

Variasi Molaritas H_2SO_4 pada Polianilin/ H_2SO_4

Variations in the Molarity of H_2SO_4 at Polyaniline/ H_2SO_4

Moch. Nur Chomari, Diah Hari Kusumawati*
Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Surabaya 60231

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis polianilin dengan metode polimerisasi oksidasi dari monomer anilin dengan oksidan ammonium peroxydisulfat $(NH_4)_2S_2O_8$, dan H_2SO_4 sebagai sumber doping proton. Variasi molaritas H_2SO_4 dilakukan untuk mendapatkan polianilin dengan konduktivitas listrik optimum. Sampel polianilin dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsinya dan dengan metode four point probe untuk mengukur konduktivitas listriknya. Hasil FTIR menunjukkan bahwa sampel yang telah disintesis adalah polianilin. Uji konduktivitas listrik menggunakan metode four point probe menunjukkan bahwa semakin tinggi molaritas asam semakin tinggi pula konduktivitas listriknya hingga titik optimum. Setelah mencapai titik optimum, konduktivitas listrik polianilin menurun seiring dengan kenaikan molaritas. Polianilin memiliki konduktivitas paling optimum sebesar 1,833 S/cm saat disintesis dengan H_2SO_4 0,12 M.

Kata kunci: Polianilin, polimerisasi, FTIR, konduktivitas listrik

ABSTRACT

Synthesis of polyaniline has carried out using oxidation polymerization of aniline monomer to oxidant ammonium peroxydisulfate $(NH_4)_2S_2O_8$ and H_2SO_4 as a source of proton doped. Variations in the molarity of H_2SO_4 conducted to determine of optimum polyaniline on electrical conductivity. Polyaniline samples were characterized by FTIR to determine the cluster function and the four-point probe method to determine the electrical conductivity. FTIR results showed that the samples were synthesized is polyaniline. Electrical conductivity test by used four point probe method showed higher acid molarity higher the electrical conductivity to the optimum. After reaching the optimum point, the electrical conductivity of polyaniline decreases followed by the molarity increases. Polyaniline has the most optimum conductivity of 1.833 S/cm when synthesized with 0.12 M H_2SO_4 .

Key words: Polyaniline, polymerization, FTIR, electrical conductivity

PENDAHULUAN

Polimer konduktif dan elektroaktif adalah material baru yang sangat diminati oleh para peneliti dikarenakan sifat listrik dan magnetnya yang unik serta kemudahan cara sintesisnya. Salah satu jenis polimer konduktif yang banyak diteliti adalah polianilin (PANi) karena kemudahan proses sintesis serta pen-doping-nya, dibandingkan dengan polimer konduktif lainnya (Putri,

2009). Berdasarkan sifat listriknya, polianilin dibagi menjadi dua, yaitu polianilin konduktif dan polianilin isolatif. Berdasarkan tingkat oksidasinya, polianilin dapat disintesis dalam beberapa bentuk isolatifnya, yaitu leucomeraldine base (LB) yang tereduksi penuh, emeraldine base (EB) yang teroksidasi setengah dan pernigranilin base (PB) yang teroksidasi penuh (Mihardi, 2008).

Polianilin dalam bentuk EB paling stabil dan paling banyak diteliti karena memiliki konduktivitas listrik antara 10^{-10} S/cm hingga 10^0 S/cm tergantung pada asam pen-doping-nya. Polianilin dalam bentuk EB, LB dan PB merupakan isolator. Namun, hanya EB yang

* Alamat korespondensi:
e-mail: diahharikusumawati@yahoo.com

dapat dibuat konduktif, sedangkan bentuk LB dan PB tidak dapat dibuat konduktif. *Emeraldine base* (EB) yang memiliki sifat isolatif dapat diubah menjadi *emeraldine salt* (ES) yang memiliki sifat konduktif dengan cara *doping* EB dengan asam protonik seperti HCl, H₂SO₄ dan sebagainya, yaitu proton-proton ditambahkan ke tempat -N= sementara jumlah elektron di dalam rantai tetap. Bentuk *emeraldine salt* juga dapat dikembalikan menjadi bentuk *emeraldine base* melalui reaksi reduksi dengan menggunakan agen reduktan seperti NH₄OH (ammonia terlarut), hydrazine (N₂H₂) dan sebagainya. Kedua proses ini disebut sebagai proses protonasi/deprotonasi atau *doping/de-doping*. Derajat konduktivitas bentuk *emeraldine salt* ini bergantung pada tingkat *doping* yang diberikan, yaitu jumlah proton (H⁺) yang di-*doping* ke dalam struktur *emeraldine* (Maddu, 2007).

