

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIPIROL PADA ELEKTRODA KERJA KASA BAJA DENGAN METODE VOLTAMETRI SIKLIK

Anceu Murniati^{1,2}, Buchari¹, Suryo Gandasmita¹ dan Zeily Nurachman¹

¹Program Studi Kimia, FMIPA-ITB

Jl. Ganesha No.10, Bandung 40321

²Jurusan Kimia, FMIPA-Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO. BOX 148, Cimahi

e-mail : an_murniati@yahoo.co.id

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIPIROL PADA ELEKTRODA KERJA KASA BAJA DENGAN METODE VOLTAMETRI SIKLIK. Telah dilakukan penelitian pelapisan polipirol pada elektroda kerja kasa baja dengan metode elektropolimerisasi pirol secara voltametri siklik. Tujuan penelitian ini merupakan studi awal mempelajari karakter kasa baja yang berpotensi sebagai elektroda kerja tempat electrodeposisi film polipirol (PPy) berdasarkan literatur. Berdasarkan voltamogram siklik PPy, potensial oksidasi PPy dicapai pada rentang potensial 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda pembanding Ag/AgCl pada arus puncak anodik (I_{pa}) mendekati 7 mA, dengan laju pindai 100 mV/detik dari larutan pirol 0,05 M dalam pelarut KCl 0,1 M sebagai elektrolit pendukung. Pada rentang potensial tersebut selama proses elektropolimerisasi, selain dicapai potensial anodik PPy, terjadi persaingan dengan munculnya potensial anodik dari komponen utama kasa baja yaitu Fe, Zn, Cr atau Mn. Komponen utama yang terdapat dalam kasa baja telah dianalisis dengan *X-Ray Fluorescence (XRF)*. Pelapisan PPy mampu menutupi permukaan kasa baja dengan pertumbuhan polimer sebanyak 10 siklus pada permukaan elektroda dengan mempelajari koefisien korelasi peningkatan arus anodik $R = 0,999$ dan peningkatan arus katodik $R = 0,991$ terhadap bertambahnya jumlah siklus pada rentang potensial 0,2V hingga 0,8V. Hasil pelapisan film PPy yang menutupi permukaan kasa baja telah dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*.

Kata Kunci : Kasa baja, Polipirol, Elektropolimerisasi, Voltamogram siklik, Voltametri siklik

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYPYRROLE ON STEEL GAUZE ELECTRODE BY VOLTAMMETRY CYCLIC METHOD. The coating of polypyrrole (PPy) on steel gauze electrode by electropolymerization of pyrrole with voltammetry cyclic method has been investigated. The purpose of this research is a preliminary study the character of a steel gauze as working electrode which potential to electrodeposition on Polypyrrole (PPy) film based on literature. Based on cyclic voltammogram of PPy, the oxidation potential has been achieved at a potential range of 0V to 1V which compared to Ag/AgCl as reference electrode at an anodic peak current (I_{pa}) near 7 mA at a scan rate 100 mV/sec from a solution 0.05M of Py in the solution 0.1M of KCl as supporting electrolyte. The competition between PPy with some major component of steel gauze such as Fe, Zn, Cr or Mn occurred, in the potential range 0 to 1V during the electropolymerization. The main component of steel gauze has been analyzed by X-Ray Fluorescence (XRF). PPy films can cover the surface of steel gauze with the number of ten cycles of polymer growth on the electrode surface have been studied with the anodic and cathodic peak current with the correlation coefficient 0.999 and 0.991 of the increasing the number of cycles at the potential range of 0.2V to 0.8 V. The results of PPy film on the steel gauze electrode has been characterized by Fourier Transform Infra Red (FT-IR).

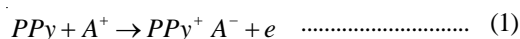
Keywords : Steel gauze, Polypyrrole, Electropolymerization, Cyclic voltammogram, Cyclic voltammetry

