



Pembuatan Lapisan Tipis Berbahan Antosianin Beras Ketan Hitam (*Oryza Sativa Glutinosa*) Menggunakan Metode Spin Coating

(Fabrication Of Thin Film Based On The Anthocyanin Extract Of Black Sticky Rice (*Oryza Sativa Glutinosa*) Using Spin Coating Method)

Muhammad Ridwan*), Kasman dan Darmawati Darwis

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tadulako
Jln. Soekarno Hatta km.9 Bumi Kaktus, Tadulako, Palu

ABSTRACT

Fabrication of thin film based on the *anthocyanin* extract of black sticky rice (*oryza sativa glutinosa*) using *spin coating* method has been successfully conducted. The aim of this study is to produce a thin film with homogenous surface. The thin films were fabricated by using *anthocyanin* solution with various concentrations of 2,61%; 2,64%; and 3,60% which were deposited on a glass substrate sized of 2,5 cm x 2,5 cm x 0,2 cm with a spin speed of 400, 500, 600, 700, 800, 900 and 1000 rpm for 60 seconds. The homogeneity and absorbance of resulted thin films were observed with a binocular microscope and measured by UV-vis spectrophotometer respectively. From this research sample that shows the best quality is at a concentration of 3,6% which is rotated at a speed of 900 rpm for 60 seconds, this sample has good homogeneity with a thickness of 9,6 μm and the *absorbance* value of 0,135 a.u. Subsequently, the sample was dopped a solution of sugars with varying concentrations 20%, 35% and 45% then measured its *absorbance*. Measurement results show that the *absorbance* value of dopped sample is proportional to the concentration of sugar solution. This indicates that the thin film made from black sticky rice *anthocyanin* is potential to be used as *bioreceptor*.

Keywords: Anthocyanin, Absorbance, Bioreceptor, Spin Coating

ABSTRAK

Pembuatan lapisan tipis berbahan *antosianin* beras ketan hitam menggunakan metode *spin coating* telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat lapisan tipis dengan permukaan yang homogen. Lapisan tipis tersebut dibuat dengan memanfaatkan larutan *antosianin* dengan variasi konsentrasi 2,61%; 2,64%; dan 3,60% yang didepositkan pada substrat kaca berukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 0,2 cm dengan kecepatan spin masing-masing sebesar 400, 500, 600, 700, 800, 900 dan 1000 rpm selama 60 detik. Sampel lapisan tipis yang dihasilkan diamati homogenitasnya dengan mikroskop binocular, dan diukur *absorbansinya* dengan spektrofotometer UV-vis. Dari hasil penelitian, sampel yang menunjukkan kualitas terbaik ialah pada konsentrasi 3,6% yang diputar pada kecepatan 900 rpm selama 60 detik. Sampel ini memiliki homogenitas yang baik dengan ketebalan 9,6 μm dan nilai *absorbansi* sebesar 0,135 a.u. Selanjutnya, pada sampel tersebut ditetaskan larutan gula dengan variasi konsentrasi 20%, 35% dan 45% kemudian diukur *absorbansinya*. Hasil

Pengukuran menunjukkan bahwa nilai *absorbansi* meningkat dengan bertambahnya konsentrasi larutan gula. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan tipis berbahan *antosianin* beras ketan hitam berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai *bioresseptor*.

Kata Kunci : Antosianin, Absorbansi, Bioresseptor, Spin coating.

LATAR BELAKANG

Sejak ditemukannya biosensor, perkembangan teknologi yang dapat mendeteksi reaksi oksidasi logam maupun non logam menarik minat para peneliti, terlebih lagi setelah digunakannya dan dikembangkannya pendeposisian material tertentu pada substrat dan pembuatan lapisan dengan ketebalan menurut yang dikehendaki. Pada umumnya sensor digunakan untuk elektrokimia, amperometrik dan transduser. Dalam teknik material khususnya lapisan tipis, bahan yang biasa digunakan adalah TiO₂, SiO₂, Al₂O₃, SrTiO₃ dan masih banyak lagi bahan lainnya (Darsikin, 2005).

