

PENGARUH KELEMBABAN TERHADAP SIFAT OPTIK *FILM* GELATIN

Akhiruddin Maddu¹, Kun Modjahidin¹, Sar Sardy², dan Hamdani Zain²

1. Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

2. Program Optoelektroteknika dan Aplikasi Laser, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta 10430, Indonesia

E-mail: akhirmaddu@ipb.ac.id

Abstrak

Telah dikaji pengaruh kelembaban terhadap sifat optik *film* gelatin yang dibuat dengan teknik *casting* melalui proses sol-gel. *Film* gelatin dikaji sifat optiknya terhadap perlakuan variasi kondisi kelembaban. Respon optik yang diamati berupa transmisi dan absorpsi optik pada spektrum cahaya tampak yang diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis (*Ultraviolet – Visible*). Hasil pengukuran transmisi dan perhitungan absorpsi optik memperlihatkan bahwa respon optik *film* gelatin berada pada pita cahaya tampak yang lebar dalam rentang 530 – 680 nm, dengan respon cukup nyata pada pita spektrum 580 – 650 nm. Perlakuan kelembaban berbeda memberikan perubahan karakteristik optik yang signifikan, yaitu spektrum transmitansi dan absorbansi optik *film* gelatin berubah terhadap perubahan kelembaban. Intensitas transmitansi optik *film* gelatin naik terhadap kenaikan kelembaban pada selang 580 – 650 nm, sebaliknya spektrum absorbansi optiknya turun terhadap kenaikan kelembaban pada selang tersebut. Kurva intensitas transmisi dan absorpsi optik terhadap variasi kelembaban dari 37%RH hingga 99%RH pada 610 nm memperlihatkan linearitas yang cukup baik. Dua sampel *film* gelatin yang diuji memperlihatkan karakteristik yang sama.

Abstract

Humidity Dependence of Optical Properties of Gelatin Films. Humidity dependence of optical properties of gelatin films prepared by casting technique has been investigated. Gelatin films was investigated its optical properties to varied humidity condition. Optical responses investigated are optical transmission and absorption at visible light spectrum measured utilizing a UV-Vis (*Ultraviolet – Visible*) spectrophotometer. The results of optical transmittance and absorbance obtained shows an optical response of gelatin films in widely visible light spectrum within range 530 – 680 nm, with most clearly response in a spectrum band in 580 – 650 nm. Different humidity treatment cause a significantly change of optical characteristics, that is the transmittance and absorbance change in to humidity. Transmittance of gelatin films increase with increasing humidity in a range 580 – 650 nm, in contrast with absorbance that is decrease with increasing humidity. Plot of transmission and absorption intensity with varied humidity from 37%RH to 99%RH at 610 nm exhibited a good linearity. Two samples showed same characteristics.

Keywords: gelatin, optical properties, humidity sensor

1. Pendahuluan

Kelembaban merupakan ukuran kehadiran uap air di udara. Jumlah uap air mempengaruhi proses-proses fisika, kimia dan biologi di alam. Jumlah uap air di udara dapat mempengaruhi kenyamanan manusia begitupun proses produksi di industri dan secara umum berpengaruh terhadap lingkungan makhluk hidup [1].

Berbagai teknik dan material telah dikembangkan dan digunakan sebagai sensor kelembaban. Dua tipe sensor kelembaban yang ada di pasaran adalah sensor kapasitif dan resistif. Sensor kelembaban resistif biasanya menggunakan bahan-bahan oksida keramik seperti TiO₂ [2,3] sedangkan sensor kelembaban kapasitif menggunakan bahan-bahan polimer seperti PMMA [4]. Sensor kelembaban lainnya didasarkan atas perubahan sifat optik bahan terhadap perubahan kelembaban, diantaranya menggunakan hidrogel yang mengalami pembengkakan ketika menyerap uap air. Sensor

kelembaban optik memiliki kelebihan karena tidak mengalami interferensi elektromagnetik, berbeda dengan tipe resistif dan kapasitif yang sangat rentan dengan efek interferensi elektromagnetik [5].