PENDAHULUAN

Saat ini, polipirol (PPy) merupakan salah satu polimer konduktif yang paling menjanjikan karena memiliki karakteristik yang baik termasuk preparasi

yang mudah, stabil, dan konduktivitas tinggi. Dalam bidang elektroanalitik dan elektrokimia PPy memiliki penerapan yang luas, seperti sensor dan piranti-piranti

elektrik. Secara elektronik polimer konduktif telah menarik perhatian karena kemampuannya secara reversibel antara keadaan konduktif dengan muatan positif menuju netral, melalui penggabungan dan pelepasan spesi anionik dari larutan sekitarnya pada keadaan oksidasi ataupun reduksi [1]. Dalam keadaan oksidasi, PPy sebagai senyawa elektroaktif yang bermuatan positif akan bergabung dengan *counter ion* sebagai *dopant*, seperti Persamaan (1)



Film PPy diperoleh dengan cara elektropolimerisasi secara voltametri siklik dengan mendeposikan monomernya dalam larutan elektrolit pada permukaan elektroda pada potensial puncak anodik (Epa) secara potensiostatik atau galvanostatik, dari kondisi ini ada keterkaitan antara struktur dan sifat pada pertumbuhan film polipirol dengan laju produksi polimer [2,3].

Voltametri siklik merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk karakterisasi film polimer konduktif, khususnya mempelajari reversibilitas transfer elektron dari reaksi oksidasi reduksi yang dimonitor melalui voltamogram siklik, yaitu diagram arus terhadap potensial [2]. Puncak karakteristik dalam voltamogram siklik disebabkan dari pembentukan lapisan difusi mendekati permukaan elektroda [1]. Keuntungan preparasi film yang dipolimerisasi secara elektrokimia prosesnya dapat dikerjakan dengan mudah dan waktu pengerjaan yang pendek. Lebih jauh, metode tersebut dapat mengontrol ketebalan lapisan film polimer dengan pasti berdasarkan pengukuran arus listrik selama elektropolimerisasi berlangsung [4].

Dalam proses elektropolimerisasi melibatkan beberapa variabel yaitu jenis elektrolit, pelarut, pH, suhu, konsentrasi monomer, *electrolyte type*, bahan elektroda dan kondisi elektrolisis. Bahan pendukung yang bertindak sebagai elektroda kerja diharapkan tidak ikut serta selama proses reaksi redoks, biasanya digunakan logam platina (Pt) [5,6] dan emas (Au) [7]. Keistimewaan logam-logam tersebut merupakan elektroda *inert*, memiliki rentang potensial yang lebar, namun harganya cukup mahal.

Beberapa literatur telah mempelajari bahan-bahan lainnya yang berpotensi sebagai pendukung elektroda. Elektrodposisi PPy pada permukaan Zn dicapai dalam larutan pirol 0,5 M; larutan natrium salisilat pada pH 5 dan suhu kamar yang merupakan kondisi optimal, dengan tujuan untuk aplikasi industri dengan kuat arus yang tinggi dan tanpa pelarutan logam [8]. Pertumbuhan film PPy pada permukaan elektroda kerja Cu dan Cu-Zn (kuningan) telah berhasil disintesis pada potensial 0,8V yang dibandingkan elektroda pembanding Ag/AgCl [9]. Elektrodposisi PANI (polianilin) dan polimer pada elektroda kerja dengan bahan pendukung

kasa baja jenis 304 (0,08 % C; 2 % Mn; 1 % Si, 18% Cr, 8 %Ni) secara voltametri siklik. Dari foto SEM diperoleh film polimer yang homogen [10].

Elektrodposisi polipirol hidrokuinon monosulfonat (HQS-PPy) pada bahan kasa baja sangat mudah dipreparasi, reproduibel, walaupun umur hidupnya singkat 60 hari [11]. Penelitian tentang polianilin-polipirol telah berhasil dipolimerisasi dalam lingkungan air secara elektrokimia pada baja karbon kondisi rendah yang non *inert* (99,9% Fe, 0,1% C) dengan rentang potensial 0,8 sampai 2,0 V dibandingkan terhadap elektroda kalomel, *SCE*. Potensi kasa baja sebagai material dapat bertindak sebagai elektroda kerja [10-14]. Kasa baja dapat digunakan sebagai material pendukung tempat dilakukan elektrodposisi polipirol [12]. Berdasarkan morfologi PPy, elektrodposisi membran PPy dalam suatu sel dengan elektrolit pendukung larutan Bu₄NPF₆ 0,1 M dan waktu elektrolisis selama 20 menit diperoleh komposit membran yang baik. Data *Scanning Electron Microscope (SEM)* menunjukkan pelapisan PPy dapat menutupi seluruh permukaan substrat, ada keterkaitan antara morfologi membran dengan parameter elektrometri.