Material-material pembuatan divais sensor saat ini memiliki kelemahan yaitu adanya dampak korosi terhadap penggunaan bahan logam yang disebabkan oleh isolasi reaksi potensial dan kondisi hidrodinamik terhadap nanostruktur lapisan logam sehingga mempengaruhi permukaan lapisan dalam penumbuhan partikel-partikel kinetik di bawah kondisi potensiostatik, oleh sebab itu para peneliti-peneliti kini mulai banyak menggunakan bahan polimer maupun organik dalam pembuatan sensor maupun aplikasi

material semikonduktor lainnya (Jasalesmana, T., 2013).

Bahan-bahan organik seperti antosianin, klorofil, dan karoten yang terkandung dalam berbagai jenis tanaman memiliki potensi untuk digunakan sebagai lapisan tipis karena bahan-bahan organik tersebut memiliki spektrum serapan cahaya yang lebar, biaya rendah, dan persiapan yang mudah serta ramah lingkungan (Afrian., 2015).

Hal yang penting dalam pembuatan divais biosensor adalah pembuatan lapisan tipis organik dan lapisan membran untuk membentuk sebuah membran yang transparan dan homogen. Sehingga karakteristik lapisan dapat diketahui melalui permukaan tersebut.

Dalam penelitian ini, larutan antosianin sebagai bahan pembuatan lapisan tipis diperoleh dengan mengekstrak beras ketan hitam, yang mengandung kadar antosianin yang tinggi. Menurut Nailufar (2012), kadar antosianin beras ketan hitam sebesar 146,47 mg/100 g. selain itu beras ketan hitam memiliki pati yang merupakan homopolimer glukosa, pati merupakan zat terlarut yang menghasilkan amilosa, kadar amilosa pada beras ketan hitam yaitu

11,13%, struktur amilosa dapat membentuk ikatan hidrogen antar molekul glukosa penyusunnya sehingga menghasilkan gel (Nailufar, A. A., 2012).

Pembuatan lapisan tipis yang aman dan mudah digunakan ialah dengan menggunakan metode *spin coating*. Dengan metode ini, lapisan tipis dapat difabrikasi dengan mudah dan dapat menghasilkan permukaan lapisan yang cukup homogen. Selain itu, lapisan tipis dengan ketebalan berbeda-beda dapat diperoleh dengan memvariasikan kecepatan putar dan waktu putar (Aditya, R. H., 2012).

Berdasarkan pernyataan tersebut, maka yang menjadi tujuan pada penelitian ini ialah membuat suatu lapisan tipis yang homogen dari ekstrak antosianin beras ketan hitam serta mengetahui karakteristik optik, dan homogenitas lapisan tipis tersebut.

Antosianin Beras Ketan Hitam

Beras ketan hitam memiliki sifat yang berbeda dengan beras hitam karena kandungan amilopektinnya yang lebih tinggi daripada beras hitam. Pati merupakan karbohidrat utama pada ketan. Pati adalah homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosida. Kestabilan antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH, suhu dan cahaya serta keberadaan enzim, kadar gula, protein, ion

logam dan sulfur dioksida. Antosianin stabil pada pH asam. Suhu yang panas dapat menyebabkan kerusakan struktur antosianin. Oleh karena itu proses pengolahan harus dilakukan pada suhu 45°-70°C. Dalam proses pemanasan dan penyimpanan harus di tempat yang gelap dan sejuk (Suhartatik, 2013).

Lapisan Tipis

Lapisan tipis juga biasa digunakan dalam pembuatan divais biosensor, yaitu pembuatan lapisan tipis organik dan lapisan membran untuk membentuk sebuah membran yang transparan dan tipis dalam meneruskan respon cahaya dan sifat konduktif bahan (Azis, T., 2012). Pada biosensor penggunaan kandungan pewarna alami pada pangan sangat diperhitungkan untuk dapat mendeteksi perbedaan pH. Salah satu yang mempengaruhi kinerja biosensor yaitu homogenitas lapisan, yaitu untuk mendistribusikan penyerapan nanopartikel dengan maksimal (Frederix, F., dkk, 2003).

Pembuatan biosensor terdiri dari gabungan lapisan tipis organik maupun logam yang umumnya memiliki ketebalan 30nm-100 μ m, hal ini dapat menentukan kualitas biosensor dalam pendeteksian gas, enzim maupun ion logam (Lu, , 2008).