Gelatin adalah bahan hidrogel dari polimer alami yang diekstrak dari tulang dan kulit berbagai jenis binatang, Hidrogel gelatin mengalami pembengkakan (*swelling*) ketika menyerap air, mampu menyerap air 5-10 kali bobotnya, membentuk gel pada suhu 35-40°C dan larut dalam air panas, serta dapat berubah secara *reversible* dari sol ke gel [5,6].

Gelatin selama ini banyak digunakan dalam industri makanan dan farmasi. Dalam industri farmasi, bahan gelatin biasanya dimanfaatkan sebagai *drug delivery* [7]. Beberapa peneliti telah mengkaji bahan gelatin sebagai bahan sensor kelembaban, baik tipe resistif, kapasitif maupun tipe optik [5,6,8,9]. Dalam penelitian ini dilakukan studi awal tentang respon optik *film* gelatin terhadap perubahan kelembaban untuk aplikasi sensor kelembaban optik.

Sebagai bahan hidrogel, gelatin mengalami pembengkakan ketika menyerap air sehingga mengurangi kerapatannya. Uap air yang diserap oleh gelatin akan memasuki rongga-rongga di dalam gelatin sehingga mengalami pembengkakan (*swelling*). Implikasinya, indeks bias optik akan berubah yaitu berkurang terhadap jumlah uap air yang diserap, sehingga sifat absorpsi optiknya menurun [5,6,9]. Perubahan indeks bias gelatin terhadap konsentrasi uap air yang diserap diberikan oleh persamaan berikut [10]

(1)

dengan

(2)

dimana n_{ps} adalah indeks bias polimer saat *swelling*, n_{pu} indeks bias sebelum *swelling*, n_{H_2O} indeks bias air, d_{ps} diameter rongga saat *swelling*, d_{pu} diameter rongga sebelum *swelling*, dan f_{H_2O} fraksi uap air yang diserap.

2. Metode Penelitian

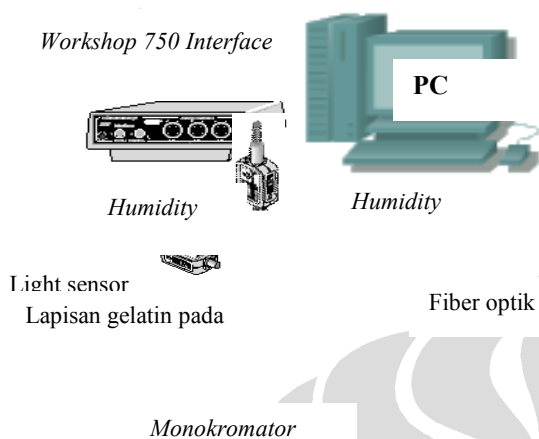
Bahan-bahan yang digunakan adalah serbuk gelatin, kaca preparat, dan garam-garam ($MgCl_2$ dan K_2CO_3) serta air. Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur, pengaduk magnetik, pemotong kaca, *hot plate*, termometer, *scanning monochromator*, *Workshop 750 Interface* (PASCO), *high sensitive light sensor* (PASCO), *humidity sensor* (PASCO), *personal computer*, sumber cahaya, dan wadah uji kelembaban.

Pembuatan dan deposisi larutan gelatin dilakukan dengan melarutkan serbuk gelatin sebanyak 9 gram ke dalam 30 ml air aquades, lalu dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu $\pm 70^\circ C$ sambil diaduk hingga campuran serbuk gelatin larut dalam air. Larutan dibiarkan di udara terbuka hingga suhu larutan mencapai $\pm 30^\circ C$ dan membentuk gel. *Film* gelatin dibuat dengan meneteskan gel gelatin pada substrat kaca kemudian dilakukan *casting*, selanjutnya didiamkan selama satu hari di tempat yang kering.

Pengkondisian kelembaban pada wadah uji dilakukan dengan memasukkan beberapa jenis garam dan air ke dalam wadah uji kelembaban. Garam-garam yang digunakan adalah magnesium klorida ($MgCl_2$), kalium karbonat (K_2CO_3), dan natrium klorida ($NaCl$), selain itu juga digunakan air untuk mendapatkan kondisi kelembaban paling tinggi. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban adalah *humidity sensor* (PASCO) yang dihubungkan ke komputer melalui *Workshop 750 Interface* (PASCO).