Telah dilakukan elektrodposisi PPy dengan memanfaatkan kasa baja untuk menghasilkan membran rapat [13]. Membran ini dipergunakan dalam percobaan dialisis. Sebelum dilakukan sintesis membran berskala besar untuk pemisahan, karakteristik membran berskala kecil terhadap kation logam yang dipelajari lewat studi elektrometri dengan elektroda mikro platina dan elektroda kasa baja berukuran kecil. Elektrodposisi PPy dengan memanfaatkan kasa baja untuk menghasilkan membran rapat telah diteliti [14]. Sebelumnya telah berhasil mensintesis pelapisan film polimer di atas bahan pendukung kasa baja dengan metode elektropolimerisasi secara voltametri siklik dari (N-(3-(dimetilpiridil-2-il) aminopropil) pirol. Kondisi elektropolimerisasi telah dibandingkan terhadap pirol tersubstitusi gugus N, yaitu N-(3-asetamidopropil) dan N-(2-sianoetil) dengan suatu pelarut asam.

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari karakter permukaan kasa baja 400 *mesh* yang berpotensi sebagai elektroda kerja tempat elektrodposisi PPy dengan metode voltametri siklik seperti dijelaskan literatur sebelumnya. Berdasarkan voltamogram siklik PPy, pertumbuhan film polimer mampu melapisi permukaan kasa baja sebanyak 10 siklus pada rentang potensial 0,2 V hingga 0,8 V. Pertumbuhan film polimer diamatidengan besarnya koefisien korelasi potensial anodik dan potensial katodik, masing-masing adalah R = 0,999 dan R = 0,991 terhadap peningkatan arus anodik dan arus katodik bagi setiap penambahan jumlah siklus. Jaringan polimer struktur PPy pada permukaan kasa baja telah diamati dengan spektrum *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah monomer pirol [*Pyrrolle*] 98 %, [109-97-7], C_4H_5N , BM=67,09; BJ = 967 g/mL yang diperoleh dari *Sigma-Aldrich*; Pemurnian pirol dilakukan dengan destilasi vakum pada tekanan rendah. KCl sebagai elektrolit pendukung; gas nitrogen, metanol, kalium permanganat, asam oksalat dan akuabides digunakan sebagai pelarut.

Elektroda Kerja

Disiapkan elektroda kerja dari bahan kasa baja 400 mesh, dibuat dengan cara menggunting kasa baja ukuran 2 mm x 5cm. Sebelum dilakukan pengukuran terlebih dahulu elektroda kasa baja dibersihkan dengan mencelupkannya pada larutan kalium permanganat dan asam oksalat selama 10 menit dengan bantuan *ultrasonic*.

Peralatan

Peralatan laboratorium yaitu *ultrasonic Branson 3510*, seperangkat peralatan destilasi vakum disertai dengan alat pengatur suhu *Buchi GKR-50*, USA dan pompa vakum *Welch Gem 8890 Vacuum Pump*. Peralatan instrumen yang digunakan yaitu *X-Ray fluorescence (XRF) Thermoelectron*, USA; *Fourier Transform Infra Red (FT-IR) Prestige 21 Shimadzu*, Japan dengan *detector MTG-21* dan *Potensiostat Basi-Epsilon Version 1.60.70* dilengkapi dengan satu set program komputer.

Karakterisasi Kasa Baja 400 mesh

Kasa baja 400 mesh ukuran 2 cm x 2 cm merupakan sampel yang dikarakterisasi dengan *X-Ray Fluorescence (XRF)*. Data yang dihasilkan adalah sejumlah komponen unsur-unsur dalam persen yang terdapat dalam kasa baja.

Elektropolimerisasi Pirol Secara Voltametri Siklik

Pelapisan PPy pada elektroda kerja kasa baja dilakukan secara elektropolimerisasi dengan metode voltametri siklik. Satu set mini sel elektrolisis terdiri dari wadah sel berisi 5 mL larutan 0,5 M monomer dalam larutan elektrolit pendukung KCl 0,1M. Wadah sel elektrolisis tersebut dilengkapi empat lubang, yaitu di lubang tengah, tempat elektroda kerja kasa baja 400 mesh. Ketiga lubang di pinggir masing-masing pada dua lubang



Gambar 1. Elektroda kerja kasa baja 400 mesh.

