

KAJIAN AWAL SPEKTRUM SERAPAN SENYAWA HASIL EKSTRAKSI DAUN SUKUN (*ARTOCARPUS ALTILIS*) ASAL KOTA KUPANG

Renaldo Apriandi Kasa, Minsyahril Bukit, Albert Zicko Johannes
Jurusan Fisika, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Email: randikasa20@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang kajian awal spektrum serapan senyawa hasil ekstraksi daun sukun (*artocarpus altilis*) asal Kota Kupang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jangkauan serapan, nilai koefisien serapan, celah energi, dan indeks bias senyawa hasil ekstraksi daun sukun. Serbuk daun sukun diekstraksi secara maserasi, kemudian dievaporasi menggunakan evaporator, lalu diencerkan menggunakan pelarut etanol dan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk mendapatkan spektrum serapan senyawa hasil ekstraksi daun sukun. Berdasarkan hasil analisis data spektrum serapannya, jangkauan serapan senyawa ekstrak daun sukun terjadi pada panjang gelombang 200 nm sampai dengan 450 nm. Dengan nilai koefisien serapannya sebesar $105,9567 \text{ m}^{-1}$, nilai celah energinya sebesar 3.03 eV, dan nilai indeks biasnya sebesar 1.75.

Kata Kunci: Daun Sukun, Spektrum Serapan, Koefisien Serapan, Celah Energi, dan Indeks Bias

Abstract

The research about preliminary study absorption spectrum of Breadfruit leaves extract from kupang city has been done. This research aims to determine the absorption range, the absorption coefficient, the energy gap and the refractive index of Breadfruit leaves extract. Breadfruit leaves powder was extracted by maseration method, then it was evaporated by evaporator and further diluted using ethanol and then characterized using UV-Vis spectrophotometer to obtain absorption spectrum of Breadfruit leaves extract. Based on absorption spectrum data analysis, the absorption range occurs of wavelength 200 nm to 500 nm, the absorption coefficient is $105,9567 \text{ m}^{-1}$, the energy gap value is 3,03 eV and the refractive index value is 1,75.

Key words: Breadfruit leaf, Absorption Spectrum, Absorption Coefficient, Energy Gap, and Refractive Index Value.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangat maju dalam berbagai bidang. Salah satu perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat pesat adalah ilmu fisika, yang memungkinkan riset-riset mengenai alternatif bahan-bahan organik, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam piranti semikonduktor. Salah satu bahan/material organik adalah tanaman sukun. Tanaman sukun atau nama latinnya *Artocarpus Altilis* merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak kegunaan dan bernilai ekonomis tinggi. Penelitian ilmiah tentang tanaman sukun telah banyak dilakukan. Namun penelitian ilmiah yang khusus mengkaji tentang sifat-sifat fisika dari tanaman sukun belum dilakukan. Kajian sifat-sifat fisika suatu material meliputi sifat listrik, magnet, optik dan mekanik [1]. Untuk mengkaji sifat listrik khususnya penentuan besarnya celah energi suatu senyawa, dapat ditentukan dari spektrum serapan material senyawa tersebut.

Spektrum serapan material ini diperoleh dari analisis spektrofotometer UV-Vis.

Berdasarkan nilai celah energi suatu material, dapat ditentukan apakah material tersebut dapat menghantarkan listrik atau tidak. Jika celah energi $< 1 \text{ eV}$, maka material bersifat konduktor, dan jika celah energi berada dalam interval $1 < E_g < 3 \text{ eV}$, maka material bersifat semikonduktor, sedangkan jika celah energi material $> 3 \text{ eV}$, maka material tersebut bersifat isolator [1]. Jika senyawa hasil ekstraksi suatu material memiliki celah energi dalam daerah semikonduktor, maka senyawa tersebut dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam piranti elektronik [2].

