

Pembuatan Material Sensor Kelembaban Relatif Berbasis Selulosa Ubi Gajah dan Polianilin (PANi)

Rully Mandela*, Afdhal Muttaqin

Jurusan Fisika Universitas Andalas

**rm.mandela@hotmail.com*

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan material sensor kelembaban relatif (RH) berbasis selulosa ubi gajah dan polianilin (PANi). Pembuatan PANi-selulosa menggunakan metode *grafting* dengan variasi selulosa 1-5 g selulosa pada 10 mL PANi. Inisiator CuSO_4 (1 M) digunakan untuk membentuk radikal bebas, sehingga molekul selulosa bisa masuk pada tulang punggung PANi. PANi-selulosa hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan FTIR dan Spektrofotometer UV-VIS. Pengukuran resistansi dari film tebal PANi-selulosa dilakukan untuk setiap variasi penambahan selulosa berdasarkan perubahan kelembaban relatif. Hasil karakterisasi FTIR dan Spektrofotometer UV-VIS menunjukkan bahwa terjadinya pergeseran spektra IR dan serapan optik PANi oleh pencangkakan selulosa yang mengindikasikan keberhasilan pencangkakan PANi-selulosa. Penambahan massa selulosa dapat menurunkan nilai resistansi film PANi-selulosa. Secara keseluruhan, film PANi-selulosa memiliki pola resistansi yang berkesesuaian dengan tingkat kelembaban relatif, semakin tinggi nilai kelembaban relatif semakin rendah resistansi PANi-selulosa. Dari grafik kelembaban relatif terhadap resistansi, sampel terbaik sebagai material sensor RH adalah sampel dengan 10 mL PANi pada 3 g selulosa dengan koefisien korelasi sebesar 0,9640. Pencangkakan selulosa pada PANi meningkatkan sifat hidroskopis, matrik-matrik hidrofilik dan meningkatkan jumlah molekul uap air yang terperangkap di dalam PANi.

Kata kunci: Film tebal PANi-selulosa, *grafting* PANi-selulosa, kelembaban relatif, sintesis selulosa

ABSTRACT

The relative humidity (RH) sensor material based on manihot esculenta and polyaniline (PANi) has been fabricated. PANi-cellulose fabrication was conducted using the grafting method by the varying cellulose mass of 1-5 g in 10 mL PANi. CuSO_4 (1 M) initiator was used to build the free radical so that cellulose molecule can get into the PANi backbone. The synthetic PANi-cellulose was characterized by using FTIR, and UV-VIS Spectrophotometer. The resistance measurement of PANi-cellulose thick film made for varying of the addition of cellulose based on changes in relative humidity. The FTIR and UV-VIS Spectrophotometer characterization result shows that the shifting of spectra IR and PANi optical absorption by grafting cellulose indicate the success of PANi-cellulose grafting. The addition of cellulose decrease the resistance of PANi-cellulose film. The PANi-cellulose film resistance decrease with increasing of RH. The relative humidity to resistance graph show that, the best sample for RH sensor material is with 10 mL of PANi and 3 g of cellulose with 0,9640 corelation coefficient. The grafting of cellulose in PANi increase the hydroscopic properties, the hydrophilic matrixs and the trapped water vapour molecule in the PANi.

Keywords: Cellulose synthetic, grafting PANi-cellulose, relative humidity, thick layer of PANi-cellulose.

I. PENDAHULUAN

Sensor kelembaban merupakan sebuah peralatan yang mampu mendeteksi keberadaan dan mengukur kandungan uap air di udara. Berbagai material sudah dikembangkan untuk membuat sensor kelembaban, mulai dari bahan keramik (Hasan, dkk., 2010), polimer (Fei, dkk., 2013), semikonduktor (Lee, dkk., 2008), dan sebagainya. Pengembangan material yang dapat digunakan sebagai sensor kelembaban didasari pada nilai yang ekonomis, mudah didapat, mudah diproduksi, tahan korosi, memiliki sensitifitas yang baik dan dapat didaur ulang (Chen dan Lu., 2005). Dari berbagai material yang telah dikembangkan, pemanfaatan selulosa pada sensor kelembaban menjanjikan untuk dikembangkan.