Tabel 1. Hasil pengukuran Epa dan Ipa PPy terhadap elektroda pembanding Ag/AgCl berdasarkan variasi rentang potensial

	Rentang potensial (V)		
	-0,5 - 1	-0,1 - 1	0 - 1
Epa (V)	0,60	0,70	0,80
Ipa(mA)	2,16	3,77	6,06

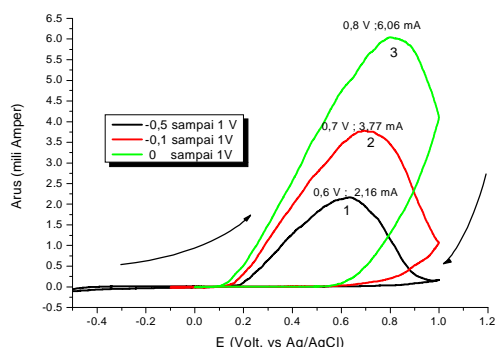
diletakkan elektroda bantu platina dan elektroda pembanding Ag/AgCl, sedangkan satu lubang lagi dialiri gas nitrogen untuk mencegah terjadinya oksigen terlarut. Satu sel elektrolisis tersebut dihubungkan dengan *Potensiostat* yang dilengkapi dengan satu set komputer. Sebagai hasil dari proses elektro polimerisasi diperoleh voltamogram siklik dipelajari melalui rentang potensial kerja, laju pindai, jumlah siklus dan variasi konsentrasi monomer.

Karakterisasi Film Polimer dengan Fourier Transform Infra Red (FT-IR)

Spektrum *FT-IR* PPy direkam pada rentang bilangan gelombang 4500 cm^{-1} hingga 400 cm^{-1} dari sampel kasa baja terlapisi film PPy.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan variasi rentang potensial, pelapisan PPy dicapai pada rentang potensial 0V hingga 1V dari variasi masing-masing rentang potensial -0,5V hingga 1V; -0,1V hingga 1V dan 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s dari larutan pirol 0,05 M dalam larutan KCl 0,1 M dengan potensial puncak anodik (Epa) dan arus puncak anodik



Gambar 2. Voltamogram PPy dari larutan Py 0,05 M pada larutan KCl 0,1 M dengan variasi rentang potensial -0,5V hingga 1V, -0,1V hingga 1V dan 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s.

Tabel 2. Hasil karakterisasi komponen utama dari sampel kasa baja 400 mesh dengan XRF

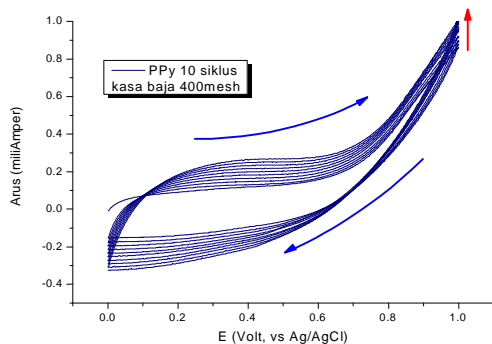
Unsur-unsur dalam kasa baja 400 mesh komposisi (%)	Fe	Cr	Zn	Ni	Mo	Mn	Si	Cu
	49,63	14,93	22,70	7,54	2,600	1,17	0,469	0,179

(Ipa) seperti dalam Tabel 1 dan voltamogram siklik Gambar 2. Mekanisme reaksi redoks yang diharapkan pada voltametri siklik adalah difusi dari muatan positif PPy⁺ yang selalu diimbangi mobilitas Cl⁻ (anion *dopant*) sebagai elektrolit pendukung pada permukaan elektroda.

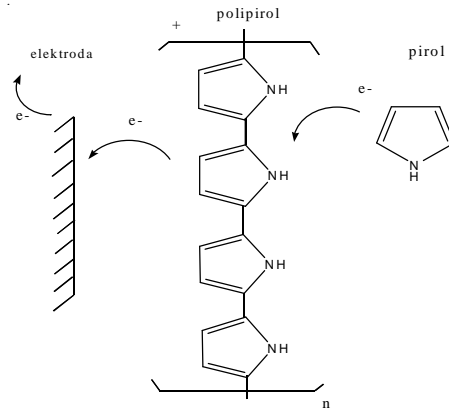
Persyaratan suatu bahan elektroda kerja dari substrat berpori harus konduktif dengan permeabilitas baik secara mekanik [12]. Kasa baja berpori 400 *mesh* yang bertindak sebagai elektroda memiliki komponen kimia utama yaitu Fe, Zn, Cr, Ni Mn dan Zn setelah dikarakterisasi dengan XRF seperti terbaca dalam Tabel 2.