Tanaman sukun merupakan salah satu material organik yang cukup banyak dijumpai di wilayah Kota Kupang, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Salah satu senyawa penyusun daun sukun adalah senyawa flavonoid. Senyawa *flavonoid* dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam piranti semikonduktor [3]. Dengan alasan tersebut, disamping alasan lain bahwa penulis

belum menemukan adanya penelitian yang mengkaji sifat-sifat fisika senyawa hasil ekstraksi daun sukun asal Kota Kupang ini, maka penulis tertarik untuk mengkaji sifat-sifat fisika yaitu sifat kelistrikan dan sifat optik dari senyawa hasil ekstraksi daun sukun asal Kota Kupang berupa koefisien serapan, celah energi, dan indeks bias.

MATERI DAN METODE

Tanaman Sukun

Tanaman sukun atau nama latinnya *Artocarpus Altilis* merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak kegunaan dan bernilai ekonomis tinggi. Tanaman sukun merupakan genus *Arthocarpus* yang terdiri atas 40 spesies. Spesies yang terkenal antara lain nangka dan cempedak. Tanaman sukun mampu beradaptasi dengan lingkungan dan dapat tumbuh dengan subur didaerah yang memiliki ketinggian tempat antara 0 – 100 m dari permukaan laut [4].



Gambar 1. Tanaman Sukun

Tanaman sukun adalah salah satu obat tradisional yang telah banyak dikenal masyarakat Indonesia. Salah satu bagian dari tanaman sukun yang berkhasiat sebagai obat yaitu daun sukun. Salah satu senyawa penyusun daun sukun adalah senyawa flavonoid. Senyawa flavonoid dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam piranti semikonduktor [3]. Senyawa-senyawa flavonoid adalah senyawa-senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon, terdiri dari dua cincin benzena yang dihubungkan menjadi satu oleh rantai linier yang terdiri dari tiga atom karbon [5].

Ekstraksi dan Evaporasi

Ekstraksi berasal dari bahasa latin, yaitu *Extractio* yang berarti menarik keluar, dan yang ditarik keluar adalah senyawa aktifnya. Dalam mengekstrak senyawa organik, harus digunakan pengekstrak atau pelarut yang cocok dengan bahan yang akan diidentifikasi. Agar proses ekstraksi dapat berlangsung secara optimal, pelarut yang digunakan memiliki sifat kepolaran

sama dengan senyawa yang hendak diidentifikasi [5]. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi maserasi. Maserasi berasal dari bahasa latin yaitu *macerare* yang artinya merendam. Metode maserasi tidak memerlukan ketelitian yang tinggi namun memberikan hasil yang memuaskan [6].

Setelah mendapatkan hasil ekstraksi maserasi, kemudian dievaporasi. Evaporasi atau penguapan adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas (contohnya uap air). Dalam Penelitian ini proses evaporasi digunakan untuk memisahkan pelarut dengan senyawa terlarut.

Sifat Sifat Material Semikonduktor Organik

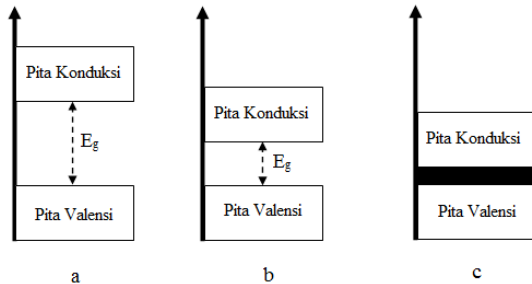
Berdasarkan daya hantar listrik, material dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu isolator, semikonduktor, dan konduktor. Dimana Isolator mempunyai konduktivitas listrik 10^{-18} S/cm sampai dengan 10^{-8} S/cm, konduktor mempunyai nilai $10^4 < \sigma_m < 10^6$ S/cm, dan semikonduktor mempunyai nilai nilai σ_m antara isolator dan konduktor.

