

ANALISIS SIFAT OPTIK DAN KADAR KLOROFIL HASIL EKSTRAK DAUN PANDAN ASAL KABUPATEN KUPANG SEBAGAI BAHAN AKTIF PADA PIRANTI ELEKTRONIK

Maria O. D. Japi, Zakarias S. Ngara, Jehunias L. Tanesib, Bernardus

*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto-Penfui
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85148, Indonesia
E-mail: zakariasngara@staf.undana.ac.id*

Abstrak

Dalam penelitian ini, penentuan sifat optik dan kadar klorofil hasil ekstrak daun pandan asal Kabupaten Kupang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan a) sifat optik berdasarkan spektrum serapan dan fluoresens (FL), b) kadar klorofil dari ekstrak daun pandan, dan 3) gugus fungsional dari spektrum FTIR. Daun Pandan diekstrak menggunakan metode meserasi selama 24 jam pada suhu kamar dengan penambahan NaHCO_3 sebesar 0, 3, 6, dan 9%. Dua mL hasil extract dari setiap sampel masing-masing dilarutkan dalam 10 mL etanol, kemudian disonikasi selama 1 jam dan dilanjutkan dengan proses sentrifugasi pada kecepatan 1000 rpm selama 20 menit. Selanjutnya, sampel-sampel yang telah disentrifugasi diukur spektrum serapan, fluoresensi (FL), dan FTIR-nya. Berdasarkan hasil analisis data, daerah serapan ekstrak daun pandan terletak pada 350-700 nm dengan nilai celah energinya adalah 1,82 eV yang bersesuaian dengan panjang gelombang pada tepi serapan, yaitu 578 nm. Ketika dieksitasi pada Panjang gelombang 400 nm, puncak (FL) terletak pada daerah 600-800 nm yang sesuai dengan warna pendaran merah dari klorofil. Adanya ikatan O-H, C-H, CH_3 , $\text{C}\equiv\text{O}$, $\text{C}=\text{O}$, dan C-O dalam spektrum FTIR mengindikasikan adanya klorofil dari daun pandan. Kadar klorofil total dengan penambahan NaHCO_3 sebesar 0, 3, 6, dan 9%, masing-masing adalah 2,63, 2,74, 3,03, dan 3,61 mg/L. Berdasarkan nilai celah energinya, ekstrak daun pandan ini termasuk material semikonduktor dan berpotensi sebagai bahan aktif alternatif pada piranti elektronik.

Kata kunci : *Sifat optik; kadar klorofil; daun pandan; bahan aktif; piranti elektronik*

Abstract

In this research, determination of optical properties and chlorophyll content of pandan leaves extract from Kupang Regency has been conducted. The objectives of this research are to determine a) optical properties based on absorption and fluorescence (FL) spectra, b) chlorophyll content of pandan leaf extract, and) functional groups from the FTIR spectrum. Pandan leaves were extracted using maceration method for 24 hours at room temperature with NaHCO_3 addition of 0, 3, 6, and 9%. Two mL of extract from each sample were dissolved in 10 mL of ethanol, then sonicated for 1 hour and continued centrifugation process at 1000 rpm for 20 minutes. Furthermore, these samples which were centrifugated were measured their absorption, (FL), and FTIR spectra. Based on the data analysis results, the absorption area of pandan leaves extract is located at 350-700 nm with an energy gap value of 1.82 eV which corresponds with cut-off wavelength, namely 678 nm . When excited at a wavelength of 400 nm, the FL peak is located in the 600-800 nm region which corresponds to the red luminescence color of chlorophyll. The existence of O-H, C-H, CH_3 , $\text{C}\equiv\text{O}$, $\text{C}=\text{O}$, and C-O bonds in the FTIR spectrum indicates the presence of chlorophyll from pandan leaves extract. The total chlorophyll content with the addition of NaHCO_3 of 0, 3, 6, and 9%, were 2.63, 2.74, 3.03, and 3.61 mg/L, respectively. Based on the energy gap value, this pandan leaves extract is a semiconductor material and has the potential as an alternative active material in electronic devices.