Spin Coating

Spin Coating merupakan proses pembuatan lapisan dengan cara memutar larutan yang diteteskan di atas substrat. Metode ini memanfaatkan reaksi gaya sentripetal yang mengarah keluar pada benda berputar. Parameter-parameter yang berpengaruh pada proses *spin coating* adalah kekentalan larutan, kandungan material, kecepatan anguler dan waktu putar (Aditya, R. H., 2012).

Doping

Salah satu cara untuk mengetahui daya oksidasi suatu bahan ialah dengan memberikan doping pada material uji (Purwaningsih, dkk., 2015). Doping adalah menambahkan suatu bahan pengotor (impuritas) ke dalam bahan semikonduktor dengan sengaja (Oktaviani, 2014).

Ketebalan Lapisan Tpis

Lapisan tipis umumnya mempunyai ketebalan berkisar antara 10^{-6} – 10^{-9} meter. Ketebalan lapisan memberikan pengaruh terhadap beberapa sifat optik material antara lain absorpsi cahaya, resistivitas dan permukaan lapisan. Dalam penelitian ini digunakan metode *gravimetric* untuk mengetahui ketebalan lapisan tipis, karena metode ini tidak merusak lapisan dan cukup sederhana., dengan mengambil asumsi bahwa homogenitas kerataan permukaan lapisan dipenuhi. Substrat yang sudah terlapisi

ditimbang dan dikurangi massa substrat sebelum pendeposisian maka akan didapatkan massa lapisan tipis yang terdeposisi pada substrat. Sehingga ketebalan lapisan tipis dapat dihitung dengan rumus :

$$t = \frac{m}{A\rho_m} \quad (1)$$

Dengan : m = massa lapisan terdeposisi (gr)

t = tebal lapisan (cm)

A = Luas lapisan (cm²)

ρ_m = Massa jenis Antosianin (gr/cm³)

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : *Rotary Evaporator*, Spektrofotometer UV-VIS T90+, Neraca Digital, *Ultrasonic Spinner*, Gelas, Mikroskop *Binocular-Carton*, Pipet Tetes, *Spin Coater*, Perangkat Computer, Sarung tangan, Kertas saring, Corong, Pemotong kaca, Pinset, *Magnetic Stirrer* dan *Shaker*. Bahan yang digunakan : Beras ketan hitam (*Oryza Sativa Glutinosa*), Etanol 96%, HCl 37%, Aquades, Larutan gula, Kaca, Aluminium Foil, Tisu Halus.

Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dibuat 7 lapisan tipis pada masing-masing konsentrasi 2,61%; 2,64%; dan 3,6%. Melalui tahap berikut :

a. Tahap Ekstraksi

Beras ketan hitam sebanyak 500 gr diblender kemudian diayak. Selanjutnya diambil serbuknya sebanyak 100 gr untuk diekstraksi dengan etanol 96% sebanyak 600 ml dan 1 ml HCl 37%. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* selama 4 jam dan didiamkan hingga 24 jam di tempat gelap dan dibungkus aluminium foil. Setelah 24 jam, maserat disaring dengan corong kaca dan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan ampas. Untuk mendapatkan kadar antosianin 100% larutan di putar menggunakan *Rotary Evaporator* hingga pelarut tak lagi menetes. Tahap ini dilakukan sebanyak 5 kali untuk memperoleh kadar antosianin lebih banyak.

b. Pengujian Absorbansi Larutan

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kesamaan panjang gelombang (λ) antosianin. Sebelumnya larutan hasil ekstraksi diencerkan pada konsentrasi 0,01%; 0,05%; 0,10%; 0,14%; 0,21%. Larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-vis pada range panjang gelombang 350-700 nm.

c. Persiapan Substrat

Substrat kaca berukuran 2,5cm x 2,5cm x 0,2cm, sebanyak 21 buah. Substrat tersebut dibersihkan dengan air dan sabun kemudian dibilas dengan air, selanjutnya

substrat dimasukkan ke dalam *Ultrasonic Cleaner* selama 5 menit setelah itu dikeringkan dengan tisu.