Celah energi merupakan perbedaan antara ujung atas pita valensi (E_v) dengan ujung bawah pita konduksi (E_c) atau celah energi adalah energi maksimum yang diperlukan untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi [7].

Berdasarkan nilai celah energi material ini, dapat ditentukan apakah material ini dapat menghantarkan listrik atau tidak, yaitu jika celah energi < 1 eV, material bersifat konduktor. Jika celah energi berada dalam interval $1 < E_g < 3$ eV, material bersifat semikonduktor. Sedangkan celah energi material > 3 eV, material bersifat isolator [1]. Celah energi ketiga jenis material tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar. 2, pada material organik mempunyai pita valensi dan pita konduksi. Isolator mempunyai celah energi sangat besar dibandingkan dengan semikonduktor dan konduktor, sehingga jumlah elektron yang berpindah dari ujung atas pita valensi (HOMO) yang terisi ke ujung bawah pita konduksi (LUMO) yang tidak terisi sangat sedikit sehingga bahan isolator tidak dapat menghantarkan listrik. Semikonduktor mempunyai celah energi antara isolator dan konduktor yang menyebabkan beberapa elektron yang menyerap energi dapat berpindah dari pita valensi terisi ke pita konduksi tidak terisi, sehingga bahan semikonduktor dapat

menghantarkan arus listrik. Konduktor mempunyai celah energi sangat kecil bahkan tidak ada karena tumpang tindihnya antara pita valensi dan pita konduksi sehingga jumlah elektron yang dapat berindah dari pita valensi ke pita konduksi sangat banyak dan bahan konduktor dapat menghantarkan arus listrik dengan baik [7].



Gambar 2. Pita-pita energi a). Isolator, b). Semikonduktor, dan c) Konduktor (Sze, 2002)

Spektrum Serapan dan Celah Energi Material

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi dari material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 800 nm). UV-Vis adalah singkatan dari *ultraviolet-visible*.

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi dari material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). UV-Vis adalah singkatan dari ultraviolet-visible. Metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi serapan material dalam larutan adalah menggunakan hukum Beer-Lambert yang secara matematis dapat ditulis dalam bentuk Pers. 1 [8].

$$I = I_0 \exp(-\epsilon cl) \quad (1)$$

dengan l , c , ϵ masing masing adalah jarak yang dapat ditembusi oleh intensitas cahaya dalam material, konsentrasi material dan koefisien pematian (*extinction coefficient*).

Jika data pengukuran berupa transmitansi maka koefisien absorpsi dapat langsung diperoleh menggunakan Pers. (2). Sebaliknya jika yang diperoleh adalah absorbansi maka transmitansi dapat dihitung menggunakan Pers. (3) kemudian menentukan

koefisien absorpsi dengan menggunakan Pers. (2) [9].

$$\alpha(\omega) = -\frac{1}{d} \ln \left[\frac{I_T(\omega)}{I_0(\omega)} \right] = -\frac{1}{d} T(\omega) \quad (2)$$

$$A(\omega) + T(\omega) = 1 \quad (3)$$

Dalam spektroskopi, absorbansi (*absorbance*) (A) didefinisikan sebagai logaritma perbandingan antara intensitas cahaya yang ditransmisikan (I) dengan intensitas cahaya datang (I_0). Secara matematis dapat ditulis [8]:

$$A = -\log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (4)$$

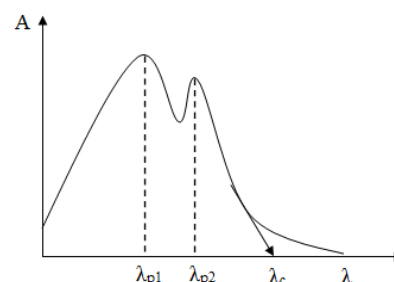
Dalam Fisika material, kaitan antara absorbansi dengan koefisien serapan (α) dapat ditulis [7]:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha l} \quad (5)$$