Selulosa pada dasarnya dapat digunakan sebagai material sensor kelembaban seperti penelitian Ahmad, dkk (2008) yang melapiskan film selulosa di atas substrat kaca dengan perak sebagai elektroda dengan menggunakan metoda *drop casting*. Selulosa sebagai material sensor kelembaban, memiliki kelebihan dalam daya serap yang tinggi terhadap uap air di udara. Namun karena daya serap tinggi terhadap uap air di udara, pada film selulosa sering terbentuk cluster yaitu terbentuknya molekul air yang tertahan pada film polimer (Chen dan Lu., 2005).

Untuk mengatasi masalah tersebut selulosa bisa dicangkokkan pada material yang memiliki daya serap yang lemah terhadap uap air di udara. Penelitian yang dilakukan Shukla (2012), membuat sensor kelembaban dari material polianilin (PANi) yang merupakan material dengan daya serap rendah terhadap uap air di udara dicangkok selulosa yang memiliki daya serap tinggi terhadap uap air di udara. Sensor kelembaban yang dihasilkan memiliki rentang pengukuran kelembaban relatif 5% – 90% dengan linearitas yang baik (Shukla, 2012). Penelitian yang dilakukan Shukla (2012) menggunakan selulosa mikrokristalin dari *pulp* kayu.

Pada penelitian ini, menggunakan selulosa dari umbi ubi gajah. Ubi gajah merupakan jenis ubi kayu yang beracun, dengan kadar asam sianida (HCN) yang tinggi (Koswara, 2009), sehingga tanaman ini kurang dimanfaatkan dan nilai ekonominya rendah. Namun, Umbi ubi gajah banyak mengandung selulosa dalam bentuk persenyawaan polisakarida yang terdapat di dalam patinya. Mengacu pada penelitian Shukla (2012), selulosa umbi ubi gajah dicangkokkan pada PANi dengan bantuan inisiator *cupric sulfate* (Cu_2SO_4). PANi-selulosa yang terbentuk di karakterisasi dengan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan Spektrofotometer UV-Visible untuk melihat keberhasilan pencangkokan. Papan PCB (*Printed Circuit Board*) kemudian dilapisi PANi-selulosa dengan metode *dip coating*. Karakterisasi sensor kelembaban PANi-selulosa, dilakukan pada ruang kontrol kelembaban dengan bantuan larutan garam.

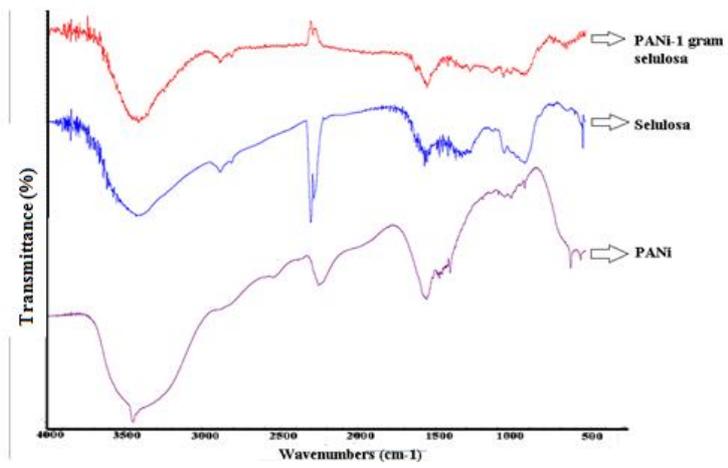
II. METODE

Pencangkokan Selulosa pada PANi merujuk pada penelitian yang telah dilakukan Shukla (2012) dimana polimerisasi anilin dilakukan dalam suasana asam. Selulosa yang ingin dicangkokkan pada PANi dimasukkan ke dalam proses polimerisasi anilin dengan bantuan inisiator CuSO_4 . Berikut rincian langkah pembuatan PANi-selulosa.