Key words: *Optical properties; chlorophyll content; pandan leaves; active material; electronic device*

PENDAHULUAN

Saat ini, penelitian tentang sifat-sifat fisika dan kimia senyawa-senyawa hasil ekstrak dan/atau isolasi bahan-bahan organik untuk aplikasinya sebagai material aktif alternatif dalam berbagai piranti elektronika seperti sel surya, light emitting diode (LED), sensor, dan lain-lain mengalami perkembangan pesat mengingat a) bahan-bahan organik harganya murah dan melimpah, b) Sifat-sifat kimia dan fisika material organik dapat dikarakterisasi dengan sintesis bahan organik yang tepat, dan c) Material organik dapat diatur (*tuned*) secara kimia untuk mengatur pemisahan celah energinya [1]. Selain itu, dalam proses fabrikasi piranti elektronik berbasis bahan-bahan organik, proses deposisi bahan-bahan organik tersebut pada substrat tertentu dapat dilakukan dengan metode sederhana, yaitu evaporasi dan/atau *spin-coating* [2]. Salah satu material organik yang belum banyak dikaji sifat-sifat optiknya adalah klorofil yang berasal dari tumbuhan. Padahal kemampuan klorofil untuk menyerap cahaya matahari sangat kuat[3]. Kemampuan penyerapan cahaya oleh klorofil ini berpeluang untuk diaplikasikan sebagai material aktif alternatif pada sel surya dan piranti-piranti elektronik lainnya. Khusus pada sel surya, cahaya matahari yang diserap dapat diubah menjadi energi listrik untuk digunakan pada berbagai kehidupan manusia. Selain itu, klorofil juga digunakan sebagai pewarna alami dan penambah rasa pada makanan [4].

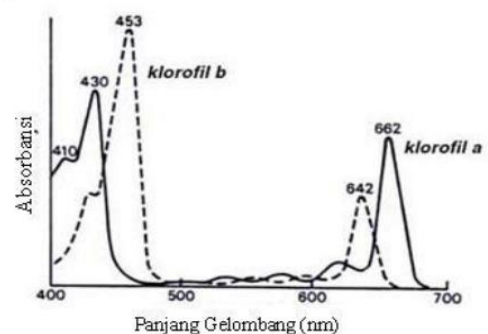
Sejauh ini, ada sejumlah penelitian tentang penentuan kadar ekstrak klorofil dari berbagai jenis tanaman, antara lain daun padi [5], alga coklat [3], kulit manggis [6], daun mahoni [7], daun suji [8], daun andong [9], tanaman lamun jenis *Halophila ovalis*[9], dan lain-lain. Kadar klorofil dapat ditentukan dari spektrum serapan klorofil pada daerah visibel dan daerah dekat inframerah [5]. Selain kadar klorofil yang dapat ditentukan dari spektrum serapannya, sifat optik klorofil seperti celah energinya juga dapat ditentukan dari spektrum serapannya. Salah satu sifat optik adalah celah energi. Secara umum, celah energi suatu material dapat dianalisis dari spektrum serapan materialnya [10–12]. Pemanfaatan pigmen klorofil dalam industri makanan baik sebagai perasa makanan maupun sebagai pewarna sudah lama dilakukan. Namun demikian, pemanfaatan klorofil sebagai bahan aktif alternatif pada berbagai piranti elektronik masih

belum banyak dikaji pada hal kemampuan klorofil untuk menangkap cahaya sangat kuat. Pada tahun 2011, Sumaryanti telah melakukan kajian sifat optik klorofil dari alga jenis spirulina dan diaplikasikan sebagai bahan aktif pada dye sel surya [13]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan penentuan kadar ekstrak klorofil dari daun pandan asal kabupaten Kupang dan analisis sifat-sifat optiknya untuk menentukan layak tidaknya klorofil ekstrak daun pandan tersebut sebagai bahan aktif alternatif pada sel surya dan piranti-piranti elektronik lainnya. Berdasarkan hasil penelusuran dari berbagai sumber pustaka, sampai saat ini belum ada penelitian yang melaporkan tentang pengukuran kadar klorofil dari ekstrak daun pandan asal kabupaten Kupang dan analisis sifat-sifat optiknya. Permasalahan inilah yang dikaji dalam penelitian ini.

LANDASAN TEORI

Konsep Klorofil

Klorofil merupakan zat yang sensitif terhadap cahaya, terutama sinar dengan warna ungu atau biru dan jingga atau merah. Semua tanaman hijau, sebagian besar klorofil berada dalam dua bentuk yaitu klorofil a dan b. Penelitian awal yang dilakukan oleh Richard Willstätter mulai tahun 1905 hingga 1915, struktur umum klorofil a dan b dijelaskan oleh Hans Fischer pada tahun 1940 [14]. Klorofil a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil b bersifat polar dan berwarna kuning hijau [8,14]. Klorofil a dan b memiliki posisi puncak serapan yang berbeda, yaitu puncak serapan maksimum pada 430 dan 662 nm untuk klorofil a sedangkan klorofil,b memiliki puncak serapan pada 453 dan 642 nm [14]. Spektrum serapan klorofil a dan b ditunjukkan pada Gambar 1[13,15].