Polianilin dapat disintesis dengan menggunakan metode kimia biasa, yaitu menggunakan monomer anilin, asam dan oksidan. Asam yang biasa digunakan adalah asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄). Sebagai oksidan digunakan *ammonium peroxidysulfate* ((NH₄)₂S₂O₈), *potassium dichromate* (K₂Cr₂O₇), *cerium sulfate* (Ce(SO₄)₂), *sodium vanadate* (NaVO₃), *potassium ferricyanide* (K₃(Fe(CN)₆)), *potassium iodate* (KIO₃) dan *hydrogen peroxide* (H₂O₂) (Mihardi, 2008).

Kunci penting dalam melakukan polimerisasi anilin adalah terjadinya reaksi polimerisasi oksidasi. Pembuatan polimer konduktif dapat dilakukan berbagai metode antara lain: polimerisasi maupun *doping* secara kimiawi, polimerisasi dilakukan secara kimiawi dan proses *doping*-nya dilakukan secara elektrokimia, polimerisasi maupun *doping* dilakukan secara elektrokimia. Setiap metode di atas memiliki kekurangan dan kelebihan. Kekurangan sintesis secara elektrokimia adalah sampel yang terbentuk melekat pada elektroda dalam bentuk lapisan tipis sehingga sulit untuk diambil (dipisahkan dari elektroda), sampel yang terbentuk dalam jumlah yang sedikit sehingga diperlukan proses yang berulang-ulang untuk dapat memperoleh sampel yang banyak supaya bisa diukur konduktivitasnya. Di lain pihak, kelebihan sintesis secara reaksi kimia adalah alat-alat yang diperlukan sederhana, sampel yang dihasilkan berupa serbuk dalam jumlah yang banyak (Syarifah, 2007).

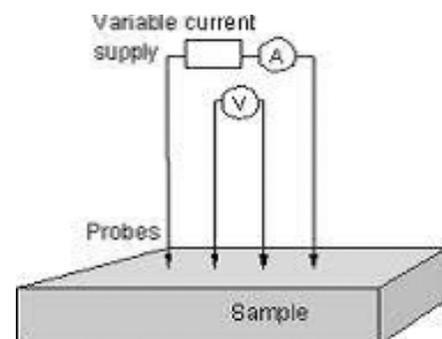
Salah satu dari sekian banyak metode polimerisasi polianilin yang dilakukan secara kimia adalah metode oksidasi seperti yang dilakukan Wibowo (2007). Dalam penelitiannya, Wibowo menggunakan metode oksidasi karena pada proses polimerisasi menggunakan oksidan (*ammonium peroxidysulfate*) yang banyak.

Selain perbedaan jenis asam, konsentrasi asam *doping* juga memengaruhi proses polimerisasi polianilin dan sebagai akibatnya konduktivitas listrik polianilin juga bergantung pada konsentrasi asam *doping*. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini polianilin disintesis menggunakan metode oksidasi karena proses sintesis yang mudah dilakukan serta manipulasi asam untuk mengukur pengaruhnya terhadap konduktivitas listrik polianilin dan untuk memperoleh polianilin dengan konduktivitas listrik optimum.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan untuk sintesis polianilin adalah monomer anilin, *ammonium peroxidysulfate* (APS), H₂SO₄, HCl, dan aquades. Alat yang digunakan adalah neraca digital, rangkaian alat *four point probe* (terdiri atas *power supply*, multimeter, kabel, jepit buaya, PCB dan 4 probe), *magnetic stirrer*, *oven*, gelas kimia 400 ml, gelas ukur 10 ml, botol 250 ml, stopwacth, spatula, pipet, kertas saring, corong, dan termometer.

