

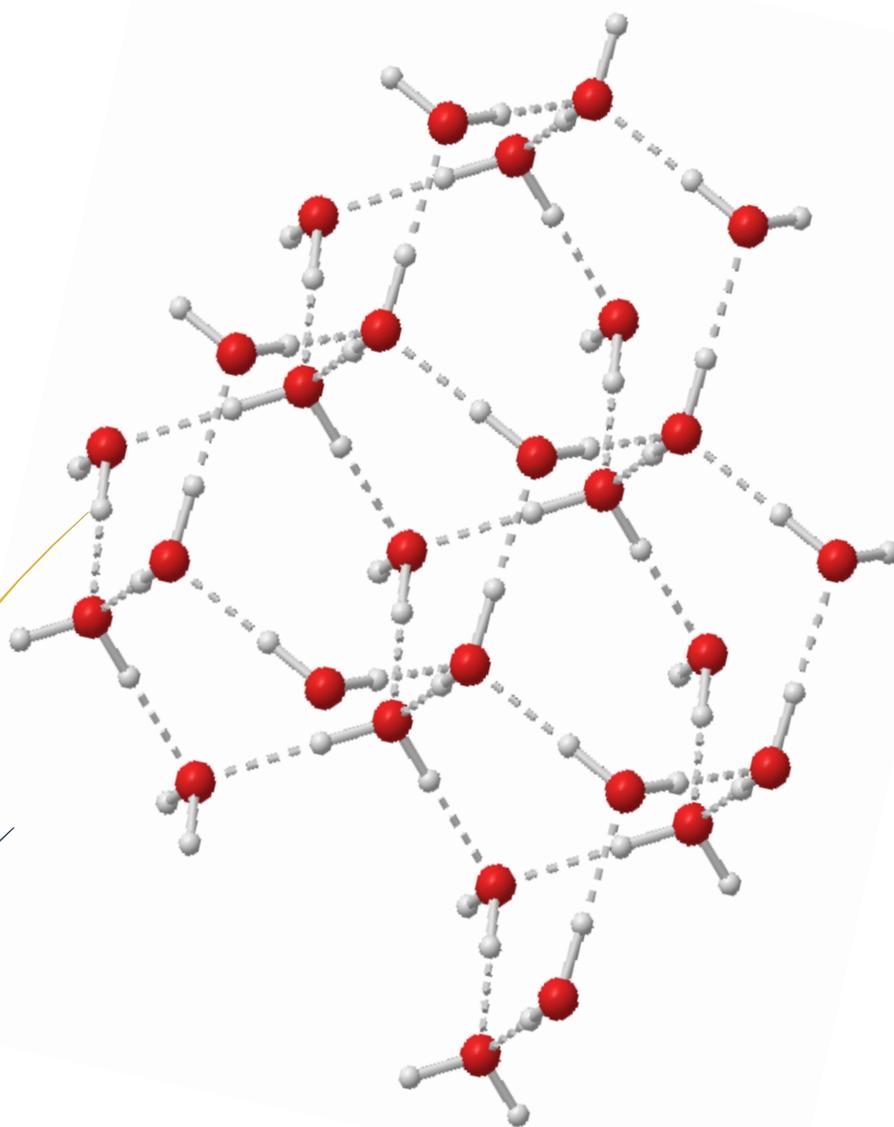


Vol. 6, No. 2, Agustus 2019
ISSN: 2548-947x

2019

JURNAL ITEKIMA

Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Kimia



DITERBITKAN OLEH: SEKOLAH TINGGI ANALIS KIMIA CILEGON

Alamat Redaksi:

Jl. KH. Wasyid No. 6 Jombang Wetan, Kota Cilegon-Banten 42411
Telp: 0254-2579126; Fax: 0254-399970; E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

Vol. 6, No. 2, Agustus 2019
ISSN: 2548-947x

Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Kimia
(Jurnal ITEKIMA)

Pelindung:

(Ketua Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon)

Pengarah:

(Wakil Ketua III Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon)

Editor Ahli:

Prof. (R) Dr. Gustan Pari, M.Si-Puslitbang Hasil Hutan
Dr. Heny Hindriani, M.Si-Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon
Muhamad A. Martoprawiro, M.S, Ph.D-Institut Teknologi Bandung
Dr. Tati Herlina-Universitas Padjadjaran
Dr. Saronom Silaban-Universitas Negeri Medan
Dr. Tiurlina Siregar, M.Si-Universitas Cendrawasih Jayapura

Ketua Tim Editor:

Boima Situmeang, M.Si

Manajer Editor:

Micha Mahardika, S.Si, MT

Editor Pelaksana:

Andri Agus Anugrah, SE, M.Pd
Agus Malik Ibrahim, M.Si
Fauzan Amin, M.Si
Dina Alva Prastiwi, M.Si
Puspita Sari, S.Si
M. Irfan Junedi, S.Si
Yadi Supriyadi, ST

Desain Cover:

Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon

Alamat Redaksi:

Jl. KH. Wasyid No. 6 Jombang Wetan Kota Cilegon-Banten 42411
Telp. 0254-2579126; Fax. 0254-399970;
E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id/boimatumeang@gmail.com

Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Kimia (Jurnal ITEKIMA) yang dikelola Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon terbit secara berkala sebanyak dua kali dalam setahun, yaitu setiap bulan Februari dan Agustus. Jurnal ITEKIMA menerbitkan artikel ilmiah hasil-hasil penelitian dalam bidang **kimia terapan** dan **teknologi kimia** yang orisinal dan belum pernah dipublikasikan dalam media manapun, dengan ketentuan penulisan Jurnal ITEKIMA.

Naskah dikirim ke kantor editor dan selanjutnya akan ditelaah editor dan melalui proses mitra bestari. Naskah yang dapat dimuat dengan perbaikan akan dikirimkan kembali ke penulis untuk disempurnakan, sedangkan naskah yang tidak dapat dimuat akan dikembalikan ke penulis jika melampirkan amplop balasan. Informasi lengkap untuk pemuatan artikel dan petunjuk penulisan tersedia di setiap terbitan. Calon penulis artikel yang memerlukan petunjuk penulisan artikel dapat menghubungi redaksi pelaksana Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Kimia (ITEKIMA). Harga langganan jurnal (*hard copy*) adalah Rp. 100.000,-/nomor.

Mengutip ringkasan dan pernyataan atau mencetak ulang gambar atau tabel dari jurnal ini harus menyertakan nama penulis. Produksi ulang dalam bentuk kumpulan cetakan ulang untuk keperluan apapun harus seijin salah satu penulis dan mendapat lisensi dari penerbit. Jurnal ini diedarkan untuk perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan perpustakaan di dalam maupun luar negeri.

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT BATANG <i>Erythrina subumbrans</i> (FABACEAE) Tati Herlina, Santanu Nugraha, Euis Julaeha, & Darwati	1 – 8
KETEGUHAN REKAT DAN EMISI FORMALDEHIDA KAYU LAMINA SENGON BERPEREKAT TANIN RESORSINOL FORMALDEHIDA Adi Santoso, Supriyono Eko Wardoyo, & Ika Retno Damayanti	9 – 23
PERAN EKSTRAK KLOOROFIL DARI DAUN KEDONDONG (<i>Spondias dulcis Forst</i>) PADA <i>DYE SENSITIZED SOLAR CELL</i> Ahmad Rifa'i, Hilda Hidayah, Narudi, & Agus Malik Ibrahim	24 – 34
SINTESIS SENYAWA METIL ESTER (BIODIESEL) DARI MINYAK BIJI KESAMBI ASAL KOTA CILEGON MELALUI REAKSI ESTERIFIKASI Kurnia I. Setiyandani, Afif H. Mustafid, M. Amrin Sunardi, & Boima Situmeang	35 – 40
PURIFIKASI SENYAWA KANDIDAT OBAT ANTIDIABETES DARI EKSTRAK DAUN <i>Dendrophthoepraelonga</i> (Blume) Miq. Novelim Baene, Nasuhi, Amrullah, Boima Situmeang, Gita Angelia, & Irfan Junedi	41 – 53