Gambar 1. Spektrum serapan klorofil a dan b

Spektrum Serapan dan Celah Energi

Celah energi adalah energi minimum yang dibutuhkan untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Persamaan untuk menentukan celah energi, yaitu [11]:

$$E_g = \frac{1240}{\lambda_c} \text{ (eV)} \quad (1)$$

dengan E_g adalah celah energi dan λ_c adalah panjang gelombang tepi serapan (nm). Celah energi suatu material dapat bersifat langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*) dengan persamaan celah energi langsung dan tidak langsung masing-masing disajikan dalam Pers.(2) dan Pers.(4) [11,16]:

$$(\alpha E)^2 = E - E_g \quad (2)$$

$$E = \hbar\omega = \frac{hc}{\lambda} \quad (3)$$

dengan α , λ , E adalah masing-masing aalag koefesien serapan, panjang gelombang dan energi.

$$\sqrt{\alpha E} = E - E_g \quad (4)$$

Pengukuran Kadar Klorofil

Penentuan kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total dengan pelarut etanol dalam suatu material dapat dihitung dengan rumus Wintermans dan De Mots seperti dinyatakan dalam Pers.(5), Pers.(6) dan Pers.(7) [15]:

$$C_{hl} = 20,0(A_{649nm}) + 6,10(A_{665nm}) \text{ mg/L} \quad (5)$$

$$C_a = 13,7(A_{665nm}) - 5,76(A_{649nm}) \text{ mg/L} \quad (6)$$

$$C_b = 25,8(A_{649nm}) - 7,60(A_{665nm}) \text{ mg/L} \quad (7)$$

dengan $A_{649 \text{ nm}}$ dan $A_{665 \text{ nm}}$ masing-masing adalah serapan ekstrak klorofil pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm dari spektrum serapan ekstrak klorofil.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain berupa: blender, timbangan digital, kain serbet, toples kaca, gelas kimia, botol berukuran 5 mL, pipet tetes, ultrasonic cleaner, sentrifugasi, lampu UV 365 nm, spketroskopi UV-Vis, Fluoresens, dan FTIR. Daun pandan dibeli dari salah satu masyarakat di kabupaten Kupang. Bahan kimia seperti aquades, etanol, NaHCO_3 , dan lain-lain dibeli di CV Sumber

Ilmiah Persada, Surabaya dan Toko Multiguna kota Kupang, ibu kota Propinsi NTT. Seluruh bahan-bahan kimia langsung digunakan tanpa pemurnian. Spektrum serapan material klorofil daun pandan diukur dengan spektroskopi UV-Vis di Laboratorium BioSains Undana dan Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM Yogyakarta, spektrum flouresens (FL) dan FTIR material klorofil daun pandan diukur di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM Yogyakarta. Warna pendaran material klorofil diradiasi dengan lampu UV 365 nm di Laboratorium Fisiska, FST Undana.

Ekstraksi daun pandan dengan metode maserasi

Ekstrak daun pandan dibuat dengan menggunakan metode meserasi. Daun pandan dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat, kemudian direndam dalam aquades pada suhu 100°C selama 2 jam untuk menghambat kerja enzim klorofilase. Selanjutnya daun pandan dijemur selama 2 hari sampai kering lalu diblender. Kemudian ditimbang masing-masing sebanyak 150 gram sampel serbuk daun pandan dan masing-masing dibungkus dengan kain serbet. Kemudian setiap sampel dimasukkan ke dalam empat toples berbeda yang berisi etanol masing-masing 1000 ml. Toples 1 tidak ditambahkan NaHCO_3 . Sedangkan toples 2, 3 dan 4 berturut-turut ditambahkan NaHCO_3 sebanyak 3, 6, dan 9%. Proses ini berlangsung selama 24 jam pada suhu kamar. Kemudian ekstrak daun pandan diperas dan diambil cairannya. Selanjutnya, diambil sebanyak 2 ml ekstrak daun pandan dari 4 toples yang berbeda lalu dilarutkan masing-masing dengan etanol sebanyak 10 ml kemudian disonifikasi selama 1 jam dan dilanjutkan proses sentrifugasi pada 1000 rpm selama 20 menit. Setelah 24 jam, sampel dipindahkan dari tabung sentrifugasi lalu dimasukkan ke dalam botol sampel ukuran 5 ml kemudian diiradiasi dengan lampu UV 365 nm untuk melihat warna pendaran yang dihasilkan. Masing-masing sampel ini dianalisis spektrum serapan, FL, dan FTIR.

