



**PENGARUH SUHU DAN WAKTU MICROWAVE TERHADAP
PERUBAHAN SIFAT OPTIK DAUN BIDARA (*Ziziphus mauritiana*)
DENGAN METODE SPEKTROSKOPI UV-VIS**

Jumardin

Jurusan Fisika, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

jumardin.jumardin@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: Research on bidara leaves (*Ziziphus mauritiana*) has been carried out with various methods and various characterizations, but few have investigated its optical properties (absorbance, transmittance and bandgap energy). This study aims to determine the absorption of ultraviolet (UV) wavelength, transmittance value and energy gap (Eg) based on the absorbance coefficient. This research begins by preparing ingredients such as bidara leaves, several types of solutions and treatment using a microwave at a temperature of 150⁰C, 200⁰C and 250⁰C with a time span of 20 minutes, 30 minutes and 40 minutes respectively. The optical properties characterization method uses a spectrophotometer that has been calibrated based on the UV Vis wavelength. The results of the measurement of optical properties show a different value for each sample. So the energy gap value (Eg) represents different values for different types of electronic transitions. The direct transition type (direct transition) has Eg values, respectively (3.74 eV, 3.50 eV and 3.42 eV) and for the indirect transition types, the Eg values (2.45 eV, 2.30 eV and 2.25 eV).

ABSTRAK: Penelitian daun bidara (*Ziziphus mauritiana*) telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan karakterisasi yang beragam, tetapi masih sedikit yang meneliti sifat-sifat optiknya (absorbansi, transmitansi dan energi celah pita). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serapan panjang gelombang sinar ultraviolet (UV), nilai transmitansi dan energi gap (Eg) berdasarkan koefisien absorbansi. Penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan bahan-bahan seperti daun bidara, beberapa jenis larutan dan perlakuan dengan menggunakan microwave pada suhu 150⁰C, 200⁰C dan 250⁰C dengan rentang waktu masing-masing 20 menit, 30 menit dan 40 menit. Metode karakterisasi sifat optik menggunakan spektrofotometer yang telah dikalibrasi berdasarkan panjang gelombang UV Vis. Hasil pengukuran sifat optik memperlihatkan nilai yang berbeda masing-masing sampel. Sehingga nilai energi gap (Eg) mempresentasikan nilai yang berbeda pada jenis transisi elektronik yang berbeda. Jenis transisi langsung (*direct transition*) memiliki nilai Eg berturut-turut (3.74 eV, 3.50 eV dan 3.42 eV) dan untuk jenis transisi tidak langsung (*indirect transition*) nilai Eg (2.45 eV, 2.30 eV dan 2.25 eV).

Kata Kunci: Daun bidara, sifat optik, energi gap.

**corresponding author*

email: jumardin.jumardin@uin-alauddin.ac.id

DOI:

PENDAHULUAN

Perkembangan sintesis senyawa kimia saat ini telah ditemukan metode *Microwave Assisted Organic Synthesis* (MAOS). Metode ini memanfaatkan teknologi radiasi gelombang elektromagnetik yang sering digunakan sebagai sintesis bahan atau material organik. Pada dasarnya metode ini menerapkan prinsip kerja transfer energi tambahan untuk kelangsungan reaksi berupa radiasi gelombang mikro. Sintesis *Carbon Dots* (C-dots) dari limbah kulit singkong dengan variasi konsentrasi larutan prekursor terhadap lama waktu microwave merupakan salah hasil penelitian yang mempresentasikan karakteristik sifat optik dari spektrum absorbansi UV-Vis dan intensitas pendaran berupa emisi (Putro P A *et al*, 2019). Metode spektroskopi UV-Vis merupakan pengukuran serapan cahaya di daerah ultra violet (200-350) nm dan cahaya tampak (350-800) nm oleh suatu senyawa atau molekul tertentu. Spektroskopi UV-Vis mengukur transmitan atau absorbansi suatu sampel dalam bentuk fungsi panjang gelombang, dimana setiap molekul akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu.

