidin berupa serbuk padat berwarna biru. Serbuk ini dibagi lalu dibuat film dengan cara ditekan (*press*). Masing-masing film kemudian diberi pendadah (*dopant*) asam nitrat, asam sulfat, asam klorida, dan asam asetat. Setelah itu dilakukan pengukuran daya hantar listrik. Daya

hantar listrik polimer diukur dengan multimeter digital merek kaise- SK-6160. Data selengkapnya disajikan dalam Tabel 5.1 berikut,

Tabel 5.1 Data daya hantar listrik polibenzidin pada berbagai asam

| Film ke | Pendadah | Tahanan (R) dalam $M\Omega$ | Daya hantar listrik ($1/M\Omega$) |
|---------|----------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Tanpa pendadah | 5,11 | 0.1956 |
| 2 | Asam asetat | 3,98 | 0.2513 |
| 3 | Asam sulfat | 1,36 | 0.7352 |
| 4 | Asam nitrat | 1,23 | 0.8130 |
| 5 | Asam klorida | 0,8 | 1,25 |

Berdasarkan data ini terlihat bahwa daya hantar listrik polibenzidin yang didadah dengan asam cenderung meningkat. Daya hantar listrik terbesar diperoleh untuk polibenzidin yang diberi pendadah asam klorida. Hal ini disebabkan karena asam klorida yang terdiri dari ion H^+ dan Cl^- lebih giat daripada H^+ dan anion lainnya dari sumber selain asam klorida dalam membentuk polaran. Pendadah asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat menaikkan daya hantar listrik polibenzidin. Hal ini dikarenakan naiknya polaran yang mengakibatkan bertambah besar celah antara tingkat bonding dan antibonding sehingga berakibat pada celah pita (*band gap*) dan akhirnya meningkatkan daya hantar listrik. Asam asetat tidak meningkatkan celah pita sebagaimana asam sulfat, asam nitrat, dan asam klorida karena asam asetat adalah asam lemah.

Tabel 5.2 Daya hantar polibenzidin yang didadah dengan asam sulfat pada berbagai temperatur

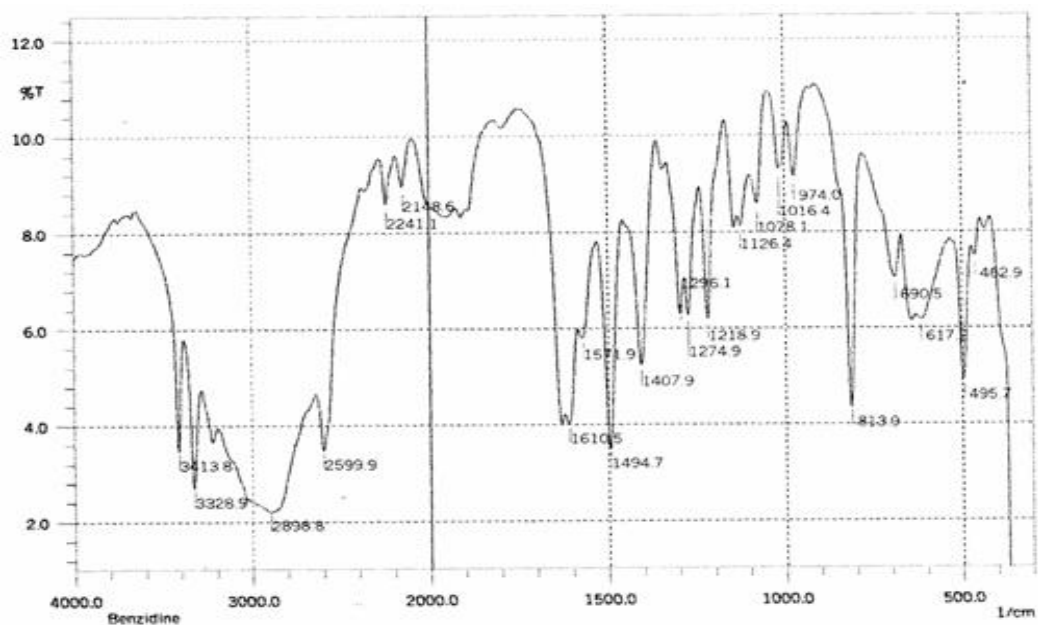
| Asam | Temperatur | Tahanan ($M\Omega$) | Daya hantar listrik ($1/M\Omega$) |
|-----------|------------|-----------------------|-------------------------------------|
| H_2SO_4 | kamar | 0,6 | 1,66 |
| | 50 | 1,9 | 0,52 |
| | 60 | 0,8 | 1,25 |
| | 62 | 0,53 | 1,88 |
| | 63 | 0,44 | 2,27 |
| | 65 | 0,65 | 1,53 |
| | 68 | 0,61 | 1,63 |
| | 69 | 0,7 | 1,43 |
| | 70 | 0,8 | 1,25 |
| | 72 | 0,96 | 1,04 |
| | 73 | 0,98 | 1,02 |
| | 74 | 1,27 | 0,78 |
| | 75 | 1,45 | 0,68 |
| | 76 | 1,79 | 0,55 |