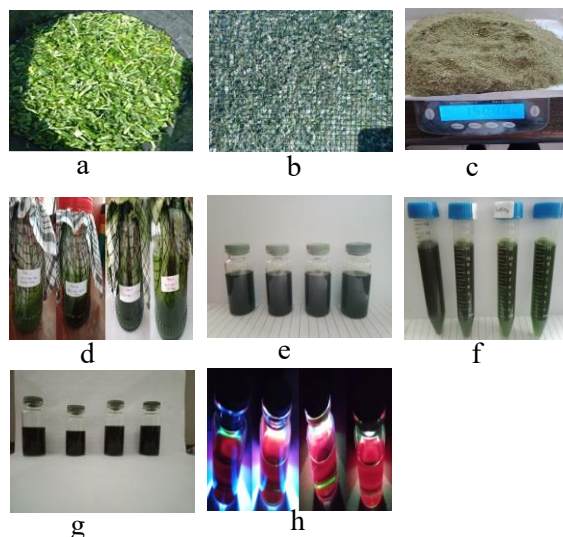
Pengukuran spektrum serapan, Fluoresens dan FTIR

Ekstrak daun pandan dengan penambahan NaHCO_3 sebesar 0, 3, 6, dan 9% dan yang sudah disentrifugasi dianalisis

spektrum serapannya, FL dan FTIR di LPPT UGM Yogyakarta

HASIL DAN PEMBAHASAN

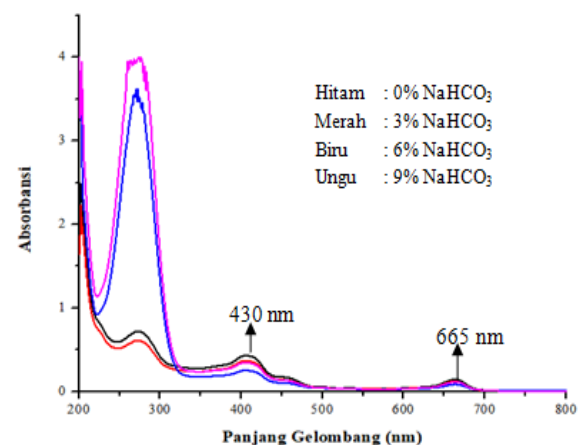
Pada penelitian ini digunakan sampel daun pandan (*Pandanus Amaryllifolius Roxb*) (Gambar 2a) kemudian dikeringkan (Gambar 2b) dan diblender (Gambar 2c). (Gambar 2c). Selanjutnya serbuk daun pandan (1kg) dimeserasi untuk empat konsentrasi NaHCO_3 yang berbeda selama 24 jam pada suhu kamar (Gambar 2d). Kemudian diambil sebanyak 2 mL ekstrak daun pandan dari empat toples berbeda dilarutkan dengan etanol sebanyak 10 mL kemudian disonifikasi selama 1 jam agar sampel homogen (Gambar 2e). selanjutnya sampel disentrifugasi pada 1000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan partikel-partikel besar (Gambar 2f). Sedangkan Gambar 2g adalah ekstrak daun pandan sebelum diradiasi dengan lampu UV 365 nm. Ketika diradiasi dengan lampu UV 365 nm, ekstrak daun pandan memancarkan warna fluoresens merah yang mengindikasikan adanya kandungan klorofil dalam ekstrak dan pandan tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2h.