PANi disintesis menggunakan metode oksidasi yang mengacu pada penelitian Wibowo (2007) dengan beberapa manipulasi konsentrasi asam untuk mengetahui pengaruhnya terhadap konduktivitas listrik polianilin. Pertama, 1,82 ml anilin (p.a.) dilarutkan ke dalam 50 ml H₂SO₄ dan dibiarkan selama 1 jam. Kemudian sebanyak 5,71 g APS (p.a.) dilarutkan ke dalam 50 ml air dan dibiarkan selama 1 jam. Setelah itu, larutan anilin+H₂SO₄ dan larutan APS+air dicampurkan ke dalam gelas kimia, diaduk sebentar dan dibiarkan selama 24 jam untuk proses polimerisasi. Selanjutnya, dilakukan pencucian dengan HCl 0,2 M tiga kali dan dilanjutkan dengan pencucian menggunakan aseton 50 ml. Kemudian larutan disaring dan dikeringkan di dalam oven pada temperatur 60°C selama 1 jam. Setelah pengeringan selesai, didapatkan serbuk polianilin yang siap untuk dikarakterisasi. Proses sintesis dilakukan pada molaritas H₂SO₄ 0,1 M; 0,12 M; 0,15 M; 0,17 M; 0,19 M. Karakterisasi bahan meliputi uji gugus fungsional polianilin dengan spektroskopi FTIR, dan pengujian konduktivitas listrik dengan metode *four point probe* (Gambar 1). Sampel polianilin yang akan diuji konduktivitasnya dengan metode *four point probe* harus dibentuk pelet terlebih dahulu.



Gambar 1. Metode *four point probe*

Dengan susunan percobaan seperti Gambar 1, maka dengan memberikan manipulasi arus akan didapatkan nilai tegangan yang terukur. Nilai antara tegangan dan arus tersebut kemudian digunakan untuk menghitung konduktivitas listrik dari sampel dengan menggunakan persamaan 1 (Novianti, 2007):

$$\sigma = \frac{il}{V dt}$$

Keterangan, σ = konduktivitas listrik (S/cm)
 l = lebar bahan (cm)

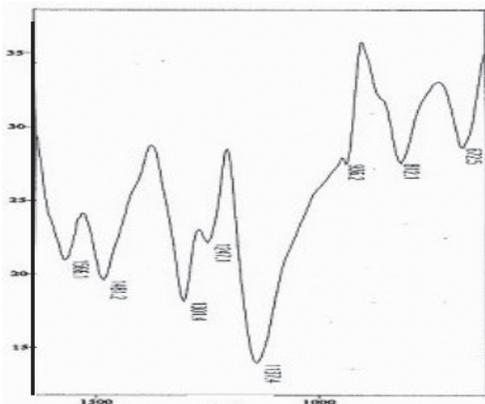
- d = jarak antar-probe (cm)
- i = arus (A)
- V = potensial probe ke-2 dan ke-3 (volt)
- t = tebal bahan (cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses polimerisasi dilakukan dengan metode oksidasi dan larutan yang telah mengalami polimerisasi berwarna biru pekat kehitaman (Gambar 2a). Setelah larutan dicuci, disaring, dan dikeringkan didapatkan endapan polianilin berwarna hijau pekat kehitaman (Gambar 2b).

Pada umumnya jika suatu molekul menyerap energi pada inframerah, maka akan menyebabkan ikatan yang di dalam molekul bervibrasi sehingga dapat digunakan untuk menentukan jenis gugus fungsi yang terdapat di dalam molekul tersebut. Hasil spektrum FTIR untuk sampel polianilin 0,1 M H₂SO₄ menunjukkan vibrasi gugus molekul dan berbagai jenis ikatan, di antaranya C=C dan C=N *stretching*, C-N *stretching* dan C-H *bending*. Jenis ikatan dapat ditentukan dari bilangan gelombang polianilin (Gambar 3).

Pencocokan vibrasi gugus molekul polianilin menunjukkan bahwa sampel yang dibuat memiliki kesesuaian vibrasi gugus molekul terhadap data sheet sehingga dapat disimpulkan kalau sampel yang telah dibuat merupakan sampel polianilin (Tabel 1).



Gambar 3. Spektrum FTIR sampel polianilin 0,1 M H₂SO₄



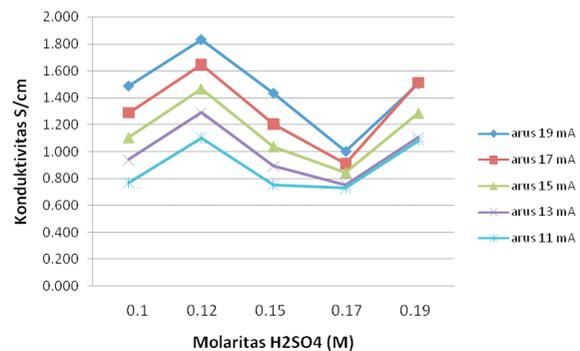
(a)



(b)

Gambar 2. Proses polimerisasi polianilin dengan metode oksidasi (a), serbuk polianilin (b)

Hasil pengukuran konduktivitas listrik menunjukkan bahwa semakin tinggi molaritas asam semakin tinggi pula konduktivitas listriknya hingga mencapai titik optimum. Setelah mencapai titik optimum, konduktivitasnya akan berangsur menurun seiring dengan kenaikan molaritas (Gambar 5).