Karakterisasi sifat optik *film* gelatin dilakukan melalui pengukuran spektrum transmisi optiknya. Karakterisasi dilakukan pada beberapa kondisi kelembaban (%RH) berbeda menggunakan pengkondisi kelembaban. Untuk absorpsi optik diperoleh melalui perhitungan data transmisi optik yang diperoleh dari pengukuran. Pengukuran karakteristik optik dilakukan dengan menggunakan *set-up* pada Gambar 1. Sebuah monokromator yang dilengkapi lampu tungsten-halogen digunakan sebagai sumber cahaya polikromatik dan kabel serat optik untuk keluaran monokromator. Sampel *film* gelatin pada substrat kaca ditempatkan berdiri di dalam wadah uji yang berisi garam-garam atau air pengkondisi kelembaban. Ujung serat optik diarahkan ke salah satu sisi wadah uji yang transparan, sedang pada sisi berlawanan ditempatkan sebuah sensor optik yang terhubung dengan *interface* untuk akuisisi data dengan komputer. Kondisi kelembaban di dalam wadah dipantau menggunakan sensor kelembaban yang juga terhubung dengan *interface* yang sama.

Pengambilan data dilakukan dengan memindai (*scanning*) monokromator menggunakan *motor controller* dengan perangkat lunak (*software*) yang ada di dalam komputer. Pada saat bersamaan juga diambil data intensitas cahaya yang ditransmisikan melewati *film* gelatin menggunakan sensor optik yang diakuisis dengan komputer melalui *interface*. Pemindaian monokromator diambil dari panjang gelombang 380 hingga 830 nm. Langkah-langkah di atas dilakukan untuk beberapa kondisi kelembaban.



Gambar 1. *Set-up* pengukuran sifat optik lapisan gelatin

3. Hasil dan Pembahasan

Pengondisian kelembaban dilakukan dengan memberikan berbagai macam garam dan air ke dalam wadah uji. Garam-garam yang dimasukkan ke dalam wadah uji dapat menghasilkan nilai kelembaban yang berbeda-beda berdasarkan sifat serapan uap air masing-masing garam tersebut, sedangkan pemberian air ke dalam wadah akan memberikan nilai kelembaban yang paling tinggi. Dari hasil pengukuran untuk masing-masing perlakuan dengan garam-garam dan air serta udara diperoleh nilai-nilai kelembaban seperti pada Tabel 1.

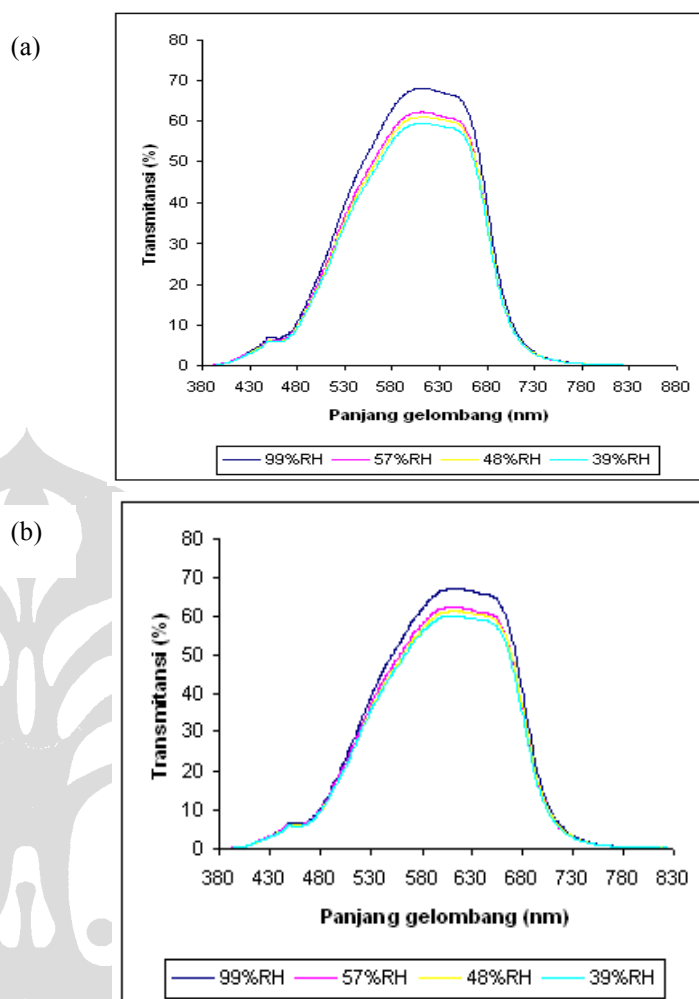
Kelembaban tertinggi diperoleh ketika wadah uji diisi air yaitu sebesar 99%, dan kelembaban terendah diperoleh sebesar 39% saat diisi $MgCl_2$. Nilai kelembaban lainnya adalah 48% dengan K_2CO_3 dan kelembaban 57% pada atmosfer udara (tanpa perlakuan).