Gambar 2. a) daun pandan direndam dengan aquades, b) daun pandan dijemur, c) serbuk daun pandan, d) sampel dimeserasi, e) sampel disonifikasi, f) sampel disentrifugasi, g) sampel klorofil sebelum diradiasi, h) sampel klorofil setelah diiradiasi dengan lampu UV 365 nm

Berdasarkan Gambar 3, ada dua puncak serapan yang terletak pada Panjang gelombang

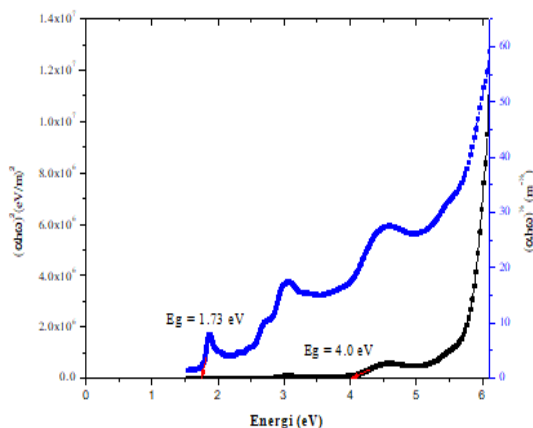
430 nm dan 665 nm. Keberadaan kedua puncak serapan ini bersesuaian dengan puncak serapan standar dari klorofil yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil ini mengindikasikan adanya klorofil dalam ekstrak daun pandan asal Kabupaten Kupang, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan posisi puncak serapan tersebut, klorofil yang terkandung dalam ekstrak daun pandan adalah klorofil a yang konsisten dengan spektrum serapan klorofil standarnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Puncak serapan panjang gelombang 665 nm menunjukkan nilai serapannya stabil (konstan) sebelum dan sesudah penambahan NaHCO_3 . Hasil Ini menunjukkan bahwa penambahan NaHCO_3 efektif untuk menstabilkan klorofil tetapi tidak merubah sifat optik dari klorofil. Pada Gambar 3, ada puncak serapan pada Panjang gelombang 285 nm. Puncak serapan ini mendemonstrasikan puncak serapan klorofil yang ukurannya nanopartikel karena sampel klorofil tersebut dilakukan proses sentrifugasi pada 1000 rpm selama 20 menit. Proses sentrifugasi ini dapat memungkinkan untuk menghasilkan ukuran partikel dalam nanometer [17–21].



Gambar 3. Spektrum serapan klorofil dengan variasi penambahan NaHCO_3

Berdasarkan Pers.(1), nilai celah energi klorofil dari ekstrak daun pandan sbelum dan sesudah penambahan NaHCO_3 adalah 1,82 eV. Artinya penambahan NaHCO_3 tidak mengubah sifat optiknya tetapi hanya menstabilkan klorofil yang diperoleh dari ekstrak daun pandan. Semakin besar konsentrasi NaHCO_3 , semakin besar serapannya. Hasil ini sesuai dengan hukum Beer-Lambert. Berdasarkan

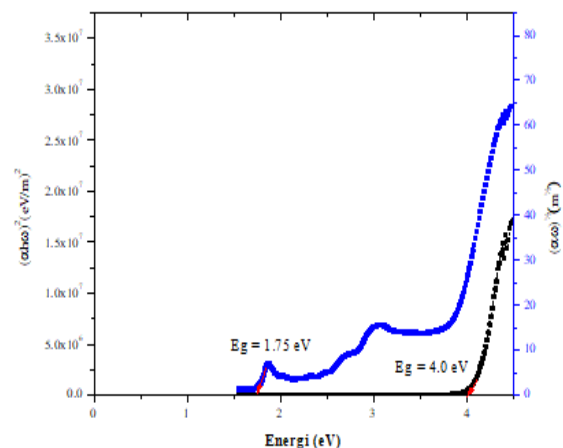
Gambar 4a dan 4b, nilai celah energi langsung dan tidak langsung dari klorofil hasil ekstrak daun pandan sebelum dan sesudah penambahan NaHCO_3 masing-masing adalah adalah 4,0 eV dan 1,73 eV. Hasil-hasil ini juga menunjukkan bahwa penambahan NaHCO_3 tidak sifat optik klorofil tetapi untuk menstabilkan klorofil dari ekstrak daun pandan. Jika dibandingkan dengan nilai celah energi material klorofil yang diperoleh dengan menggunakan Pers.(1), dapat disimpulkan bahwa celah energi material klorofil dari ekstrak daun pandan adalah celah energi tidak langsung (*indirect*) karena bersesuaian dengan nilai celah energi yang diperoleh dari panjang gelombang tepi serapan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Berdasarkan nilai celah energi dari klorofil ini, klorofil hasil ekstrak daun pandan asal Kabupaten Kupang termasuk dalam material semikonduktor karena celah energinya berada antara 1 sampai 3 eV sehingga klorofil ini dapat digunakan sebagai material aktif alternatif dalam berbagai piranti elektronik.