Adanya komponen utama dalam kasa baja 400 *mesh* berpengaruh terhadap pergeseran nilai Ipa seperti pada voltamogram dari Gambar 2 dan Gambar 6. Hal ini berarti pada rentang potensial 0V hingga 1V potensial oksidasi PPy bisa bersaing dengan peran dari Fe, Zn, Cr, Ni dan Mn yang merupakan komponen-komponen berpotensi dalam proses oksidasi selama proses elektropolimerisasi berlangsung. Deposisi film PPy pada permukaan Fe, Ni dan Cr sangat bergantung pada karakter keaktifan logam dan lapisan oksida [15]. Pada kondisi tersebut PPy masih bisa mempertahankan proses oksidasinya. Hal ini diperkuat dari voltamogram siklik Gambar 3, PPy menunjukkan kemampuannya dalam proses redoks sebanyak sepuluh siklus pada rentang potensial 0,2V hingga 0,8V dengan pertumbuhan polimer lebih merata menutupi permukaan kasa baja. Banyaknya muatan yang diangkut per detik sebanding dengan kecepatan pertumbuhan kristal polimer yang besar dan kecil saling bertumpang tindih melapisi permukaan elektroda kerja kasa baja. Berdasarkan Gambar 3, ketika reaksi setengah siklus pertumbuhan polimer dicapai setelah 0,2V hingga 0,8V, setelah potensial di atas 0,8V maka PPy mencapai puncak oksidasinya (6,89 mA; 0,8 V) seperti dijelaskan dalam Gambar 2. Pada saat *scan* dibalik, pertumbuhan polimer dicapai antara 0,6 hingga 0V pada kondisi setengah siklus melalui proses reduksi.

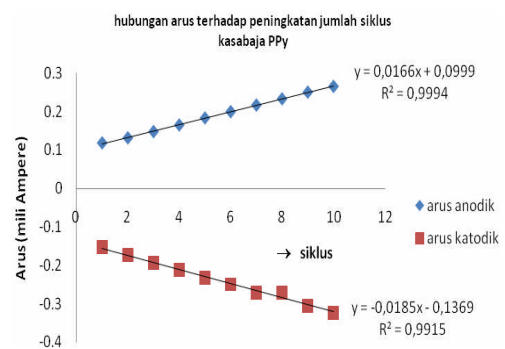
Proses redoks selama elektropolimerisasi mengalami tiga tahap. Tahap awal, selama setengah siklus pada awal polimerisasi dimulai dari potensial -0,5V hingga +0,5V yang mendorong ke arah netral



Gambar 3. Voltamogram PPy pada permukaan kasa baja sebanyak 10 siklus dari larutan Py 0,05 M dalam larutan KCl 0,1 M pada rentang potensial 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s.



Gambar 4. Usulan mekanisme pertumbuhan film PPy pada permukaan elektroda, dengan PPy sebagai mediator.



Gambar 5. Grafik hubungan arus anodik dan arus katodik terhadap peningkatan jumlah siklus sebanyak 10 siklus dari larutan pirol 0,05 M dalam KCl 0,1 M dengan rentang potensial 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s.

dengan melepaskan muatan anion. Pada tahap kedua, polimer mencapai puncak oksidasi dengan anion berdifusi kembali mempertahankan kenetralan muatannya, dan pada tahap akhir mencapai potensial reduksi terjadi pelepasan anion [6]. Biasanya potensial oksidasi kedua lebih tinggi dari oksidasi monomer lapisan PPy pada permukaan elektroda, namun densitasnya menjadi berkurang. Pada *scan* ketiga dan seterusnya terjadi kenaikan lagi, dimana PPy bertindak sebagai mediator pada oksidasi monomer ketika lapisan PPy cukup tebal pada permukaan elektroda (Gambar 4) [6].