Hasil pengukuran spektrum transmisi optik *film* gelatin pada kondisi kelembaban berbeda ditunjukkan pada Gambar 2. Dalam penelitian ini digunakan dua sampel *film* gelatin dengan ketebalan berbeda, yaitu 114 μm dan 110 μm . Tampak pada kurva spektrum bahwa *film* gelatin memiliki transmisi optik dalam pita cahaya tampak yang lebar yaitu dari 530 nm hingga 680 nm. Pengaruh variasi kelembaban terlihat pada variasi intensitas transmisi pada rentang pita spektrum 580- 650 nm, dimana intensitas transmisi meningkat terhadap kenaikan nilai kelembaban (%RH). Kedua sampel *film* gelatin memperlihatkan karakteristik transmisi optik yang mirip.

Kondisi kelembaban yang berbeda pada *film* gelatin tidak mengakibatkan perubahan bentuk spektrum transmisi yang menyolok, hanya intensitas yang berubah nyata pada rentang 580 – 650 nm seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Spektrum tersebut memperlihatkan bahwa setiap kenaikan kelembaban mengakibatkan kenaikan intensitas transmisi optik *film* gelatin. Hal ini akibat menurunnya kerapatan *film* gelatin sehingga indeks bias *film* juga menurun terhadap meningkatnya jumlah uap air yang diserap, akibatnya cahaya merambat lebih cepat di dalam *film* ketika indeks bias lebih kecil dan transmisi optiknya meningkat.

Tabel 1. Nilai-nilai kondisi kelembaban relatif

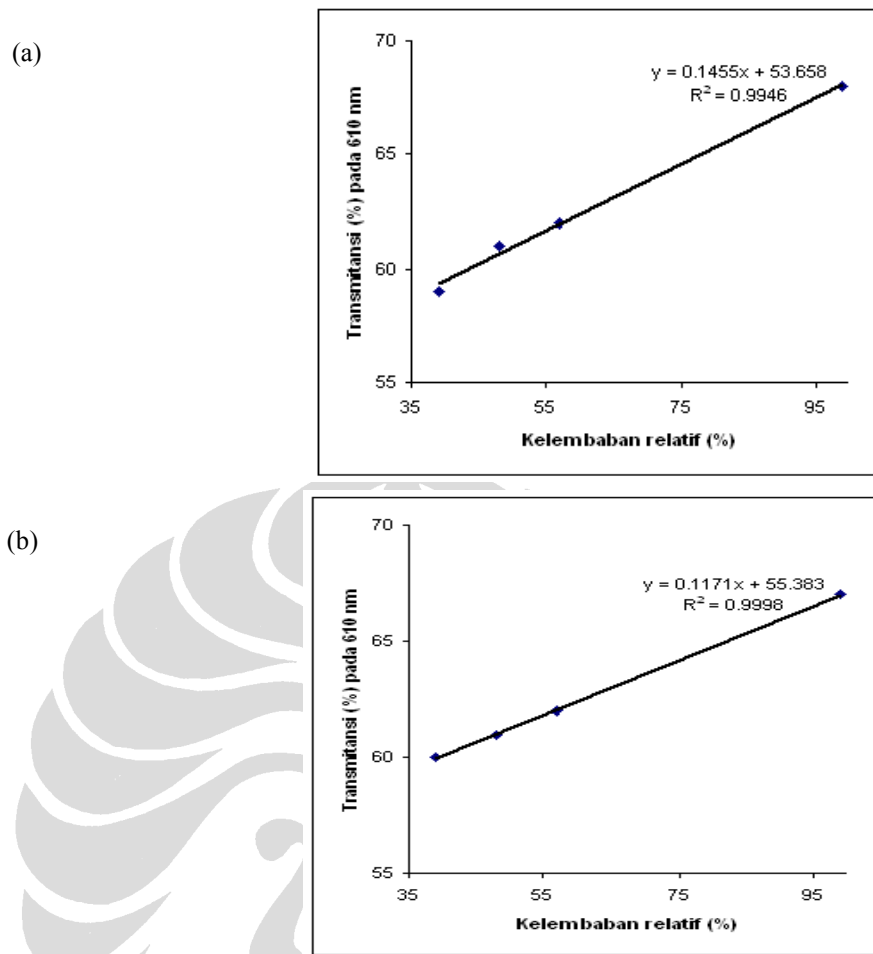
No	Bahan	RH (%)	Suhu ($^{\circ}C$)
1	Air	99	29
2	Udara	57	29
3	K_2CO_3	48	29
4	$MgCl_2$	39	29