Gambar 4a. Celah energi direct dan indirect konsentrasi 0%

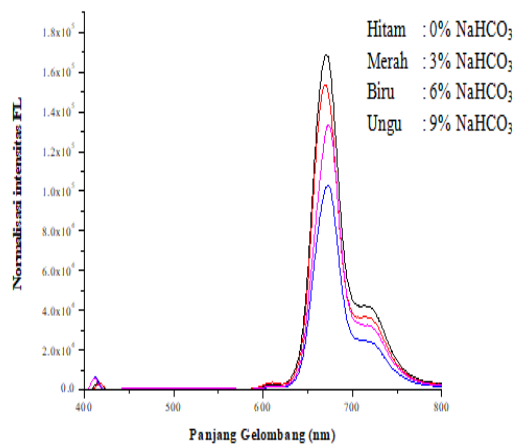
Gambar 5 adalah spektrum fluoresens (FL) dari klorofil hasil ekstrak daun pandan asal kabupaten Kupang. Ketika dieksitasi pada panjang gelombang 400 nm, jangkauan spektrum fluoresens klorofil berada pada panjang gelombang 600-800 nm dengan puncak tertinggi sekitar 665 nm. Berdasarkan Gambar

5, posisi puncak FL dari klorofil berbasis ekstrak daun pandan bersifat batakromik (*bathochromic*). Artinya posisi puncak FL bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih besar seiring dengan peningkatan konsentrasi NaHCO_3 . Secara umum, puncak FL ini sesuai dengan warna pendaran merah yang dihasilkan klorofil Ketika diradiasi dengan lampu UV 365 nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2h. Pemilihan Panjang gelombang eksitasi 400 nm karena daerah serapan klorofil hasil ekstrak daun pandan berada antara 400 sampai 680 nm [23, 24]. Berdasarkan Gambar 3 dan 5, spektrum serapan dan fluoresens dari klorofil memiliki posisi puncak yang sama. Hal ini karena puncak serapan dan fluoresens dari klorofil yang diperoleh berada pada daerah merah.

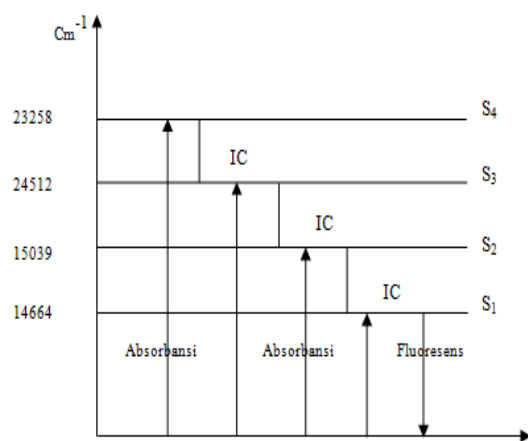


Gambar 4b. Celah energi langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*) konsentrasi 9%

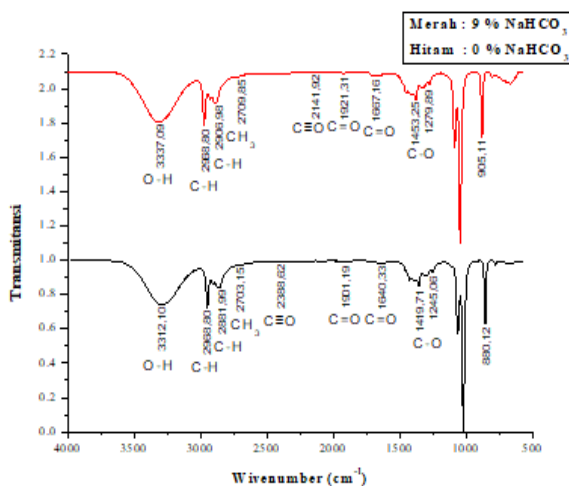
berdasarkan gambar 3 dan gambar 5, diagram Jablonski dari klorofil hasil ekstrak daun pandan dapat diperoleh seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Berdasarkan gambar 6, keadaan tereksitasi singlet pertama (S_1) sebesar 14664 Cm^{-1} , keadaan tereksitasi singlet kedua (S_2) sebesar 15039 Cm^{-1} , keadaan tereksitasi singlet ketiga (S_3) sebesar 22730 Cm^{-1} , dan keadaan tereksitasi singlet keempat (S_4) sebesar 23258 Cm^{-1} .