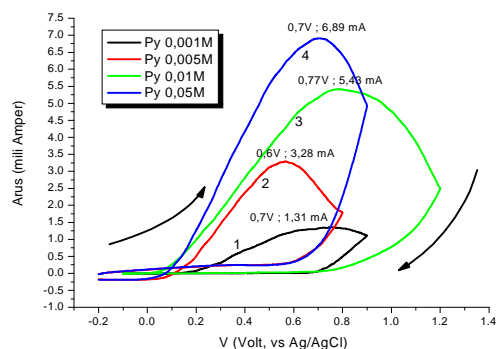
Pertumbuhan PPy sebanyak sepuluh siklus selama proses elektropolimerisasi diamati melalui hubungan peningkatan arus terhadap bertambahnya jumlah siklus memberikan nilai koefisien korelasi yang baik. Besarnya R = 0,999 dan R = 0,991 (Gambar 5), merupakan hubungan arus anodik dan katodik terhadap penambahan jumlah siklus.

Ketebalan lapisan film PPy dicapai sebanyak 10 siklus, dianggap dapat menutupi permukaan kasa baja. Biasanya jumlah siklus lapisan film PPy lebih banyak tetapi belum menutupi permukaan kasa baja, dikhawatirkan bisa menimbulkan resiko penumpukan polimer di permukaan elektroda sehingga pertumbuhan polimer tidak merata dan mengalami penumpukan selama

proses elektropolimerisasi berlangsung. Namun demikian, perlu diteliti dan dibahas dengan seksama kemampuan pelapisan PPy pada permukaan kasa baja dengan jumlah siklus lebih banyak. Selain itu, dinamika reaksi redoks (Persamaan (1)) selama elektropolimerisasi sangat bergantung pada kekuatan ion. Kekuatan dominan dari *dopant* dapat menghalangi difusi pertumbuhan PPy, sehingga pembentukan muatan sangat didominasi oleh gerakan *dopant* kation [1]. Lapisan film PPy pada permukaan kasa baja berpotensi sebagai polimer termodifikasi untuk bergabung dengan *counter ion* sebagai *dopant* [11].

Dengan demikian, perlu diteliti lebih detail jenis elektrolit disertai variasi konsentrasi larutan elektrolit untuk memperjelas kekuatan ionik selama proses elektropolimerisasi dengan bahan pendukung kasa baja sebagai elektroda. Beberapa elektrolit sebagai *counter ion* telah diteliti sebelumnya yaitu Natrium Dodesil Benzen Sulfonat (SDBS) [16]; Polistiren Sulfonat (PSS) [5]; tetrabutyl amonium tetrafluoroborat/propilen karbonat (TBABF4/PC) [17]; asam oksalat [18] serta variasi elektrolit lainnya yaitu Toluene Sulfonat (TS), Piren Sulfonat (PSA), Piren-1,3,6,8-tetrasulfonat (PTSA), natrium Dodesil Benzen Sulfonat (SDBS), 1,2-bis(desiklokarbonil) etana-1-sulfonat(DOCES), oktakloro-direnat (Re2Cl8) dan tetrafenil borat (TPB). Berdasarkan foto SEM, perbedaan *counter ion* tersebut berpengaruh terhadap morfologi film polimer dengan hasil bervariasi dari film yang menutupi permukaan elektroda [6].

Deposisi monomer dengan konsentrasi berbeda mempengaruhi pergeseran Ipa bila diamati Persamaan (2). Berdasarkan voltamogram siklik dari Gambar 6 penggunaan variasi konsentrasi larutan monomer yaitu 0,001 M, 0,005 M, 0,01 M dan 0,05 M dalam KCl 0,1M dengan rentang potensial 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s, mengalami pergeseran nilai Ipa dan Epa seperti dalam Tabel 3. Bertambahnya konsentrasi monomer sebanding dengan bertambahnya nilai Ipa. Efektivitas pelapisan film PPy dicapai pada konsentrasi



Gambar 6. Voltamogram PPy pada permukaan kasa baja berdasarkan variasi konsentrasi larutan pirol 0,001 M; 0,005 M; 0,01 M dan 0,05 M dalam larutan KCl 0,1M dengan rentang potensial 0V hingga 1V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl pada laju pindai 100 mV/s.