d. Pembuatan larutan

Konsentrasi 2,64% diperoleh dari antosianin murni sebanyak 5 ml di tambahkan 10 ml etanol, dan konsentrasi 2,61% diperoleh dari antosianin murni sebanyak 7 ml di tambahkan 10 ml etanol serta konsentrasi 3,6% diperoleh dari antosianin murni sebanyak 9 ml di tambahkan 10 ml etanol.

e. Pembuatan Lapisan Tipis

Pada tahap ini menggunakan alat *spin coater*. Cara penggunaannya dengan menyetel alat ke posisi *On – Spin – Setting Spin*, kemudian meletakkan substrat pada alat *Spin coater*. Sebelum tombol *spin* ditekan, substrat ditetesi 10 tetes larutan (0,5 ml) ekstrak beras ketan hitam dan setelah itu diputar dengan variasi kecepatan masing–masing 400, 500, 600, 700, 800, 900 dan 1000 rpm selama 60 detik untuk masing-masing larutan 2,61%; 2,64%; dan 3,6%. Setelah selesai, tombol *Stop* ditekan, dilakukan hal yang sama dengan perbedaan kecepatan *spin* untuk membuat variasi ketebalan lapisan tipis.

f. Karakterisasi Lapisan Tipis

1. Pengamatan Mikroskop

Menyiapkan perlengkapan mikroskop, kemudian memasang lensa okuler dan lensa objektif (perbesaran 4x) dan mengatur pencahayaan, sampel siap diuji diatas meja mikroskop. Setelah itu membuka *software AmCap* pada komputer dan menyambungkan LED camera dari Mikroskop ke CPU, kemudian mengatur jarak lensa objektif dengan sampel dan mengatur fokus lensa, lapisan tipis yang diamati akan terlihat pada monitor komputer.

2. Pengukuran Absorbansi

Lapisan tipis yang sudah siap masing-masing dilakukan pengukuran absorbansi dengan menggunakan Spektrofotometer UV-vis. Substrat yang terlapisi larutan ekstrak beras ketan hitam dan sudah disesuaikan ukurannya dengan *kuvet* dimasukkan kedalam *kuvet* dan diatur panjang gelombang (λ) 350 – 700 nm untuk dilihat absorbansinya.

Sampel-sampel lapisan tipis dari larutan antosianin 2,64% dengan spin pendeposisian 400, 500, 600, 700, 800, 900 dan 1000 rpm berturut-turut dilabelkan A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1. Begitu juga untuk lapisan tipis yang dibuat dengan larutan 2,61% masing-masing dilabelkan A2, B2, C2,

D2, E2, F2, G2 dan lapisan tipis yang dibuat dengan larutan antosianin 3,6% dilabelkan A3, B3, C3, D3, E3, F3, G3.

3. Pengukuran Ketebalan

Substrat sebelum terdeposisi ditimbang massanya terlebih dahulu, selanjutnya substrat yang sudah terdeposisi antosianin ditimbang kembali. Selisih dari pengukuran tersebut merupakan massa lapisan tipis. Kemudian diukur luas lapisan. Selanjutnya dapat ditentukan ketebalan lapisan tipis dengan menggunakan rumus dalam Persamaan (1) dengan massa jenis antosianin beras ketan hitam yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 0,536 gr/cm³.

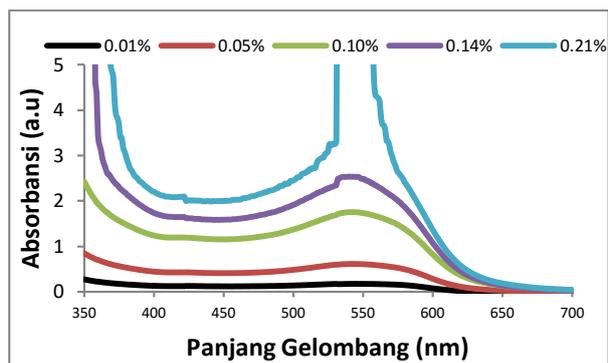
g. Pengaruh Doping

Doping dilakukan berdasarkan hasil analisa pengukuran absorbansi dan pengamatan homogenitas lapisan tipis dari sampel A-F pada masing-masing konsentrasi. Kemudian dipilih sampel yang terbaik untuk dilakukan doping dengan larutan gula. Doping dilakukan dengan variasi konsentrasi gula 20%, 35% dan 45% dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 350 – 700 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Absorbansi larutan

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan kesamaan spektrum antosianin. Grafik absorbansi larutan pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa larutan optimal antosianin beras ketan hitam pada konsentrasi 0,14% dengan absorbansi 2,535 a.u. Spektrum absorbansi larutan berada pada *range* panjang gelombang 540-545 nm, pada penyerapan spektrum cahaya hijau dan kuning yang merupakan antosianin.