Gambar 5. Spektrum fluoresens klorofil dengan variasi konsentrasi NaHCO_3



Gambar 6. Diagram Jablonski dari klorofil ekstrak daun pandan



Gambar 7. Spektrum FTIR klorofil dari ekstrak daun pandan

Gambar 7 menunjukkan spektrum FTIR klorofil dari hasil ekstrak daun pandan asal Kabupaten Kupang. Berdasarkan Gambar 7, spektrum FTIR dari material klorofil sebelum dan sesudah penambahan NaHCO_3 memiliki pola yang sama. Akan tetapi, beberapa posisi puncak mengalami sedikit pergeseran dan tidak ada puncak baru yang muncul. Hal ini karena penambahan NaHCO_3 sebagai penstabil keberadaan klorofil dalam daun pandan. Berdasarkan Gambar 7, spektrum FTIR memiliki beberapa puncak yang mengindikasikan adanya kandungan klorofil dalam ekstrak daun pandan dengan adanya beberapa gugus fungsi yang muncul untuk konsentrasi 0% pada bilangan gelombang $3312,10 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan O-H, ikatan C-H pada $2881,99 \text{ cm}^{-1}$ - $2968,80 \text{ cm}^{-1}$, ikatan CH_3 pada $2703,15 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada $2388,62 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada $1640,33 \text{ cm}^{-1}$ – $1901,19 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O pada $1245,06 \text{ cm}^{-1}$ – $1419,71 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus manuronat pada $880,12 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan konsentrasi 9% pada bilangan gelombang $3337,09 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan O-H, ikatan C-H pada $2906,98 \text{ cm}^{-1}$ - $2993,79 \text{ cm}^{-1}$, ikatan CH_3 pada $2709,85 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada $2141,92 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada $1667,16 \text{ cm}^{-1}$ – $1921,31 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O pada $1279,89 \text{ cm}^{-1}$ – $1453,25 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus manuronat pada $905,11 \text{ cm}^{-1}$. Adanya gugus-gugus fungsi O-H, C-H, CH_3 , C=O, C=O, dan C-O mengindikasikan adanya kandungan klorofil dalam ekstrak daun pandan

Tabel 1. Hasil perhitungan jumlah kadar klorofil

Variasi konsentrasi NaHCO_3 (%)	Klorofil a (mg/L)	Klorofil b (mg/L)	Klorofil total (mg/L)
0	1,75	0,9	2,63
3	1,85	0,75	2,74
6	2,1	0,94	3,03
9	2,3	1,33	3,61

Berdasarkan Pers.(5) dan Pers.(6), nilai kadar klorofil dari ekstrak daun pandan dengan penambahan NaHCO_3 sebesar 0, 3, 6, dan 9% disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, jenis klorofil yang terkandung dalam ekstrak daun pandan adalah klorofil a yang sesuai dengan spektrum serapan yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan kandungan klorofil terbesar terdapat pada konsentrasi 9%. Hasil ini

menunjukkan semakin besar konsentrasi penambahan NaHCO_3 , semakin besar kandungan klorofilnya, dan sesuai dengan hukum Beer-Lambert yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi suatu material, semakin serapannya. Dengan demikian, penambahan NaHCO_3 tidak mengubah sifat optik dari klorofil tetapi menambah kuantitas klorofil dalam ekstrak daun pandan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Klorofil dari ekstrak daun pandan diperoleh menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol selama 24 jam pada suhu kamar. Puncak serapan klorofil ini tertelak pada panjang gelombang 430 dan 665 nm. Ketika dieksitasi pada panjang gelombang 400 nm, puncak FL terletak pada panjang gelombang 665 nm. Keberadaan puncak serapan dan FL ini mengindikasikan bahwa klorofil yang terkandung dalam ekstrak daun pandan adalah klorofil a. Nilai celah energi klorofil ini 1,82 eV dan penambahan NaHCO_3 tidak mempengaruhi sifat optiknya. Tetapi penambahan NaHCO_3 dapat meningkatkan kandungan klorofil dalam ekstrak daun pandan. Berdasarkan sifat optik tersebut, klorofil ini termasuk material semikonduktor sehingga dapat digunakan sebagai bahan aktif alternatif dalam piranti elektronik.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengukuran ukuran partikel klorofil melalui analisis foto TEM (transmission Electronics Microscopy)