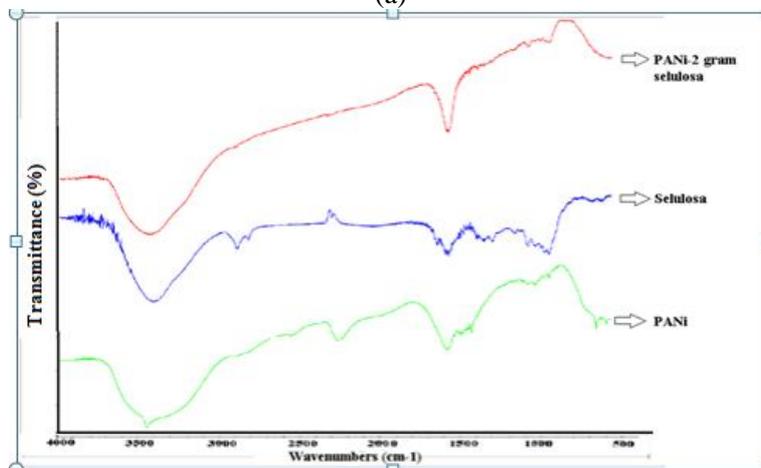
Selulosa dengan variasi berat yaitu 1-5 g ditambahkan ke dalam 10 mL anilin. Kemudian campuran ini dilarutkan dalam 200 mL HCl 2% dan diaduk dengan *magnetic stirrer*. Selama proses pengadukan 5 mL larutan CuSO_4 1M ditambahkan ke dalam campuran dengan cara diteteskan. Proses pengadukan dilakukan selama 1 jam, lalu larutan didiamkan selama 3-4 jam sehingga diperoleh endapan hitam kehijauan. Endapan PANi-selulosa yang didapat kemudian disaring dan dicuci dengan aquades dan metanol. PANi-selulosa yang didapatkan dikeringkan pada suhu 50 °C dalam oven selama 24 jam. PANi selulosa yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR. PANi-selulosa hasil sintesis ditambahkan 25 mL aquades kemudian di-*coating* di atas papan PCB dengan metoda *dip coating* dengan waktu celup 10 menit. Film PANi-selulosa yang terbentuk pada papan PCB di-*aging* selama 24 jam pada suhu kamar. PANi-selulosa yang dilarutkan dengan aquades diencerkan sebanyak 10 kali lalu dikarakterisasi dengan Spektrofotometer UV-VIS. Pengukuran resistansi sebagai fungsi RH dilakukan terhadap PANi-selulosa. Menurut Stejskal (2002) terjadi tiga tahap dalam proses polimerisasi PANi dimana masing masing tahap memiliki mekanisme temperatur tertentu dan indikasi perubahan tertentu. Pada tahap pertama tahap induksi yaitu temperatur akan relatif konstan dengan campuran reaksi berwarna hijau. Pada tahap kedua eksotermis temperature campuran mulai meningkat, warna campuran berubah menjadi hijau gelap. Pada tahap ketiga pasca polimerisasi terbentuk endapan hijau kehitaman.

III. HASIL DAN DISKUSI

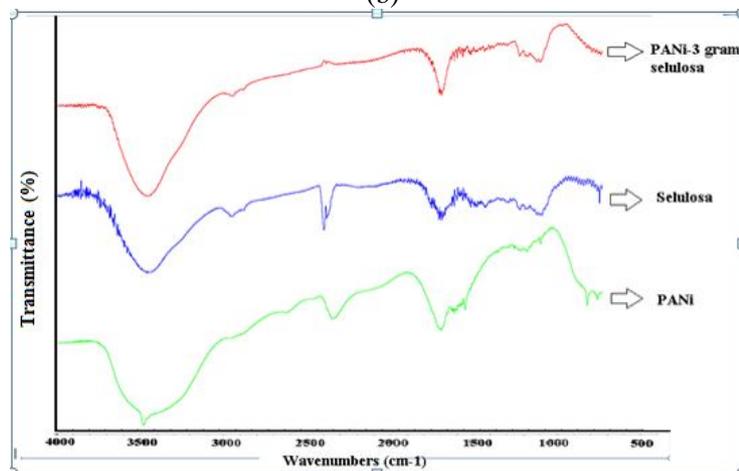
PANi-selulosa hasil sintesis dikarakterisasi dengan FTIR dan Spektrofotometer UV-VIS. Pada spektra FTIR kita dapat melihat pergeseran nilai puncak serapan dari PANi dan selulosa pada PANi-selulosa. Nilai puncak serapan PANi, selulosa dan PANi-selulosa data spektra FTIR dikelompokkan seperti terlihat pada Gambar 1.