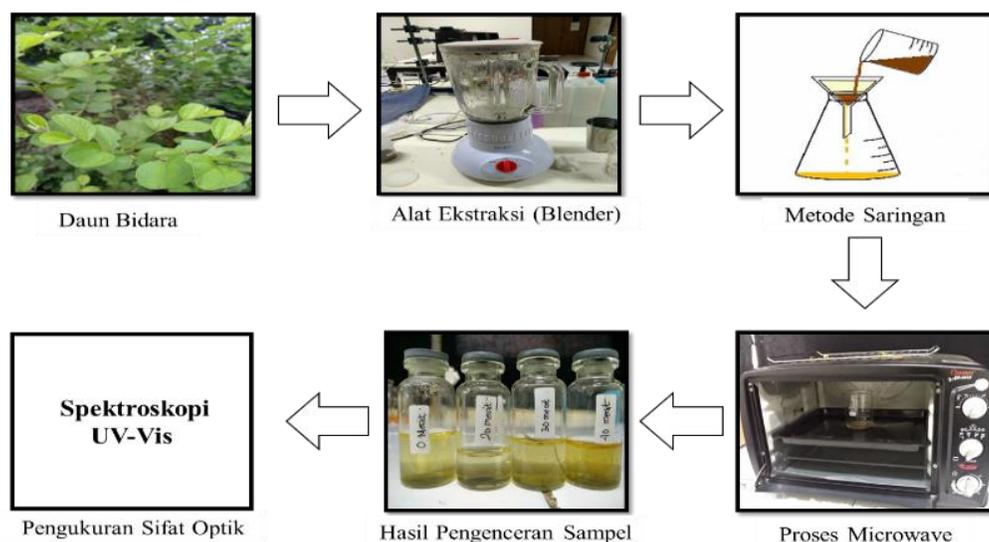
Penelitian dengan metode sintesis microwave mulai banyak dikembangkan pada material organik saat ini. Hasil penelitian dengan metode tersebut telah banyak dipublikasikan oleh media jurnal terindeks dalam negeri dan luar negeri. Salah satu hasil penelitian dengan menggunakan metode sintesis microwave adalah sintesis material organik atau *Carbon dots* (C-dots) dari Jahe dengan tujuan menganalisa absorbansi UV-Vis dan fotoluminisensi. Penelitian ini menghasilkan skala pengukuran dalam bentuk serapan panjang gelombang pada interaksi material dengan molekul organik Jahe (Isnaeni *et al*, 2018). Sintesis dengan metode microwave berbahan dasar daun Rambutan telah dilakukan untuk deteksi logam berat tembaga. Daun Rambutan di proses dengan mensintesis melalui Microwave dengan memanfaatkan energi gelombang elektromagnetik dari pemancaran gelombang radiasi microwave (Fikarda A *et al*, 2020).

Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana*) merupakan salah satu tanaman yang disebutkan dalam Al-Qur'an dan hadist-hadist Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam. "*Tetapi mereka berpaling, maka Kami datangkan kepada mereka banjir yang besar dan Kami ganti kedua kebun mereka dengan dua kebun yang ditumbuhi (pohon-pohon) yang berbuah pahit, pohon Atsl dan sedikit dari pohon Sidr*" (QS. As-Sabah:16). Dalam Al-Qur'an tanaman Bidara dinamakan sebagai tanaman Sidr. Penelitian tanaman daun Bidara telah banyak dilakukan dengan beragam metode serta manfaat dan khasiat daun Bidara juga telah banyak di buat dalam bentuk obat-obatan. Uji toksisitas akut ekstrak etanol daun bidara (Dhuha *et al*, 2019), penentuan profil bioautografi dan aktivitas anti oksidan ekstrak etanol daun Bidara (Samirana P O *et al*, 2017) serta penentuan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun Bidara dengan metode analisis spektroskopi UV-Vis (Haeria *et al*, 2016).

Melalui metode spektroskopi UV-Vis dapat menentukan nilai absorbansi serapan panjang gelombang elektromagnetik, karakteristik panjang gelombang transmitansi dan perhitungan nilai energi gap dengan menerapkan formulasi *Tauc Plot*. Salah satu penelitian menggunakan metode *Tauc Plot* adalah penentuan celah energi optik ekstrak daun alpukat. Penelitian tersebut memaparkan nilai energi gap senyawa hasil ekstrak daun alpukat yang berpotensi sebagai bahan alternatif piranti elektronika (Missa M M Y *et al*, 2018).