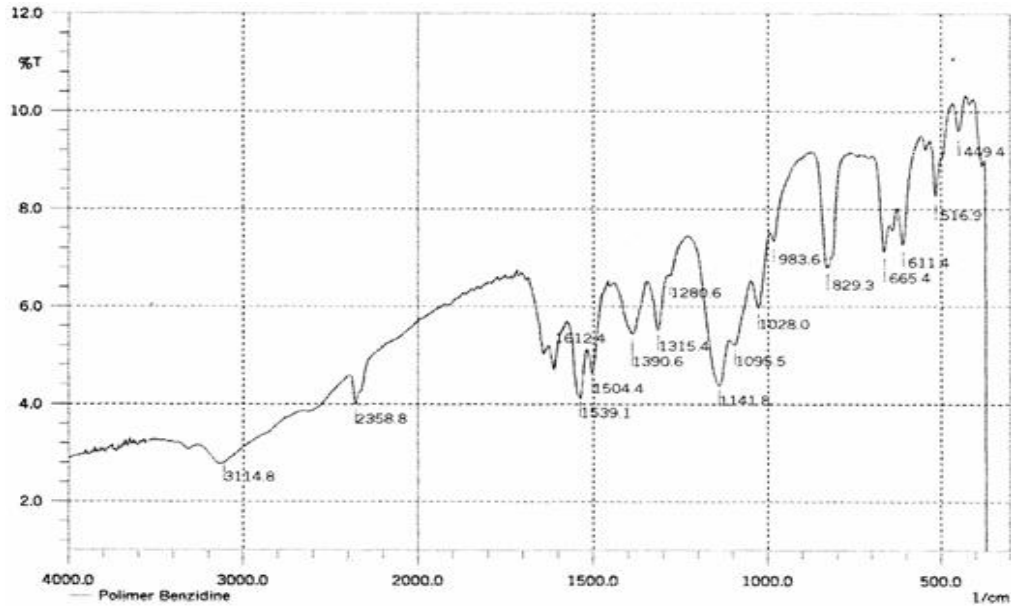
| | | | |
|--|----|------|------|
| | 78 | 2,78 | 0,35 |
| | 80 | 3,01 | 0,33 |
| | 81 | 3,39 | 0,29 |
| | 84 | 4,27 | 0,23 |

Daya hantar listrik polibenzidin yang didadah dengan asam sulfat dan diberi perlakuan dengan menaikkan temperatur menunjukkan harga yang bervariasi dari mulai naik lalu turun lagi. Pada temperatur kamar sampai temperatur sekitar 70 °C pemberian energi panas mungkin menyebabkan elektron lebih energetik sehingga perpindahan dalam tulang punggung polimer lebih mudah dan akibatnya meningkatkan daya hantar listrik. Pada temperatur yang lebih tinggi lagi daya hantar listrik turun dan tetap.