Berdasarkan Pers. 4 dan Pers. 5, koefisien serapan suatu material adalah perkalian antara konsentrasi dan koefisien pematian material. Secara matematis dapat ditulis:

$$\alpha = \frac{2,303 A}{l} \quad (6)$$

Pita serapan (*absorption band*) adalah jangkauan panjang gelombang yang ekuivalen dengan frekuensi spektrum elektromagnet yang diserap oleh material. Spektrum serapan material organik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 mempunyai keistimewaan utama yaitu pada panjang gelombang tertentu yaitu pada λ_{p1} dan λ_{p2} terjadi serapan maksimum dan pada λ_c terjadi tepi serapan (*absorption edge*). Celah energi (E_g) material dari spektrum serapan material dianalisis pada panjang gelombang ketika terjadi tepi serapan (λ_c).



Gambar 3. Model Spektrum Serapan Senyawa Organik [1]

Dalam model spektrum serapan senyawa organik diatas dapat dilihat terdapat satu titik panjang gelombang dimana terjadi tepi serapan yang disebut panjang gelombang pancung (*cut off wavelength*) (λ_c) dan dalam satuan nanometer (nm). Kaitan antara celah energi (E_g) dan panjang gelombang pancung (λ_c) dapat ditulis dalam Pers. 7 [10].

$$E_g = \frac{1240}{\lambda_c} \text{ (eV)} \quad (7)$$

Indeks Bias

Indeks bias material merupakan salah satu sifat optik yang dapat ditentukan berdasarkan spektrum serapannya. Indeks bias (n) adalah kemampuan suatu benda untuk membelokkan cahaya. Indeks bias didefinisikan oleh

$$n = \frac{c}{v} \quad (8)$$

Indeks bias suatu material dapat ditentukan berdasarkan spektrum serapan material. Ketika suatu material dikenai oleh cahaya, maka cahaya akan diserap (absorpsi), dilewatkan (transmisi), dipantulkan (refleksi), dan juga dibiaskan (refraksi). Berdasarkan spektrum serapan, indeks bias suatu material dapat dihitung menggunakan Per. 9 [11]:

$$n = \left(\frac{1 + R}{1 - R} \right) + \sqrt{\frac{4R}{(1 - R)^2} - k^2} \quad (9)$$

Dimana R adalah reflektansi. Dapat dihitung dari spektrum absorbansi (A) dan transmitansi (T) yaitu

$$R = 1 - \sqrt{(T * \exp(A))} \quad (10)$$

Sedangkan k adalah koefisien pematian. Dapat dihitung menggunakan Pers. 11

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \quad (11)$$

Metode Penelitian

Pengambilan sampel daun sukun dari Kota Kupang. Setelah itu daun sukun tersebut dirajang kecil-kecil dan dijemur di bawah sinar matahari. Kemudian daun sukun yang telah kering dihaluskan dengan belender sehingga diperoleh sampel berukuran kecil dan halus.

Setelah didapat serbuk daun sukun sebanyak 1 kg, kemudian diekstraksi

menggunakan proses maserasi, yakni sampel daun sukun yang telah dihaluskan sebanyak 1 kg kemudian diekstrak dengan menggunakan pelarut etanol. Selanjutnya cairan hasil ekstraksi ini dievaporasi dengan alat evaporator dan diperoleh hasil ekstrak kental.

Sampel daun sukun yang telah dievaporasi akan di analisis spektrum serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel dibuat tiga perlakuan, yaitu konsentrasi 100 PPM (*Part per Million*), 200 PPM, dan 300 PPM. Masing masing sampel ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Koefisien serapan material dapat ditentukan berdasarkan spektrum serapan senyawa daun sukun dengan menggunakan Pers. 6. Celah energi dapat dihitung menggunakan Pers. 7. Sedangkan indeks bias dapat dihitung menggunakan pers. 9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi dan Evaporasi