METODE PENELITIAN

Tanaman daun Bidara (*Ziziphus mauritiana*) yang digunakan adalah daun bidara yang segar dan tidak kering. Daun Bidara diperoleh dari kebun di Sudiang, Makassar (Sulawesi Selatan). Pelarut yang digunakan adalah aquabides sebagai pelarut non-kimia. Prosedur dilakukan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Suhu dan waktu *Microwave* di atur berdasarkan arahan penelitian (20 menit, 150⁰C), (30 menit, 200⁰C) dan (40 menit, 250⁰C).



Gambar 1. Skema prosedur sintesis dengan metode *microwave* dan pengukuran spektrum absorbansi dengan menggunakan spektrometer UV-Vis.

Daun Bidara di cuci bersih menggunakan air, kemudian didiamkan dan di jemur selama 12 jam. Daun bidara terlebih dahulu dihaluskan. Tiga gram daun bidara yang telah dihaluskan dilarutkan dengan 100 ml aquabides. Percampuran dilakukan dengan menggunakan blender hingga larutan tercampur rata. Proses radiasi terhadap larutan yang tercampur rata dilakukan dengan menggunakan microwave selama 20 menit untuk suhu 150⁰C, 30 menit untuk suhu 200⁰C dan 40 menit untuk suhu 250⁰C. Setelah masing-masing proses radiasi microwave berakhir, maka diperoleh hasil dalam bentuk serbuk. Proses

homogenisasi dilakukan dengan cara menambahkan masing-masing sampel dengan larutan aquades 80 ml. Kemudian, larutan murni diendapkan selama 24 jam untuk memisahkan material padatan dari cairannya. Pengujian dan karakteristik sifat optik larutan menggunakan alat spectrometer UV-Vis (*Varian Cary50*). Hasil pengujian ini akan menentukan nilai spektrum absorbansi pada serapan panjang gelombang tertentu daun bidara.

Energi gap diperoleh dengan menggunakan metode *Tauc Plot* atau penentuan celah pita optik dengan melihat grafik linier hubungan Energi (eV) pada sumbu -x dan $(\alpha hv)^{1/m}$ pada sumbu -y. Hubungan antara energi foton (hv) dengan koefisien absorbansi ditentukan dengan persamaan (1). Nilai h adalah 6.63×10^{-34} J.s, c adalah konstanta kecepatan cahaya dan E_g adalah celah energi material dan eksponen m tergantung pada jenis transisi (Missa M M Y *et al*, 2018). Energi celah pita atau E_g di hitung berdasarkan nilai yang diperoleh dahulu dari koefisien absorpsi dan energi (hv) masing-masing sampel serta jenis transisi elektroniknya dari ekstrak daun bidara.

$$(\alpha hv)^{1/m} = c (hv - E_g) \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{2.303 A}{d} \quad (2)$$