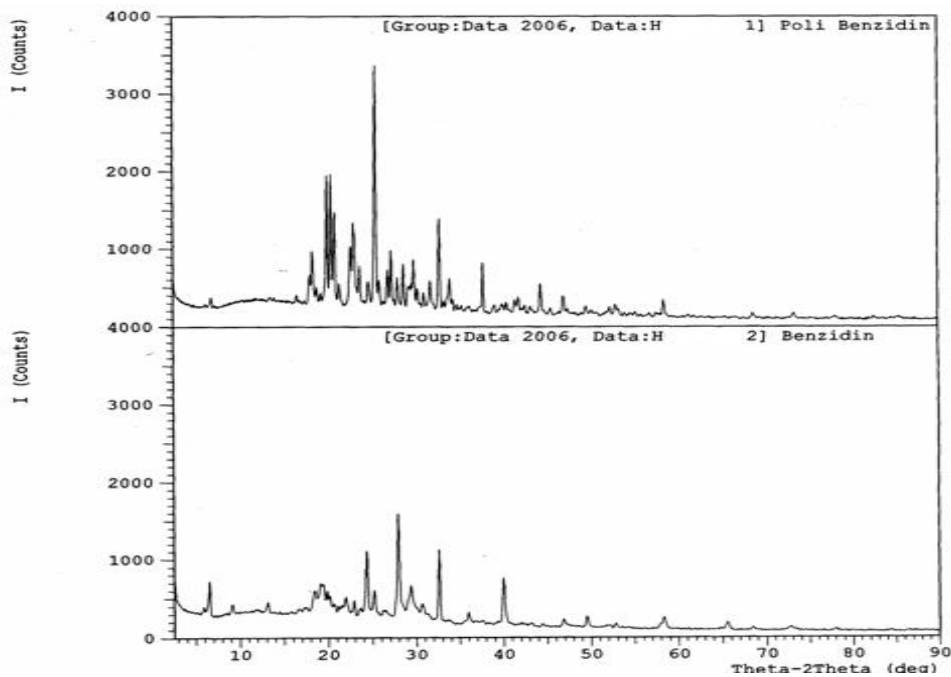
B. Spektra dan difraktogram

Spektra IR benzidin dan polibenzidin telah ditentukan. Spektra ini ditunjukkan pada gambar 5.1. Difraktogram sinar-X benzidin dan polibenzidin ditunjukkan pada Gambar 5.2.





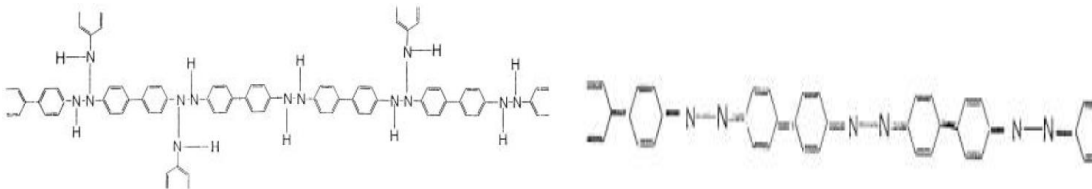
Gambar 5.1 Spektra IR benzidin dan polibenzidin



5.2 Difraktogram sinar-X benzidin dan polibenzidin

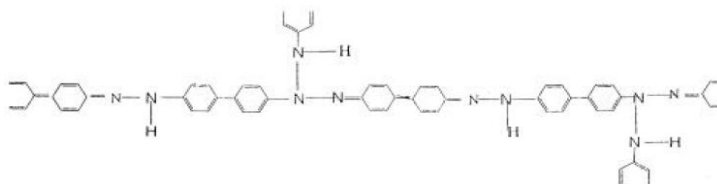
Pada difraktogram ini terlihat bahwa muncul puncak-puncak yang tajam yang menunjukkan bahwa benzidin dan polibenzidin adalah polikristalin secara alami. Namun demikian pada polibenzidin, di daerah 2 theta 10 tidak terlihat puncak lagi yang ini menunjukkan bahwa pada polibenzidin ini terdapat daerah yang amorf. Perbedaan intensitas pada kedua difraktogram ini mungkin disebabkan oleh penjajaran (alignment) atom hidrogen terhadap nitrogen pada kisi kristal. Pada polimerisasi, monomer benzidin

mungkin terikat melalui ikatan nitrogen. Nitrogen dapat dalam amin (tereduksi), imin (teroksidasi) atau kombinasi bentuk amin-imin.



Ikatan amin-amin

Ikatan imin-imin



Ikatan amin-imin

Untuk memahami ini data spektra IR diperlukan. Pada spektra IR polibenzidin terlihat puncak pada $1612,4 \text{ cm}^{-1}$ (vibrasi tekuk N-H). Ini menunjukkan bahwa polimerisasi terjadi dengan membentuk cabang-cabang dalam jaringan tiga dimensi dan polimer mengandung ikatan nitrogen dalam bentuk salah satu amino-amin atau amino-imin. Dalam hal ini tidak dapat dijelaskan lebih lanjut tentang ikatan nitrogen ini dengan spektrometer UV-Vis karena memang polibenzidin tak dapat larut dalam pelarut organik.

Polibenzidin telah diprotonasi dengan berbagai asam. Setelah protonasi terlihat perubahan warna polibenzidin ke warna coklat dari warna semula biru.