Proses ekstraksi yang dilakukan adalah ekstraksi maserasi, dimana pelarut yang digunakan yaitu pelarut etanol 96%. Pada proses ekstraksi ini digunakan pelarut etanol 96%, karena etanol 96% memiliki tingkat kepolaran yang sama atau hampir sama dengan senyawa yang akan diteliti. Dalam proses ekstraksi maserasi ini, sampel daun sukun berupa serbuk sebanyak 1 kg dilarutkan kedalam pelarut yaitu etanol 96% sebanyak 2600 ml, selama 48 jam. Dari ekstraksi maserasi ini, didapatkan hasil berupa larutan berwarna hijau pekat sebanyak 550 ml, yang menunjukkan bahwa komponen senyawa dari daun sukun telah diperoleh.

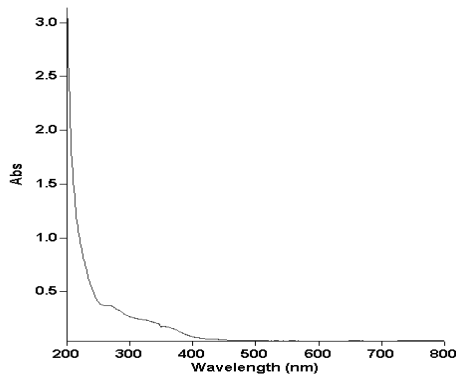
Setelah didapatkan larutan dari hasil ekstraksi maserasi, selanjutnya larutan tersebut dievaporasi menggunakan evaporator. Tujuan larutan dievaporasi karena larutan yang dihasilkan belum murni, dimana masih mengandung pelarut etanol. Sehingga perlu dilakukan pemisahan antara senyawa terlarut dan pelarutnya. Proses ekstraksi ini dilakukan selama 5 jam 30 menit pada suhu 65 °C. Hasil yang diperoleh dari proses evaporasi yaitu larutan kental berupa gel berwarna hitam pekat sebanyak 18 ml.

Sebelum dilakukan karakterisasi, senyawa daun sukun berupa larutan kental berbentuk gel yang di dapat dari hasil ekstraksi diencerkan kembali menggunakan pelarut etanol. Sebelum dikarakterisasi senyawa daun mengkudu diencerkan kembali menggunakan pelarut etanol. Dalam tahap pengenceran ini,

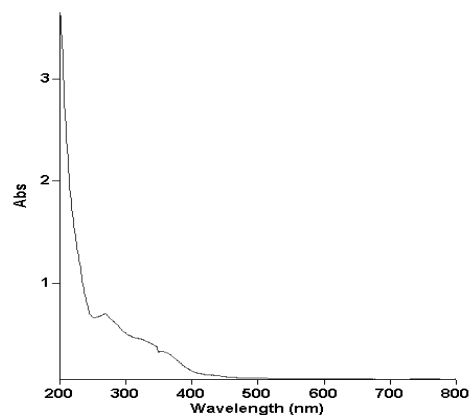
dibuat tiga konsentrasi yaitu 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm.

Spektrum Serapan Senyawa Hasil Ekstraksi Daun Sukun

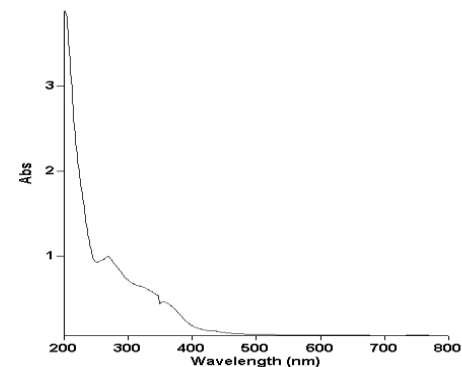
Spektrum serapan senyawa hasil ekstraksi daun sukun untuk konsentrasi 100 PPM, 200 PPM dan 300 PPM masing masing ditunjukkan pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 6.