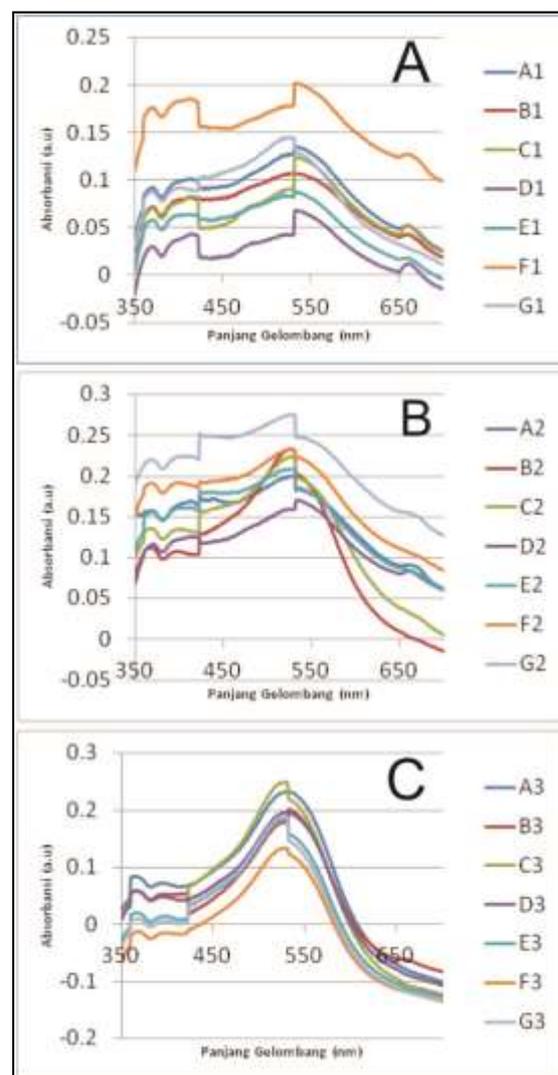
Gambar 1. Pengujian Larutan

b. Pengukuran absorbansi lapisan tipis

Pengukuran lapisan tipis bertujuan untuk membuktikan keberadaan larutan antosianin. Hasil pengukuran lapisan tipis ditunjukkan pada Gambar 2.

Dengan membandingkan hasil spektrum dari tiap lapisan tipis variasi kecepatan putar, spektrum lapisan tipis yang dibuat dengan larutan antosianin 2,61% dan 2,64% muncul puncak lain yang disinyalir sebagai pengotor yaitu pada $\lambda = 371$ nm dan $\lambda = 413$ nm, namun

memiliki konsistensi absorpsi pada panjang gelombang (λ) 529 nm - 532 nm. Absorbansi lapisan tipis antosianin berkisar antara 0,068 – 0,249 a.u. Pembuatan lapisan bioresptor memiliki absorbansi < 1 a.u (Frederix, F., dkk, 2003) yang memungkinkan lapisan bioresptor memberikan respon maksimal dalam pendeteksian foton sehingga mempengaruhi keadaan nanopartikel lapisan.

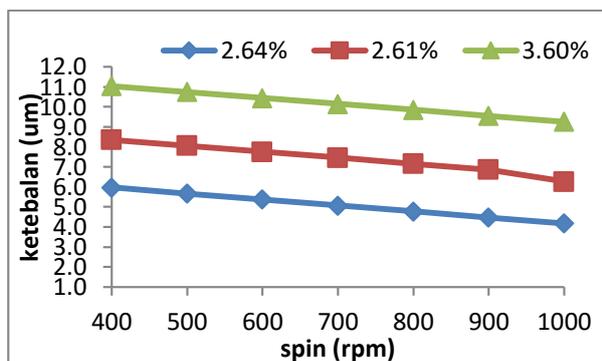


Gambar 2(A) Spektrum lapisan tipis konsentrasi 2,64% (B) Spektrum lapisan tipis konsentrasi 2,61% (C) Spektrum lapisan tipis konsentrasi 3,6%.

c. Pengukuran Ketebalan Lapisan

Lapisan tipis yang dibuat memiliki ketebalan berkisar 4,2 – 11 μm . Hal ini dipengaruhi perbedaan kecepatan spin.