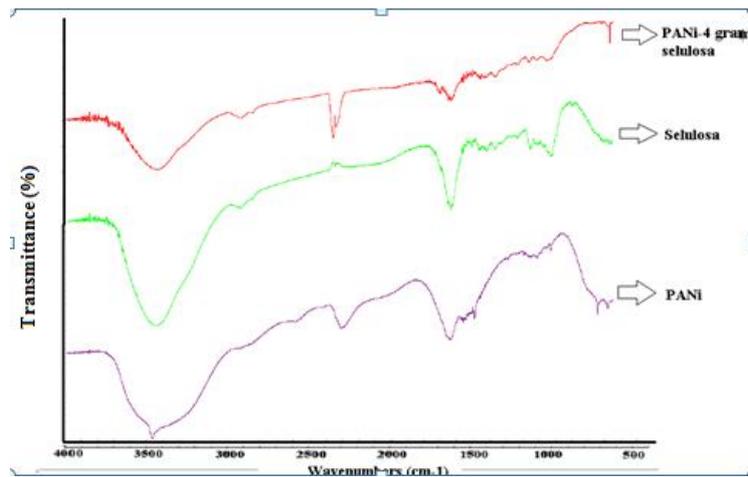
(a)



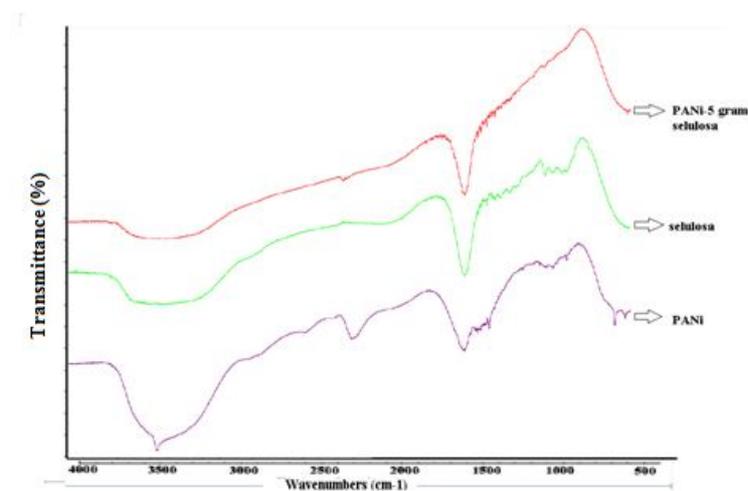
(b)



(c)



(d)



(e)

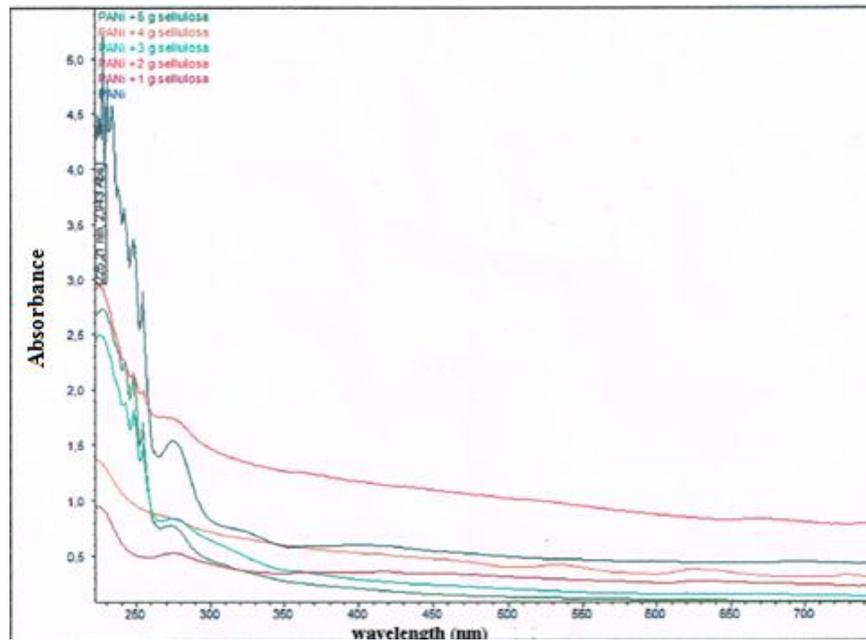
Gambar 1 Spektra IR PANi, selulosa dan (a) PANi-1 g selulosa (b) PANi-2 g selulosa (c) PANi-3 g selulosa (d) PANi-4 g selulosa (e) PANi-5 g selulosa