Tabel 3. Hasil pengukuran Epa dan Ipa PPy terhadap elektroda pembanding Ag/AgCl dengan variasi konsentrasi larutan Py dalam larutan KCl 0,1 M

	konsentrasi larutan Py (M)			
	0,001	0,005	0,01	0,05
Epa (V)	0,70	0,60	0,77	0,70
Ipa (mA)	1,31	3,28	5,43	6,89

larutan monomer 0,05M dalam larutan KCl 0,1M dengan nilai Ipa 6,89 mA.

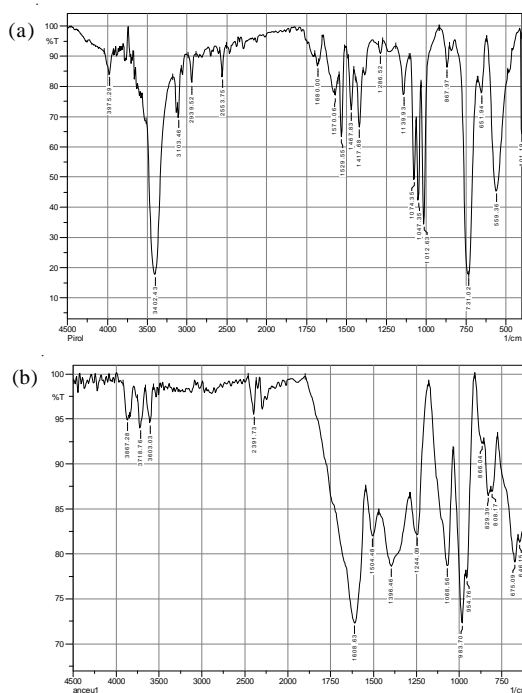
Berdasarkan persamaan *Randles-Sevcik*, (Persamaan (2)), menunjukkan bahwa makin besar konsentrasi maka nilai arus harusnya bertambah, dan berkaitan dengan besarnya luas permukaan elektroda, koefisien difusi dan laju pindai [1].

$$i_p = (2,69 \times 10^5) n^{3/2} A C D^{1/2} v^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- n = Banyaknya elektron
- A = Luas elektroda (cm²)
- C = Konsentrasi (mol/cm³)
- D = Koefisien difusi (cm²/det)
- v = Laju pindai (V/det)

Hasil rekaman spektrum *FT-IR* pirol dari Gambar 7(a), terdapat gugus fungsi N-H amina primer pada puncak 3402,43 cm⁻¹ dan 3103,45 cm⁻¹ dengan vibrasi ulur yang kuat; C-H lingkaran aromatik pada puncak 3103,46 cm⁻¹, diperkuat dengan puncak 2553,75 cm⁻¹ dan 2939,45 cm⁻¹. Gugus fungsi C-H alkana pada puncak 1467,83 cm⁻¹ hingga 1680 cm⁻¹; C=C alkena pada puncak 1417,68 cm⁻¹ dan C-N amina tekuk pada puncak 1258,52 cm⁻¹. Pada Gambar 7(b) mempelajari spektrum



Gambar 7. (a). Hasil rekaman spektrum *FT-IR* pirol dan (b). Hasil rekaman spektrum *FT-IR* PPy

PPy, bila dibandingkan dengan spektrum pirol dari Gambar 7(a) maka terjadi pergeseran puncak, yaitu N-H amina dari puncak $3402,43\text{ cm}^{-1}$ untuk pirol bergeser menjadi 3603 cm^{-1} untuk PPy. Hal ini menunjukkan penggabungan monomer (suatu polimer) dengan molekul besar dan ditandai dengan serapan dan vibrasi yang melemah di daerah bilangan gelombang tersebut.