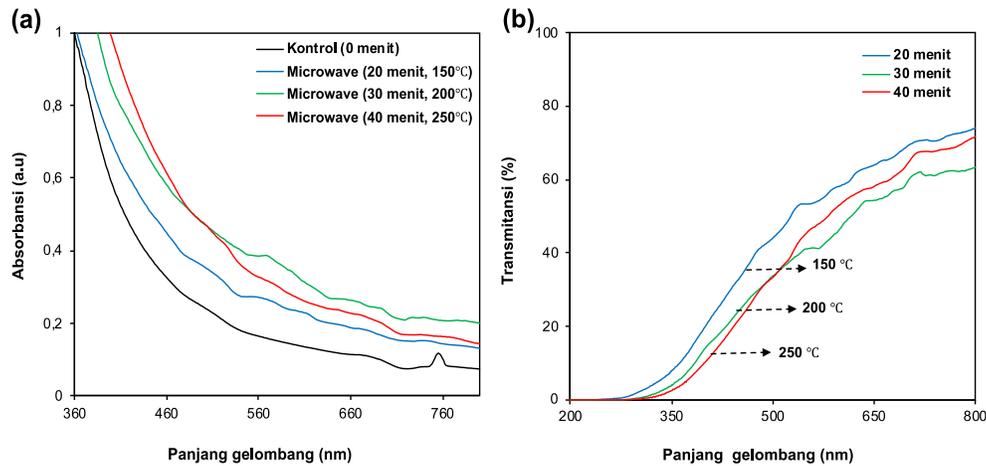
$$\%T = 10^a \times 100\% \quad (3)$$

Dimana c adalah konstanta optik, α adalah koefisien absorpsi dan (hv) adalah energi foton, E_g adalah energi celah dan n adalah nilai transisi yang bergantung pada jenis transisi (transisi langsung $n=1/2$ dan transisi tak langsung $n=2$) (Altaf *et al*, 2006).

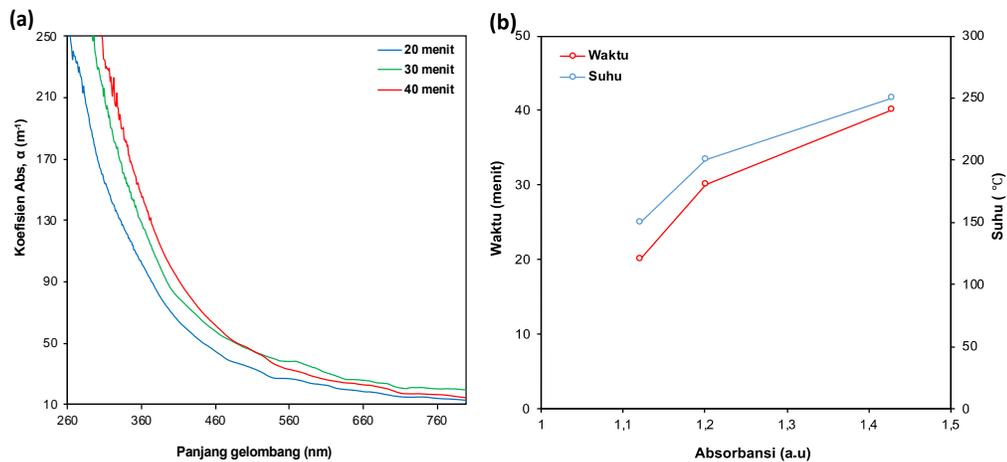
HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum Serapan Spektrometer UV-Vis Daun Bidara

Hasil karakteristik sifat optik berdasarkan gambar 2 (a) panjang gelombang terhadap nilai absorbansi dan (b) panjang gelombang terhadap nilai transmitansi. Koefisien absorbansi dipresentasikan dengan menghubungkan nilai panjang gelombang (20, 30, dan 40) menit terhadap rentang nilai absorbansi yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (2). Nilai panjang gelombang terhadap transmitansi diperoleh dengan alat spektrofotometer UV Vis. Grafik pada gambar 2 (b) menunjukkan hubungan panjang gelombang terhadap nilai transmitansi dengan menggunakan formulasi pada persamaan (3).



Gambar 2. (a) kurva serapan panjang gelombang terhadap absorbansi dan (b) kurva serapan panjang gelombang terhadap transmitansi.



Gambar 3. (a) kurva panjang gelombang terhadap koefisien absorbansi dan (b) kurva nilai absorbansi terhadap waktu dan suhu.

Sifat optik berdasarkan pengamatan eksperimen spektroskopi UV Vis. Hasil pengukuran didapatkan daun bidara yang telah diekstrak dalam bentuk koloid dapat menyerap spektrum UV yang terlihat pada gambar 2 (a). Daerah absorpsi pada kisaran UV bergeser pada setiap penambahan waktu dan kenaikan suhu microwave. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa adanya serapan optik pada panjang gelombang UV (360 nm) sampai cahaya tampak (*Visible*). Ketiga serapan cahaya UV (biru, hijau dan merah) menunjukkan adanya transisi elektronik dari π ke π^* serta adanya konjugasi dalam struktur

senyawa ekstraksi daun bidara. Perbedaan daerah serapan tersebut mengindikasikan adanya gugus molekul yang berbeda. Molekul akan tereksitasi dari keadaan HOMO (*Highest Occupied Molecular Orbital*) menuju keadaan LUMO (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*) ketika berinteraksi dengan foton.