Hasil pengukuran ketebalan diperlihatkan pada Gambar 3. Ketebalan lapisan diketahui karena adanya perbedaan jumlah larutan antosianin yang tersebar di atas substrat. Tabel 1 memperlihatkan massa antosianin sampel terbaik (C=3,6%) yang tersebar diatas substrat yaitu pada kecepatan 700, 800, 900 dan 1000 rpm.



Gambar 3. Grafik Perbedaan Ketebalan Lapisan

Tabel 1. Massa lapisan terdeposisi konsentrasi 3,6%

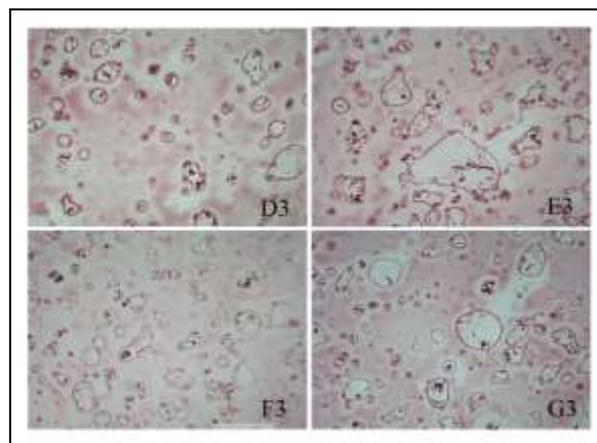
Spin (rpm)	$m_{substrat}$ (gr)	$m_{terdeposisi}$ (gr)	$m_{lapisan}$ (gr)
700	3,0276	3,031	0,0034
800	2,864	2,8675	0,0035
900	3,0168	3,0204	0,0036
1000	2,945	2,9487	0,0037

d. Homogenitas lapisan

Pengamatan mikroskop bertujuan untuk mengetahui homogenitas lapisan. Dari hasil analisa berdasarkan pengamatan homogenitas permukaan lapisan didapatkan bahwa sampel-sampel dengan

lapisan terbaik diperoleh dari pendeposisian larutan antosianin 3,6% dengan kecepatan spin $\geq 700\text{rpm}$.

Berdasarkan pengamatan permukaan lapisan, didapatkan sampel-sampel dengan pori terkecil ialah sampel yang dibuat dengan kecepatan 900 rpm (Gambar 5), sampel tersebut memperlihatkan permukaan rata dan halus. Lapisan dengan pori-pori sedikit dan kecil dapat mempengaruhi interaksi nanopartikel elektron maupun foton sehingga dapat memaksimalkan kinerja lapisan.



Gambar 4. Permukaan lapisan tipis Sampel D3, E3, F3 dan G3



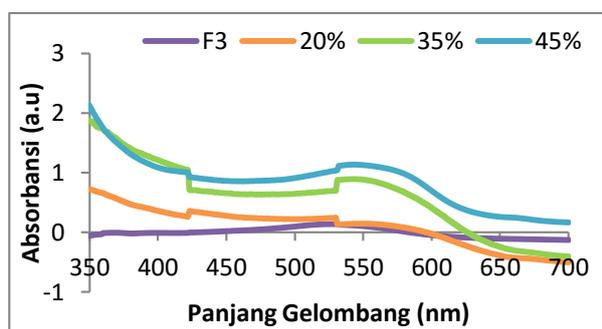
Gambar 5. Skema Pelapisan larutan gula diatas lapisan antosianin

e. Pengaruh Doping

Pemberian doping bertujuan mengetahui daya oksidasi lapisan saat diberikan larutan lain, menggunakan larutan gula. Berdasarkan hasil analisis

pengukuran absorbansi dan pengamatan homogenitas setiap sampel, sampel yang menunjukkan kualitas terbaik ialah sampel F3. Gambar 5 ialah skema lapisan antosianin dan larutan setelah doping.