Seperti yang diperlihatkan Gambar 1 (a) pencangkakan 1 g selulosa pada PANi ditunjukkan oleh pergeseran dari spektra IR PANi, selulosa dan PANi-selulosa. Pada puncak serapan 3467,28 cm^{-1} PANi bergeser menjadi 3430,32 cm^{-1} pada PANi-1 g selulosa. Puncak serapan 2919,62 cm^{-1} selulosa bergeser menjadi 2928,94 cm^{-1} pada PANi-1 g selulosa. Puncak serapan 2313,92 cm^{-1} , 2360,61 cm^{-1} PANi dan selulosa tidak ditemukan pada PANi-1g selulosa. Puncak serapan 1637,34 cm^{-1} , 1647,87 cm^{-1} pada PANi dan selulosa bergeser menjadi 1636,69 cm^{-1} pada PANi-1 g selulosa. Puncak serapan 1032,33 cm^{-1} pada selulosa bergeser menjadi 1032,79 cm^{-1} . pada PANi-1 g selulosa. Pergeseran spektra IR juga ditemukan pada variasi pencangkakan variasi lain seperti terlihat pada Gambar 1 (b) sampai Gambar 1 (e). Hasil yang ditunjukkan oleh spektra IR ini sesuai dengan apa yang didapat oleh peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Shukla (2012).

PANi-selulosa hasil sintesis dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-VIS double beam. Menurut I Yu Sapurina (2010) dalam Hadiana (2012) menyatakan bahwa polianilin konduktivitas tinggi memiliki serapan optik dalam rentang sinar tampak sampai infra red, sedangkan untuk polianilin konduktivitas rendah memiliki serapan optik di bawah 500 nm.

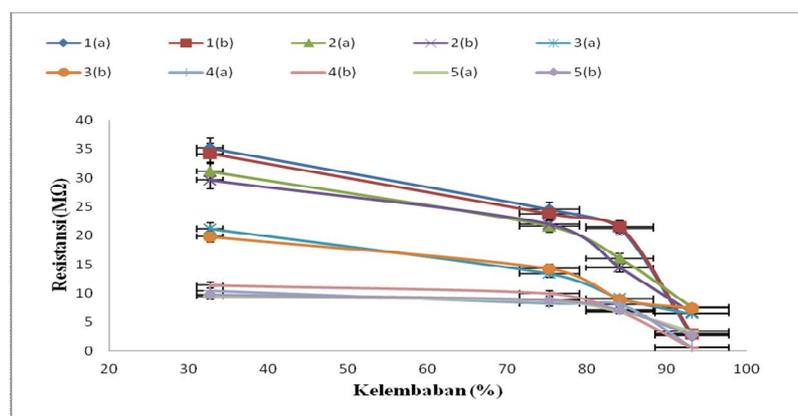
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa PANi memiliki 3 puncak serapan yaitu 415 nm, 280 nm dan puncak serapan maksimum 235 nm. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa akibat pencangkakan selulosa pada PANi serapan optik PANi akan mengalami pergeseran. Dimana PANi yang memiliki puncak serapan maksimum 235 nm bergeser menjadi 225 nm dan 223 nm.

Pergeseran serapan optik mengindikasikan adanya interaksi antara PANi dengan selulosa (Shukla, 2012).