Transmitansi (T) merupakan perbandingan antara intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh sampel dibandingkan dengan intensitas referensi. Analisis spektrum transmisi terhadap panjang gelombang akan memberikan koefisien absorpsi (α) yang merupakan fungsi panjang gelombang. Dengan menggunakan persamaan (2) didapatkan kurva hubungan antara panjang gelombang terhadap transmitansi.

Plot koefisien absorpsi (α) terhadap panjang gelombang untuk semua sampel diperlihatkan pada gambar 3 (a). Daerah koefisien absorpsi pada kisaran *ultraviolet* (UV) bergeser pada setiap kenaikan suhu dan penambahan waktu. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan adanya serapan optik pada panjang gelombang UV. Tepi pita serapan bergeser kewilayah panjang gelombang lebih besar atau frekuensi yang lebih kecil. Pada saat ekstraksi menyerap energi radiasi lebih lama dan suhu yang lebih besar, maka energi *band gap* (Eg) yang dimiliki semakin kecil. Perubahan nilai absorpsi terhadap waktu dan kenaikan suhu diperlihatkan pada gambar 3 (b). Kurva tersebut mempresentasikan perubahan nilai absorpsi yang dipengaruhi oleh suhu dan waktu. Hasil pengukuran nilai absorpsi memperlihatkan perbedaan nilai berdasarkan serapan panjang gelombang pada tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Nilai Absorbansi terhadap Penambahan Waktu dan Kenaikan Suhu.

Waktu (menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Absorbansi (a.u)
20	150	1,120929076
30	200	1,200712451
40	250	1,428629785

Perubahan waktu dan kenaikan suhu mengakibatkan nilai absorpsi berubah meski dalam interval yang tidak berjauhan. Seperti terlihat pada tabel, suhu pada 250°C yang disebabkan oleh paparan energi radiasi microwave menghasilkan nilai absorpsi lebih tinggi (1,428629785) daripada suhu 150°C (1,120929076) dan 200°C (1,200712451).

Penentuan Celah Energi

Energi celah pita (E_g) ditentukan berdasarkan perpotongan kurva bagian linier dengan sumbu ($h\nu$). Tingkat energi menandakan perbedaan pada masing-masing nilai perubahan waktu dan suhu ekstraksi daun bidara dengan menggunakan microwave sebagai alat sintesis. Penentuan besar energi celah (E_g) dapat dilakukan secara fundamental yang merupakan transisi absorpsi atau transmisi. Transisi langsung dan tidak langsung dapat digunakan hubungan persamaan (1). Hasil plot dapat di lihat pada gambar 4 (a) dan 5 (a) merupakan fungsi $(\alpha h\nu)^2$ yang dikembangkan dengan metode *Touc's Plot* memotong ($h\nu$) pada E_g . Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan E_g dengan menggunakan transisi langsung dan tidak langsung.

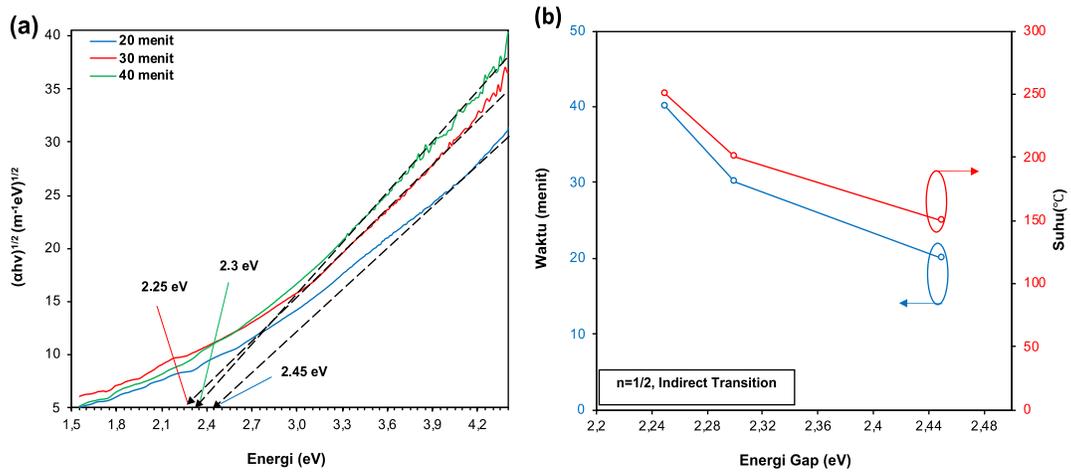
Tabel 2. Hasil perhitungan nilai Energi gap (E_g) dengan metode *Touc's Plot*