Lapisan antosianin (F3) yang telah didoping dianalisis dengan Spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 350 – 700 nm. Gambar 6 memperlihatkan adanya kenaikan absorpsi dari pemberian doping larutan gula pada lapisan antosianin, dan Tabel 2 menunjukkan perbedaan absorpsi lapisan tipis doping. Hal ini membuktikan bahwa lapisan antosianin dapat mengikat enzim glukosida.



Gambar 6. Spektrum sampel F3 setelah doping variasi konsentrasi gula

Tabel 2. Perbedaan Abs lapisan tipis F3 hasil doping larutan gula

Sampel	λ (nm)	Abs (a.u)
F3	526	0,135
F3+Gula 20%	530	0,238
F3+Gula 35%	544	0,887
F3+Gula 45%	543	1,134

Setelah meninjau hasil penelitian yang telah dijelaskan diatas, dapat disimpulkan bahwa pendeposisian lapisan tipis antosianin yang terbaik ialah sampel pada konsentrasi 3,6% yang didepositkan

dengan kecepatan spin 900 rpm, karena memiliki pori-pori lebih sedikit dan lebih kecil. Selain itu, berdasarkan pengukuran absorbansi pada larutan antosianin dan lapisan tipis dengan konsentrasi berbeda menunjukkan bahwa terjadi peningkatan absorbansi secara signifikan dengan bertambahnya konsentrasi larutan antosianin. Hal ini terjadi dikarenakan sedikitnya molekul antosianin yang terlibat dalam proses penyerapan cahaya tampak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada Bapak Darsikin dan Bapak Sahrul Saehana yang telah meminjamkan alat spin coater serta kepada laboran jurusan fisika yang telah meminjamkan alat-alat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya R. H., 2012, “Kajian Fenomena Transport Lapisan Tipis Klorofil (*Spirulina Sp*) Hasil Deposisi Spin Coating”. Skripsi Jurusan Fisika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Afrian, N., Sutikno, Ngurah Made Dharma Putra, (2015), *Karakterisasi Prototipe Sel Surya Organik Berbahan Dasar Ekstrak Bawang Merah Yang Difabrikasi Dengan Metode Spincoating*, UNNES Physics, Vol. 04, p. 9.
- Azis, T., (2012), “Desain Dan Karakterisasi Biosensor Berbasis Immobilisasi Enzim Untuk Analisis Residu Pestisida Diazinon Dalam Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*)”, Paradigma, Vol. 16, p. 9.
- Darsikin, Khairurrijal, Sukirno, M. Barmawi, 2005, “Sifat Listrik Film Tipis $SrTiO_3$ untuk Kapasitor

- MOS”, Jurnal Matematika dan Sains Vol. 10, p. 4.
- Frederix, F., Michel, F., Hoon, C., Laureyn, W., Campitelli, A., Mondelaers, D., Guido Maes, Gustaaf Borghs, (2003), “*Biosensing Based on Light Absorption of Nanoscaled Gold and Silver Particles*”, Analytical Chemistry Vol. 75, p. 6.
- Jasalesmana, T., Nurlaela, A., Saridewi, N., Alatas F., Akhiruddin, (2013), “*Transistor Film Tipis Organik Berbasis Polianilin Untuk Aplikasi Sensor Gas Amoniak*”, Jurnal Biofisika, Vol. 9, p. 7.
- Lu, M., Choi, S., Irfan, U., Cunninghama, B. T., (2008), “*Plastic Distributed Feedback Laser Biosensor*”, Applied Physics Letters, Vol. 93, p. 3.
- Nailufar, A. A., Basito, Anam, C., (2012), “*Kajian Karakteristik Ketan Hitam (Oryza Sativa Glutinosa) Pada Beberapa Jenis Pengemas Selama Penyimpanan*”, Vol. 1, p. 11.
- Suhartatik, N., Karyantina, M., Cahyanto, M. N., Raharjo, S., Rahayu E. S., (2013), “*Karakteristik Fermentatif Medium Demann Rogosa Sharpe (Mrs) Antosianin Beras Ketan Hitam (Oryza Sativa Var. Glutinosa) Menggunakan Pediococcus Pentosaceus N11.16*”, Jurnal AGRITECH, Vol. 33, p. 6.