Gambar 2. Spektrum transmitansi *film* gelatin terhadap variasi kelembaban, sampel (a) 114 μ m, (b) 110 μ m

Variasi intensitas transmisi optik *film* gelatin terhadap kelembaban mengindikasikan *film* gelatin dapat merespon kondisi kelembaban di sekitarnya. Indikasi ini memberikan informasi penggunaan bahan gelatin sebagai bahan sensor kelembaban optik. Untuk mengetahui lebih jelas respon *film* gelatin terhadap kelembaban, maka dibuat plot antara nilai transmisi terhadap variasi kelembaban pada panjang gelombang respons maksimumnya yaitu pada 610 nm hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 memperlihatkan kurva yang cukup linier, seperti ditunjukkan oleh nilai R^2 yang di atas 0,9 untuk kedua sampel. Hasil ini menunjukkan bahwa *film* gelatin dapat merespon dengan baik perubahan kelembaban di sekitarnya, yaitu adanya kenaikan transmisi optik terhadap kenaikan kelembaban. Perubahan transmisi optik yang linier terhadap nilai kelembaban menandakan bahwa *film* gelatin memiliki respon yang baik dalam merespon perubahan kelembaban.



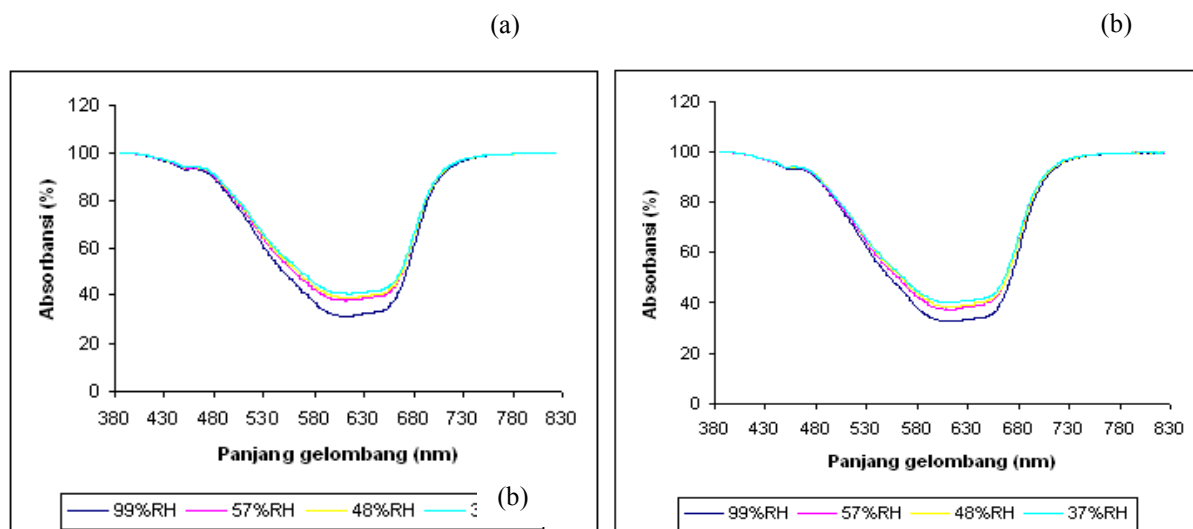
Gambar 3. Plot intensitas transmansi *film* gelatin pada 610 nm terhadap variasi kelembaban.