No	Jenis Transisi	Nilai Celah Energi (eV)		
		20 menit (150°C)	30 menit (200°C)	40 menit (250°C)
1	Transisi langsung (<i>direct transition</i>)	3,74	3,5	3,42
2	Transisi tidak langsung (<i>indirect transition</i>)	2,04	1,92	1,78

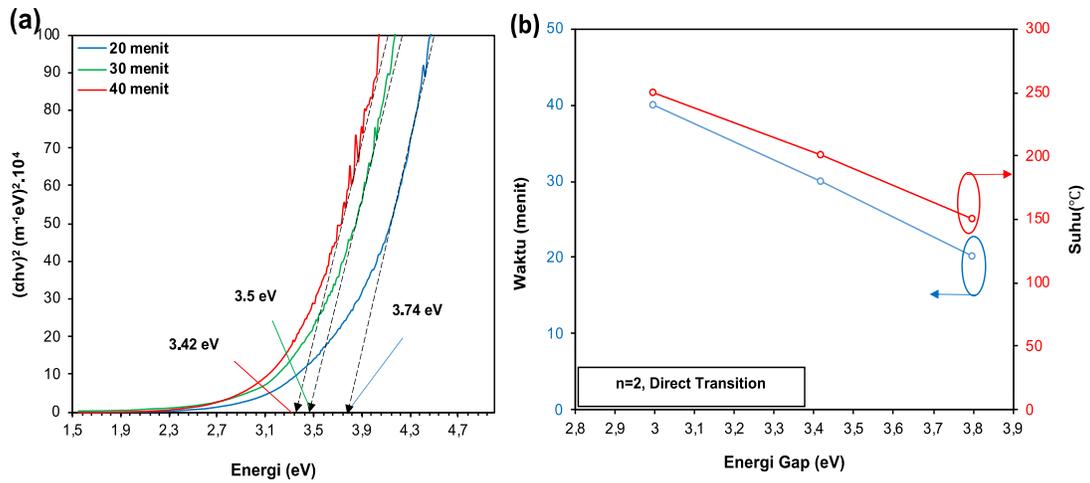
Nilai energi celah pita (E_g) masing-masing sampel terlihat pada table 2. Energi celah pita optik diperoleh dengan menarik ekstrapolasi pada daerah linier dari grafik hubungan $E=h\nu$ dan $(\alpha h\nu)^2$ hingga memotong sumbu energi (E). berdasarkan hasil tersebut pada gambar 4 dan 5 dapat diketahui bahwa perubahan waktu dan suhu pada microwave dapat menyebabkan perubahan energi celah pita (E_g) ekstraksi daun bidara. Sehingga elektron tereksitasi dari pita valensi menuju pita konduksi. Nilai energi celah pita (E_g) dapat bergantung pada jenis transisi elektroniknya. Pada gambar 5 (a) menampilkan kurva E_g dengan hasil dari transisi langsung ($n=1/2$) atau *direct transition* pada batas nilai berturut-turut 3.74 eV, 3.50 eV dan 3.42 eV.