Gambar 4. Spektrum serapan senyawa ekstrak daun sukun konsentrasi 100 PPM Hasil karakterisasi di Lab. Bio-Sains UNDANA



Gambar 5. Spektrum serapan senyawa ekstrak daun sukun konsentrasi 200 PPM Hasil karakterisasi di Lab. Bio-Sains UNDANA



Gambar 6. Spektrum serapan senyawa ekstrak daun sukun konsentrasi 300 PPM Hasil karakterisasi di Lab. Bio-Sains UNDANA

Analisis Spektrum Serapan Senyawa Hasil Ekstraksi Daun Sukun Asal Kota Kupang

Berdasarkan spektrum serapan yang ditunjukkan oleh Gambar 4 sampai dengan Gambar 6, yang didapat dari karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dapat dilihat bahwa jangkauan serapan senyawa daun sukun yang diteliti adalah 200 nm sampai 450 nm. Jika diperhatikan spektrum serapan tersebut memiliki bentuk yang sangat mirip walaupun terdapat tiga perlakuan konsentrasi. Tetapi semakin besar konsentrasi yang diberikan, semakin besar absorbansinya. Hal ini menunjukkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan yang dikarakterisasi. Sehingga pada konsentrasi 300 ppm memiliki absorbansi yang paling tinggi.

Berdasarkan Gambar 4 sampai dengan Gambar 6, spektrum serapan senyawa ekstrak daun sukun memiliki beberapa puncak serapan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sukun mengandung beberapa senyawa. Oleh karena itu, perlu dilakukan isolasi terhadap senyawa senyawa tersebut kemudian ditentukan celah energinya. Namun demikian, dalam penelitian ini tidak dilakukan proses isolasi.

Penentuan Koefisien Serapan

Dalam penentuan koefisien serapan nilai absorbansi yang digunakan adalah nilai absorbansi saat panjang gelombang maksimum. Untuk setiap perlakuan memiliki nilai absorbansi yang berbeda-beda pada panjang gelombang yang sama. Hal ini dikarenakan nilai absorbansi dipengaruhi oleh konsentrasi sehingga koefisien serapan material juga dipengaruhi oleh konsentrasi. Jika diambil nilai absorbansi maksimum pada panjang gelombang maksimum maka nilai panjang gelombang yang digunakan adalah 354 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,460 seperti ditunjukkan oleh Gambar 6. Lebar kuvet yang digunakan adalah 0.01 m. Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai koefisien serapannya sebesar $105,9567 \text{ m}^{-1}$

Penentuan Celah Energi

Berdasarkan spektrum serapan senyawa hasil ekstraksi daun sukun asal Kota Kupang yang ditunjukkan oleh Gambar 4 sampai dengan Gambar 6. Ketiga perlakuan konsentrasi

menunjukkan tepi serapan yang sama yaitu terjadi pada panjang gelombang 410 nm. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi larutan yang diberikan tidak mempengaruhi besarnya celah energi material. Berdasarkan Pers. 7, celah energi senyawa tersebut sebesar 3,03 eV. Secara teori dari hasil celah energi yang didapatkan nilai celah energi senyawa hasil ekstraksi daun sukun termasuk dalam daerah isolator dimana daerah isolator berada pada $E_g > 3$. Namun masih memungkinkan senyawa hasil ekstraksi daun sukun tersebut dapat digunakan dalam aplikasi sebagai bahan pewarna organik atau dye organik pada pemanfaatannya dalam dye sintesis solar sel (DSSC) dengan dilakukan kajian-kajian sifat fisiknya lebih lanjut. Dengan hasil celah energi yang didapat terdapat jarak yang jauh antara pita valensi yang terisi penuh oleh elektron dengan pita konduksi yang tidak terisi oleh elektron. Sehingga untuk memindahkan elektron dari pita valensi ke pita konduksi, maka akan membutuhkan energi yang cukup besar. Dimana energi minimal yang dibutuhkan sebesar 3,03 eV atau lebih besar dari 3,03 eV.