Absorbansi optik *film* gelatin dihitung dari data transmansi menggunakan hubungan

$$(3)$$

dimana I_0 adalah intensitas cahaya datang, I adalah intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh *film*, dan T adalah transmansi. Kurva absorbansi optik hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4, yaitu karakteristik serapan optik *film* gelatin pada spektrum cahaya tampak dalam rentang 530–680 nm. Kurva spektrum menunjukkan absorpsi optik *film* gelatin turun terhadap kenaikan nilai kelembaban dalam rentang tersebut.

Variasi karakteristik absorpsi optik *film* gelatin terhadap perubahan kelembaban cukup signifikan. Variasi ini diyakini akibat terjadinya pembengkakan pada *film* gelatin ketika menyerap uap air sehingga kerapatan *film* menurun dan menyebabkan indeks bias gelatin juga menurun, akibatnya cahaya menjalar lebih cepat sehingga absorpsi optiknya menurun.

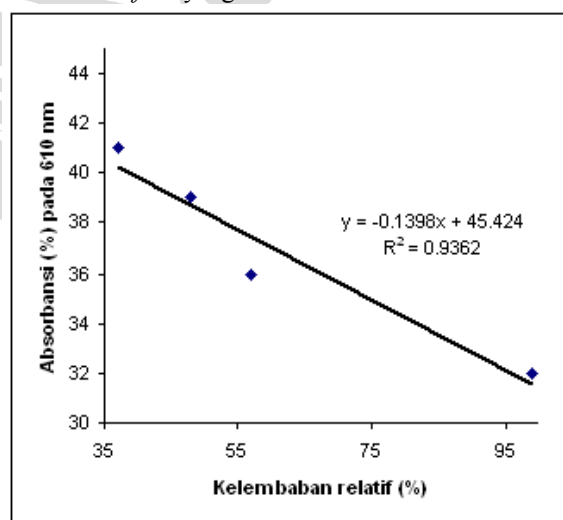


Gambar 4. Spektrum absorpsi *film* gelatin terhadap kelembaban, sampel (a) 114 μ m, dan (b) 110 μ m

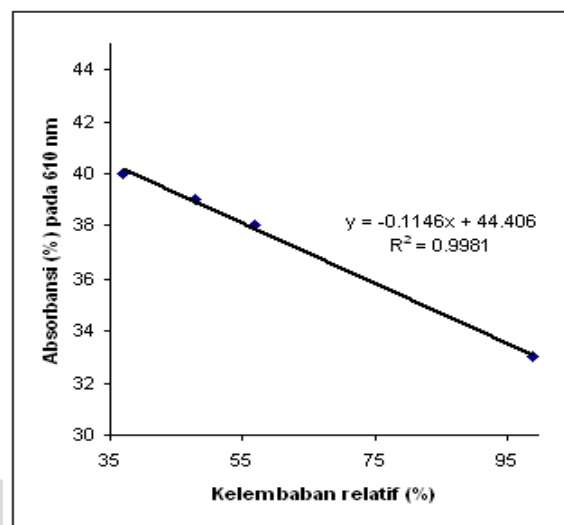
Variasi intensitas absorpsi optik *film* gelatin terhadap kelembaban mengindikasikan bahwa *film* gelatin dapat merespon perubahan kelembaban di sekitarnya. Indikasi ini cukup memberikan informasi bagi pemanfaatan gelatin sebagai bahan sensor kelembaban optik. Untuk melihat lebih jelas respon *film* gelatin terhadap kelembaban, maka dibuat plot antara nilai absorbansi terhadap variasi kelembaban pada panjang gelombang dengan respon maksimum, sampai pada 610 nm seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

Perubahan nilai absorbansi memperlihatkan penurunan secara linier terhadap kenaikan nilai kelembaban seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Linieritas kurva yang diperoleh cukup baik berdasarkan nilai R^2 sebagai derajat linieritas yang setara di atas 0,9. Hasil ini menandakan bahwa *film* gelatin telah berfungsi baik dalam merespon perubahan kelembaban yang diberikan melalui perubahan sifat absorpsi optik yang linier terhadap variasi kelembaban. Sedikit perbedaan linieritas pada kedua sampel *film*, diakibatkan oleh ketebalan *film* yang berbeda.