KESIMPULAN

Penelitian elektrodeposisi PPy pada elektroda kerja kasa baja telah dicapai secara elektropolimerisasi dengan metode voltametri siklik pada larutan Py 0,05 M dalam pelarut KCl 0,1 M sebagai elektrolit pendukung. Kemampuan PPy untuk menutupi permukaan kasa baja telah dipelajari dari voltamogram siklik PPy dengan laju pindai 100 mV/detik pada rentang potensial 0,2V hingga 0,8V dibandingkan terhadap elektroda Ag/AgCl sebanyak 10 siklus, dengan koefisien korelasi diberikan sebesar $R=0,999$ dan $R=0,991$. Telah dipelajari besarnya arus anodik dan arus katodik seiring bertambahnya jumlah siklus selama proses elektropolimerisasi. Hasil spektrum *FT-IR* menunjukkan gugus fungsi yang terdapat dalam Py dan film PPy yang melapisi permukaan kasa baja. Pelapisan PPy pada elektroda kerja kasa baja perlu dipelajari dalam jumlah siklus lebih banyak, sehingga diharapkan lapisan film PPy yang mampu menutupi permukaan kasa baja berpotensi sebagai polimer termodifikasi untuk bergabung dengan *counter ion* sebagai *dopant* yang diaplikasikan sebagai sensor untuk merespon molekul tertentu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih atas bantuan dana penelitian dan dukungannya, yaitu beasiswa *Voucher* Program Doktor ITB, Hibah Penelitian Disertasi Doktor Dikti dan Hibah Penelitian Strategis Nasional Dikti.

DAFTAR ACUAN

- [1]. J. WANG, *Analytical Electrochemistry*, John Wiley and Sons, New York, (2000)
- [2]. SADKI, SAÏD., SCHOTTLAND, PHILIPPE., BRODIE, NANCY and SABOURAUD, *Chem. Soc. Rev.*, **29** (2000) 283-293
- [3]. SÖNMEZ, GÜRSEL and SARAÇ, ASEZAI, *Journal of Materials Science*, **37** (2002) 4609-4614
- [4]. COSNIER, SERGE and CĂTĂLIN POPESCU, *Ionel*, **319** (1996) 145-151
- [5]. K. JÜTTNER, K.-M. MANGOLD, M. LANGE and K. BOUZEK, *Russian Journal of Electrochemistry*, **40** (3) (2004) 317-325
- [6]. K. M. CHEUNG, D. BLOOR AND G. C. STEVENS, *Journal of Materials Science*, **25** (9) (1990) 3814-3837
- [7]. YANG, KUANG-HSUAN, LIU, YU-CHUAN and YU, CHUNG-CHIN, *Analytica Chimica Acta*, **631** (1) (2009) 40-46
- [8]. E. HERMELIN, J. PETITJEAN, S. AEIYACH, J. C. LACROIX and P.C. LACAZE, *Journal of Applied Electrochemistry*, **31** (8) (2001) 905-911
- [9]. M. BAZZAOU, J. I. MARTINS, E. A. BAZZAOU, T. C. REIS and L. MARTINS, *Journal of Applied Electrochemistry*, **34** (8) (2004) 815-822
- [10]. P. HERRASTI, P. OCÓN, A. IBÁÑEZ and E. FATÁS, *Journal of Applied Electrochemistry*, **33** (6) (2003) 533-540
- [11]. PRISSANAROON-OUAJAI, WALAIORN, PIGRAM, PAUL J., JONES, ROBERT and SIRIVAT, ANUVAT, *Sensors and Actuators B: Chemical.*, **138** (2) (2009) 504-511
- [12]. M. ZHOU, M. PERSIN and J. SARRAZIN, *Journal of Applied Electrochemistry*, **26** (7) (1996) 11-720
- [13]. SURYO GANDASASMITA, *Synthese et Electropolymerisation de Monomeres Pyrroliques Contenant Des Echangeurs de Cations et Des Complexants Macrocycliques: Caracterisation Des Film Polymers en Presence de Solutions Ioniques, PhD These, Academie de Montpellier, Sciences et Techniques du Languedoc, Universite Montpellier*, (2001) 146
- [14]. A. NAJI, C. MARZIN, G. TARRAGO, M. CRETIN, C. INNOCENT, M. PERSIN and J. SARRAZIN, *Journal of Applied Electrochemistry*, **31** (5) (2001) 547-557
- [15]. A. A. YAKOVLEVA, **36** (12) (2000) 1275-1282
- [16]. XING, SHUANGXI and ZHAO, GUOKU, *Polymer Bulletin*, **57** (2006) 933-943
- [17]. SON, YONGKEUN, CHOI, SEUNGYOUN, PARK, TAEJOON and LEE, YOUNGKWAN, *Molecular Crystals and Liquid Crystals.*, **444** (2006) 283-290
- [18]. RAJAGOPALAN JUDE, RAMAKRISHNAN and IROH, JUDE O., *Electrodeposition of Adherent Polyaniline-Polypyrrole Composite Coatings on Low Carbon Steel*, **78** (2002) 835-860