Gambar 5. Konduktivitas listrik polianilin/H₂SO₄ pada metode polimerisasi-oksidasi

Tabel 1. Data pencocokan vibrasi gugus molekul polianilin hasil sintesis

*data sheet	Bil. Gelombang (cm ⁻¹)		*jenis ikatan
	*ref	Sampel PANi/H ₂ SO ₄ (oksidasi)	
1650 - 1560	1581	1566,1	C=C stretch (Q)
1500 - 1400	1498	1481,2	C=N stretch (Q), C-C stretch (B)
1335 - 1250	1303	1301,4	C-H bending (Q)
1250 - 1020	1244	1247,1	C-N stretch, C-C stretch, C-H bending (B)
1250 - 1020	1151	1137,4	Efek dopan
850 - 550	820	812,1	C-H bending

Keterangan :

*data sheet = orgchem.colorado.edu

*ref = Elsayed (2011)

*jenis ikatan = Yuliah (1997)

Hal ini disebabkan adanya penambahan asam pada proses polimerisasi yang bertujuan untuk membentuk anilin-asam yang lebih larut dalam larutan polimerisasi, menciptakan suasana asam, dan berperan sebagai dopan bagi polianilin sehingga banyak terbentuk ion SO_4^{2-} yang dapat meningkatkan konduktivitas listriknya. Akan tetapi, jika konsentrasi asam terlalu tinggi, hidrolisis akan dominan dan polianilin yang dihasilkan memiliki bobot molekul rendah (Kertati, 2008) sehingga menyebabkan rantai-rantai polimer terurai dan mengurangi pembentukan ion-ion SO_4^{2-} akibatnya konduktivitas listriknya menurun. Polianilin yang memiliki konduktivitas paling optimum sebesar 1,833 S/cm adalah polianilin yang disintesis pada molaritas H_2SO_4 0,12 M.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh polianilin yang memiliki konduktivitas listrik optimum 1,833 S/cm adalah polianilin yang disintesis pada molaritas H_2SO_4 0,12 M. Semakin tinggi molaritas asam, semakin tinggi pula konduktivitas listrik polianilin hingga titik optimum, dan kemudian menurun seiring dengan kenaikan molaritas.

DAFTAR PUSTAKA

- Elsayed AH, 2011. Synthesis and Properties of Polyaniline/ferrites Nanocomposites. *International Journal of Electrochemical Science*, 6: 206–221.
- Kertati S, 2008. Sintesis dan Karakterisasi Polianilin dari Anilinium Asetat dan Anilinium Propionat serta Aplikasinya sebagai Sensor Uap Kimia. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Maddu A, 2008. Sintesis dan Karakterisasi Nanoserat Polianilin. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, ISSN 1979-0880 Vol. 1 No.2.
- Mihardi I, 2008. Karakteristik Optik dan Listrik Polianilin yang di-Doped HCl. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Novianti R, 2007. Studi Pengaruh Waktu Arus dan Tegangan Polimerisasi terhadap Konduktivitas Listrik Polianilin Hasil Sintesis Polianilin dengan Metode Galvanostatik. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Putri NP, 2009. Morfologi dan Sifat Listrik Film Nanokomposit PANi/HCl/Fe₃O₄. *Seminar Nasional Pascasarjana IX - ITS*.
- Syarifah U, 2007. Studi Pengaruh Konsentrasi Anilin dan HCl terhadap Konduktivitas Listrik Polianilin Hasil Elektropolimerisasi. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wibowo A, 2007. Sintesis dan Karakterisasi Polianilin sebagai Material Aktif dalam Plastic Solar Cells. *Tesis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Yuliah dkk. 1997. Pengaruh Plasticizer dalam Pelarut NMP pada Sifat Mekanik Polianilin. *Penelitian*. Jatinangor: Universitas Padjadjaran.