(a)



(b)



Gambar 5. Plot absorpsi *film* gelatin pada 610 nm terhadap variasi kelembaban

Perubahan absorpsi optik *film* gelatin diakibatkan oleh perubahan indeks bias gelatin ketika menyerap uap air akibat kerapatan gelatin yang berubah. Ketika uap air meningkat di dalam *film* gelatin maka kerapatan *film* menurun sehingga indeks biasnya pun menurun, akibatnya absorpsi optiknya juga menurun. Penurunan nilai indeks bias tersebut mengakibatkan laju *cahaya* di dalam *film* menjadi lebih besar sehingga absorpsi optiknya turun sedangkan transmisi optiknya naik.

Dalam penelitian ini, perlakuan variasi kelembaban yang digunakan cukup lebar yaitu dari 39%RH hingga 99%RH. Sayangnya, rentang kelembaban antara 57%RH dan 99%RH tidak dapat diperoleh sehingga pengukuran tidak dapat dilakukan dalam rentang kelembaban tersebut. Namun demikian respon optik yang dihasilkan sudah cukup baik pada rentang nilai kelembaban yang diukur. Di pihak lain, untuk meningkatkan respon *film* gelatin terhadap kelembaban dapat dilakukan dengan memasukkan doping dari bahan sensitif kelembaban seperti CoCl_3 .

4. Kesimpulan

Film gelatin yang dibuat dengan teknik sederhana, yaitu metode *casting* dapat merespon perubahan kelembaban di sekitarnya. Indikasi respon *film* gelatin terhadap kelembaban ditunjukkan oleh perubahan sifat optiknya terhadap perubahan pada rentang spektrum tampak, yaitu dalam rentang 530 – 680 nm. *Film* gelatin yang dihasilkan memperlihatkan penurunan absorpsi optik terhadap kenaikan kelembaban, atau transmisi optiknya naik. Hal ini disebabkan karena indeks bias gelatin menurun terhadap kenaikan kelembaban akibat terjadi pembengkakan (*swelling*) ketika menyerap uap air. Berdasarkan plot data perubahan intensitas transmisi terhadap kelembaban diperoleh kurva linier naik yang diambil pada 610 nm, atau plot absorpsi optik yang memperlihatkan kurva linier turun. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa *film* gelatin dapat berfungsi sebagai sensor kelembaban optik.

Daftar Acuan

- [1] P. Gaikwad, PhD Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Mississippi State Engineering, USA, 2003.
- [2] A. Bearzotti, A. Bianco, G. Montesperelli, E. Travesa, *Sensors and Actuators B* 18-19 (1994) 525.
- [3] F. D. Anggraini, Skripsi Sarjana, Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Indonesia, 2002.
- [4] A. R. K. Ralston, J. A. Tobin, S. S. Bajikar, D. D. Denton, *Sensor and Actuators B* 22 (1994) 139.
- [5] P. W. K. Anggraini, A. Maddu, H. Ramza, *Prosiding Seminar Quality in Research*, Depok, 2003, p. 202
- [6] P. W. K. Anggraini, A. Maddu, H. Ramza, *Manuals of National Workshop on Modern Optics*, Bandung, 2001, p. 35
- [7] T. Haryati, Skripsi Sarjana, Jurusan Kimia FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Indonesia, 2002.
- [8] C. Wu, *Rev. Sci. Instrum.* 65 (1994) 1021.

- [9] S. Otsuki, K. Adachi, *J. of Appl. Polym. Sci.* 48 (1993) 1557.
[10] M. T. V. Rooney, W. R. Seitz, *Analyt. Commun.* 39 (1999) 267.