Nilai E_g pada gambar 5 (a) merupakan transisi tak langsung atau *indirect transition* dengan menggunakan ($n=2$) berturut-turut 2.04 eV, 1.92 eV dan 1.78 eV. Perubahan suhu dan waktu menampilkan perubahan energi gap (E_g) secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh perubahan nilai *quantum confinemet* yang menyebabkan peningkatan energi kinetik pada medan kuantum yang diluminasi sehingga energi celah (E_g) berubah seiring dengan perubahan serapan panjang gelombang. Peningkatan durasi waktu dan suhu menyebabkan perubahan panjang gelombang dan energi celah pita (E_g). Semakin lama paparan energi radiasi microwave maka terhadap ekstrak daun bidara maka energi gap (E_g)

semakin kecil. Penelitian serupa pada ekstrak daun Sirsak menggunakan metode *Tauch Plot* untuk menentukan energi celah (E_g) 1.839 eV, 1.829 eV dan 1.831 eV (Dandara M E *et al*, 2019).



Gambar 4. Transisi langsung (a) Plot energi absorbansi ($h\nu$) terhadap $(\alpha h\nu)^2$ dan (b) kurva nilai E_g terhadap waktu dan suhu.



Gambar 5. Transisi tidak langsung (a) Plot energi absorbansi ($h\nu$) terhadap $(\alpha h\nu)^2$ dan (b) kurva nilai E_g terhadap waktu dan suhu.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan mengekstrak daun bidara dan memberikan perlakuan pada suhu microwave (150°C , 200°C dan 250°C) bahwa didapatkan nilai spektrum *ultra violet* (UV) untuk panjang gelombang, transmitansi dan absorbansi. Nilai energi gap (Eg) diperoleh berdasarkan jenis transisi langsung (3.74 eV, 3.50 eV dan 3.42 eV) dan transisi tidak langsung (2.04 eV, 1.92 eV dan 1.78 eV). Perubahan *energi bang gap* (Eg) terjadi akibat perbedaan durasi (waktu) dan temperatur (suhu) pada microwave. Energi celah pita (Eg) dihasilkan berdasarkan metode *Tauch Plot*.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Firkanda. **2020**. Sintesis Carbon Quantum Dots Berbahan Dasar Daun Rambutan untuk Deteksi Ion Logam Berat Tembaga (Cu^{2+}). Tugas Akhir Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Kimia. Universitas Pertamina.
- Haeria, Hermawati, A. T. U. Dg. Pine. **2016**. Penentuan Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi L.*). Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences 2016 1(2): pp 57-61.
- Isnaeni, I. Rahmawati, R. Intan, M. Zakaria. **2018**. Photoluminescence Study Of Carbon Dots From Ginger and Galangal Herbs Using Microwave Technique. Journal of Physics: Conf. Series 985 (2018) 012004.
- M. Altaf, M. A. Chaudhry, Z. Maria. **2006**. Characterization of ZnO Thin Films Grow by Chemical Bath Deposition. Journal of Basrah Research. Vol. 37. No. 3A.
- M. M. Y. Missa, R. K. Pingak, H. I. Sutaji. **2018**. Penentuan Celah Energi Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana Mill*) Asal Desa Oinlasi Menggunakan Metode Tauc Plot. Jurnal Fisika dan Terapannya Vol. 03. No. 02.
- M. E. Dandara, R. K. Pingak, A. Z. Johannes. **2019**. Estimasi Celah Senyawa Hasil Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona Nuricata L*) Menggunakan Metode Tauc Plot. Jurnal Fisika Sains dan Aplikasinya. Vol. 04. No. 01.
- N. S. Dhuha, Haeria, H. E. Putri, **2019**. Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi L.*) berdasarkan Gambaran Morfologi dan Histologi Hati Mencit. Ad-Dawaa' J. Pharm. Sci. Vol. 02. No. 01.

- P. A. Putro, R. Lizzulfah, Isnaeni. Karakteristik Sifat Optik Dari Kulit Luar Singkong Menggunakan Teknik Microwave. **2019**. Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol. 1. No. 2.
- P. O. Samirana, I. D. M. R. Taradipta, N. P. E. Leliqia. **2017**. Penentuan Profil Bioautografi dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana Auct. non Lamk.*) dengan Metode Penangkapan Radikal DPPH. Jurnal Farmasi Udayana. Vol. 06. No. 02.