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Ngara ZS. 2011. Penentuan Derajat Keteraturan dan Ukuran Butir Senyawa 3,4,9,10-Perylene Tetracarboxylic Diimide yang terdeposisi di atas Lapisan Tipis Perak (111). *J. MIPA*. **11**: 93.
- 2 Horowitz G. 1998. Organic Field-Effect Transistors. *Adv. Mater.* **10**(5): 365.
- 3 Manule S. Isolasi Dan Identifikasi Klorofil A Dengan Kromatografi Lapis Tipis (Klt) Pada Alga Cokelat (Sargassum Filipendula) Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.
- 4 Fitrihana N. Teknik Eksplorasi Zat Pewarna Alam Dari Tanaman Di Sekitar Kita Untuk Pencelupan Bahan Tekstil.

Yogyakarta. 2007.

- 5 Zhang J, Han C, Liu Z. 2009. Absorption spectrum estimating rice chlorophyll concentration : Preliminary investigations. *J. Plant Breed. Crop Sci.* **1**(5): 223.
- 6 Kwartiningsih E, Setyawardhani DA, Wiyatno A, Triyono A. 2019. Zat pewarna alami tekstil dari kulit buah manggis. *E K U I L I B R I U M*. **8**(1): 41.
- 7 Khasanah N. 2013. Isolasi Dan Penentuan Aktifitas Spesifik Klorofilase Dari Daun Mahoni (Swietenia mahagoni). *Chem Info.* **1**(1): 386.
- 8 Aryanti N. 2016. Ekstraksi Dan Karakterisasi Klorofil Dari Daun Suji (Pleomele Angustifolia) Sebagai Pewarna Pangan Alami. *J. Apl. Teknol. Pangan.* **5**(4): 129.
- 9 Rosita N, Satya A, Putro P, Aji MP. 2014. Sintesis Pigmen Alami Daun Tanaman Andong (Cordyline Fruticosa L .) Sebagai Pewarna Batik Dan Analisis Sifat Optiknya. *J. Fis.* **4**(2): 88.
- 10 Kim JY, Bard AJ. 2004. Organic donor/acceptor heterojunction photovoltaic devices based on zinc phthalocyanine and a liquid crystalline perylene diimide. *Chem. Phys. Lett.* **383**(1–2): 11.
- 11 Ngara ZS. *Fisika Zat Padat*. Penerbit NEM, Puwokerto. 2023.
- 12 Ngara ZS. *Metode Fisika Eksperimen*.
- 13 Sumaryanti. *Karakterisasi Optik dan Listrik Larutan Klorofil Sprulina Sp sebagai Dye Sensitized Solar Cell*. UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA.
- 14 Mlodzinska E. 2009. Survey of plant pigments: Molecular and environmental determinants of plant colors. *Acta Biol. Cracoviensia Ser. Bot.* **51**(1): 7.
- 15 Mil G, Kasman K, Iqbal I. 2017. Analisa Kualitas Klorofil Daun Jarak Kepyar (Ricinus comunis L) Sebagai Bahan Pewarna Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *Gravitasi.* **16**(2): .
- 16 Serpone N, Lawless D, Khairutdinov R. 1995. Size effects on the photophysical properties of colloidal anatase TiO_2 particles: Size quantization or direct transitions in this indirect semiconductor? *J. Phys. Chem.* **99**(45):

- 16646.
- 17 Ngara ZS, Pasangka B, Ngana FR, Elin A. 2021. Sintesis Material Karbon Nanodots dari Buah Sirsak Dengan Logam Besi Dan Kajian Spektrum Serapannya. *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.* **6**(1): 1.
- 18 Jaya M, Johanes AZ, Pingak RK, Ngara ZS. 2022. Study on optical properties of carbon nanodots by annealing of rice powder as a carbon source. *J. Phys. Conf. Ser.* **2243**(1): 012103.
- 19 Ngara ZS, Elin A, Ngana FR, Bukit M, Lerrick RI. 2023. Facile Synthesis of Fluorescent Carbon Nanodots From Soursop Peel As a Carbon Source for Ferric Metal Ion Sensor. *Eng. Technol. J.* **08**(10): 2904.
- 20 Nahak, B. M., Pasangka, B, NGara Z. 2023. Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanodots berbasis Kulit Singkong. *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.* **8**(2): 97.
- 21 Maunino MR, Ngara ZS, Pingak RK. 2024. karakterisasi sifat optik dan sintesis karbon nanodots dari kulit jeruk dengan tembaga. *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.* **9**(1): 7.