Penentuan Indeks Bias

Dalam penentuan indeks bias nilai yang digunakan adalah nilai absorbansi maksimum pada panjang gelombang maksimum, juga nilai transmitansi dan nilai reflektansi. Dimana nilai absorbansi maksimum, nilai panjang gelombang maksimum, nilai transmitansi, dan nilai reflektansi berturut-turut adalah 0.460, 354 nm, 0.540, dan 0.075. berdasarkan hasil perhitungan indeks bias senyawa hasil ekstraksi daun sukun asal kota kupang adalah 1,75.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil ekstraksi daun sukun asal kota kupang memiliki jangkauan serapan 200 nm sampai 450 nm dengan nilai koefisien serapan sebesar $105,9567 \text{ m}^{-1}$, celah energi sebesar 3,03 eV, dan nilai indeks bias sebesar 1,75.

Saran

Perlu dilakukan isolasi untuk memisahkan senyawa senyawa penyusun hasil ekstrak daun sukun dan dikaji parameter fisiknya. Dapat dikaji parameter fisika lainnya

yang belum dikaji dalam penelitian ini seperti konstanta dielektrik dari senyawa hasil ekstraksi daun sukun.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ngara, Z.S., 2014, *Metode Fisika Eksperimen (Pengukuran Dan Analisis Data Eksperimen Fisika)*, Kupang, Penerbit Gita Kasih.
2. Bunganaen Y., Ngara Z, S., Budiana I.M.N., 2009, *Sintesis Senyawa Flavonoid Hasil Ekstraksi Dari Kulit Batang Tanaman Valoa (Sterculia Urceolata Smith) Asal Nusa Tenggara Timur Sebagai Dye Sensitizer Pada Sel Surya Organik Yang Ramah Lingkungan*. Proposal Penelitian Prioritas Nasional.
3. Toeslaka, Y., 2012, *Kajian Awal Sifat Optik Senyawa Hasil Ekstraksi Daun Sirsak (Annona Muricata L) Asal Niukbaun Kecamatan Amarasi Barat Kabupaten Kupang*, Skripsi S1, Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.
4. Siregar, A.S., 2010, *Investasi Tanaman Sukun (Arthocarpus Communis) Pada Berbagai Ketinggian Disumatra Utara*, skripsi universitas Sumatra utara.
5. Novianti, D., 2011, *Karakterisasi Simplisia Dan Isolasi Senyawa Flavonoid Dari Ekstrak Etanol Daun Sukun (Artocarpus Altilis (Park.) Fosberg)*. Skripsi Universitas Sumatra Utara.
6. Goe, M., 2009, *Penentuan Celah Energi Dan Koefisien Serapan Senyawa Flavonoid Hasil ekstarasi Dari Kulit Batang Tanaman Valoa (Sterculia Urceolata Smith) Asal Kabupaten Kupang*, Skripsi S1, Jurusan Fisika FST UNDANA, Kupang.
7. Sze, S.M., 2002, *Semiconductor Devices Physics Technology, Edisi Kedua*, Jhon Wiley dan Sons, INC.
8. Banwell, C.N., 1983, *Fundamentals of Molecular Spectroscopy, edisi kedua*, McGRAW-Hill Book Company Limited, London.
9. Abdullah, M., dan Khairurrijal, 2010, *Karakterisasi Nanomaerial; Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*, Bandung, CV Rezeki Putra.
10. Kim, T.Y., dan Bard, A.J, 2004, *Organik Donor/Acceptor Heterjunction*

Photovoltaic Devices Based on Zinc
Phthalocyanene Liquid Crystalline
Perylene Diimide Chemical, *Physics
Letters*, 383, Halaman 11-15.

11. Abdel-Baset.T, Elzayat.M, dan
Mahrous.S, 2016, Characterization And
Optical And Dielectric Properties Of
Polyvinyl Chloride/Silica
Nanocomposites Films. *International
Journal OF polymer science*.