Gambar 2 Karakterisasi spektrofotometer UV–VIS PANi dan PANi-selulosa

Karakterisasi sensor dilakukan dalam ruang tertutup dengan larutan garam jenuh. Pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin tinggi persentase kelembaban relatif, maka semakin rendah nilai resistansi yang didapatkan. Hasil ini menunjukkan adanya interaksi antara matrik polimer PANi-selulosa dengan kandungan uap air yang terdapat di udara. Semakin tinggi jumlah uap air di udara, semakin banyak jumlah molekul uap air yang terikat pada matrik film PANi-selulosa. Dengan demikian, semakin banyak jumlah molekul uap air yang terikat pada matrik film mengakibatkan meningkatnya ion-ion yang terlarut sebagai pembawa muatan dalam film. Molekul air yang terlarut dalam film akan terionisasi menjadi ion H⁺ dan ion OH⁻. Pertukaran ion H⁺ dan ion OH⁻ dalam matrik film PANi-selulosa akan membantu dalam penurunan resistivitas (Chen dan Lu., 2005).



Gambar 3 Grafik hubungan perubahan kelembaban relatif terhadap nilai resistansi film PANi-selulosa

Pencangkakan 3 g selulosa dengan PANi memiliki linearitas yang bagus berkaitan dengan intensitas spektrum IR selulosa 3 g yang tinggi. Intensitas spektrum IR yang lebih tinggi dikarenakan sampel memiliki konsentrasi gugus fungsi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi

pada gugus fungsi tertentu sangat membantu proses pencangkakan terutama pada gugus fungsi hidrokarbon tidak jenuh.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak variasi pencangkakan selulosa pada PANi semakin rendah nilai resistansinya ini dapat kita lihat pada kelembaban relatif 32,65%. Pencangkakan selulosa yang merupakan hidroskopis kuat pada PANi yang merupakan hidrofilik lemah akan memperbaiki sifat hidrofilik PANi. Semakin banyak selulosa yang tercangkok pada PANi, maka semakin panjang rantai polimer yang dihasilkan. Apabila semakin panjang rantai polimer, maka matrik pengikat *filler* juga semakin banyak. Dalam aplikasi sensor kelembaban yang berperan sebagai *filler* film polimer adalah molekul air. Semakin banyak jumlah air yang masuk dalam matrik polimer, maka semakin banyak ion pengantar muatan sehingga resistansi bahan semakin kecil.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan bahwa selulosa berhasil dicangkakan pada PANi sebagaimana terlihat pada spektra IR dan serapan optik. Semakin besar massa selulosa yang ditambahkan pada PANi semakin kecil resistansi film PANi-selulosa yang dihasilkan dan resistansi sensor kelembaban PANi-selulosa berbanding terbalik dengan RH. PANi yang dicangkok dengan variasi massa selulosa bisa dimanfaatkan sebagai material sensor RH. PANi dengan pencangkakan 3 g selulosa memiliki linearitas yang bagus yaitu 0.9640.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z. Sayyad, H.M. Karimov, S.Kh., Journal of Ovonic Research 5, Hal : 91-95 (2008)
Chen, Z., and Lu, C., Sensor Letters 3, Hal 274-295 (2005)
Fei, T. Zhao, H. Jiang, K. Zhou, X. Zhang, T., Journal of applied polymer science (2013)
Hasan, S. E. Jahiding, M. Hasrin, Sudiana, N.I. Idris, I., Jurnal Aplikasi Fisika 6 (2010)
Hadiana, D., "Polimerisasi Anilin oleh Horseradish Peroksidase dan Karakteristiknya", Tesis, UI, 2012
Lee, S.P. Lee, J.G. Chowdhury, S., Molecular Diversity Preservation International 8, Hal 2662-2672 2008.
Koswara, K., 2009, Teknologi Pengolahan Singkong (Teori dan Praktek), Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Hal 20
Shukla, K. S., India Journal of engineering & materials Sciences 19, Hal:417-420 (2012)
Stejskal, J., Pure Appl 19. Chem, Hal 85S7-867 (2002)