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK KULIT BATANG

***Erythrina subumbrans* (FABACEAE)**

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BARK EXTRACT OF *Erythrina subumbrans* (FABACEAE)

Tati Herlina*, Santanu Nugraha, Euis Juliaha, & Darwati

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363, Sumedang, Jawa Barat

*E-mail: tati.herlina@unpad.ac.id

ABSTRAK

Erythrina subumbrans (Fabaceae) merupakan tanaman tinggi dengan batang berduri dan bunga berwarna jingga yang didistribusikan di negara tropis dan subtropis. Tanaman ini banyak digunakan sebagai pengobatan tradisional untuk disentri, demam, asma dan cacingan. Ekstrak metanol, n-heksana, dan etil asetat kulit batang *E. subumbrans* dilakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode *diphenyl picril hydrazil hydrate* (DPPH). Ekstrak metanol, n-heksana, dan etil asetat kulit batang *E. subumbrans* menunjukkan aktivitas antioksidan secara berturut-turut dengan nilai IC₅₀ 189,57; 123,16; dan 62,81 µg/mL. Ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbrans* menunjukkan aktivitas lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak metanol dan n-heksana. Studi ini menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbrans* menunjukkan potensi besar untuk aktivitas antioksidan.

Kata kunci: *Erythrina subumbrans*, antioksidan, DPPH

ABSTRACT

Erythrina subumbrans (Fabaceae) is a high level plant with spiked stem and orange flower which was distributed in tropical and subtropical countries. The plant is widely used in traditional medicine for treatment of dysentery, fever, asthma and anthelmintics. The methanol, n-hexane, and ethyl acetate extract of stem bark *E. subumbrans* were screened for antioxidant activities by diphenyl picril hydrazil hydrate (DPPH) method. The methanol, n-hexane, and ethyl acetate extract of stem bark *E. subumbrans* showed antioxidant activity with value of IC₅₀ 189.57, 123.16, and 62.81 µg/mL, respectively. The ethyl acetate extract of stem bark *E. subumbrans* showed higher antioxidant activity compare with methanol and n-hexane extract. This study shows that the ethyl acetate extract of stem bark *E. subumbrans* have great potency for antioxidant activity.

Keywords: *Erythrina subumbrans*, antioxidant, DPPH

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya polusi dan suhu udara dapat menyebabkan terjadinya reaksi radikal bebas di dalam tubuh, hal ini menjadi penyebab berkurangnya daya tahan tubuh. Radikal bebas merupakan hasil reaksi oksidasi yang dapat memicu reaksi berantai dan dapat merusak sel. Proses untuk memperlambat atau mencegah oksidasi dibutuhkan antioksidan. Saat ini penggunaan antioksidan sintetik seperti *butylated hydroxy toluena* (BHT) mulai dibatasi karena kekhawatiran terhadap efek samping menjadikan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan. Sumber antioksidan alami diperoleh dari beberapa jenis tumbuhan, sayuran, buah-buahan dan rempah-rempah (Zengin *et al.*, 2011).

Erythrina subumbrans merupakan famili Fabaceae yang dikenal oleh masyarakat Indonesia dengan sebutan dadap serep. *Erythrina subumbrans* diketahui memiliki aktivitas biologis yang baik terutama mengandung senyawa metabolit sekunder yang dominan alkaloid, (+)-10,11-dioksoepieritratidin dan (+)-10,11-dioksoeritratidinon dari kulit batang *E. subumbrans* yang memiliki aktivitas antiplasmodial (*Plasmodium falciparum*), dan sitotoksik terhadap *oral human epidermal carcinoma* (KB), kanker payudara (BC), and kanker paru-paru (NCI-H187). Tjahjandarie *et al.* (2016) berhasil menemukan senyawa metil 2,5-dihidroksi-4-(3'-metil-2'-butenil)benzoate dari akar tumbuhan *E. Subumbrans* yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 266,48 µg/mL menggunakan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Makalah ini menyajikan penjelasan mengenai aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit batang *E. subumbrans* menggunakan metode DPPH.

2. BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Kulit Batang *E. subumbrans* diambil dari Subang, Jawa Barat pada Agustus 2018 dan sudah diidentifikasi oleh Bapak Joko Kusmoro di laboratorium taksonomi tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, serta spesimen *voucher* disimpan di laboratorium tersebut.

Ekstraksi dan fraksionasi

Serbuk kulit batang kering *E. subumbrans* (3,1 kg) diekstraksi dengan pelarut metanol (10 L) selama 3 x 24 jam pada suhu ruangan menggunakan teknik maserasi, kemudian dipekatkan menggunakan evaporator pada suhu 40 °C, diperoleh ekstrak pekat metanol (154,0 g). Ekstrak pekat metanol yang diperoleh dipartisi antara air dan *n*-heksana (1:1), diperoleh fraksi *n*-heksana (8,1 g) dan air-metanol. Fraksi air-metanol dipartisi kembali dengan pelarut etil asetat, diperoleh fraksi etil asetat (90,1 g).

Uji Aktivitas Antioksidan

Masing-masing ekstrak metanol, *n*-heksana, dan etil asetat kulit batang *E. subumbrans* dengan variasi konsentrasi konsentrasi (0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm) ditambahkan pereaksi 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Campuran dibiarkan selama 30 menit pada suhu 37 °C pada ruangan gelap. Penyerapan sampel diukur pada panjang gelombang 517 nm (Sharma dan Bhat, 2009). Persen inhibisi dapat dihitung melalui:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Serapan kontrol} - \text{Serapan sampel}}{\text{Serapan kontrol}} \times 100$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi dan fraksionasi dari kulit batang *E. subumbrans* (3,1 kg) diperoleh ekstrak metanol, *n*-heksana, dan etil asetat (Tabel 1). Perolehan ekstrak metanol dan etil asetat *E. subumbrans* (4,97 dan 2,90 %), menunjukkan jumlah yang lebih banyak dibandingkan ekstrak *n*-heksana.

Tabel 1. Perolehan ekstrak kulit batang *E. subumbrans* dari berbagai pelarut

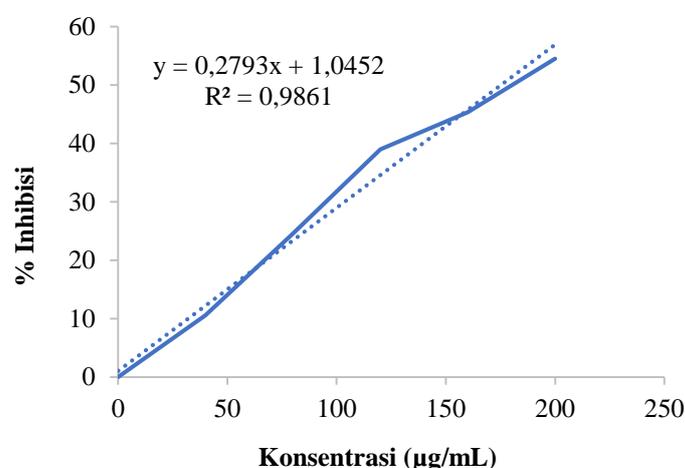
No.	Ekstrak	Berat (g)	Berat (%)
1	Metanol	154,0	4,97
2	<i>n</i> -heksana	8,1	0,26
3	Etil asetat	90,1	2,90

Pegujian aktivitas antioksidan ekstrak metanol, *n*-heksana, dan etil asetat kulit batang *E. subumbrans* menggunakan metode DPPH disajikan pada Tabel 2. Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat asetat kulit batang *E. subumbrans* menunjukkan nilai IC₅₀ paling rendah (62,81 µg/mL) dibandingkan dengan ekstrak metnol dan *n*-heksana. Asam askorbat digunakan sebagai standar positif yang menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ sebesar 1,45 µg/mL, lebih rendah dari pada nilai antioksidan ekstrak metanol, *n*-heksana, dan etil asetat.

Tabel 2. Nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan ekstrak kulit batang *E. subumbrans* dari berbagai pelarut

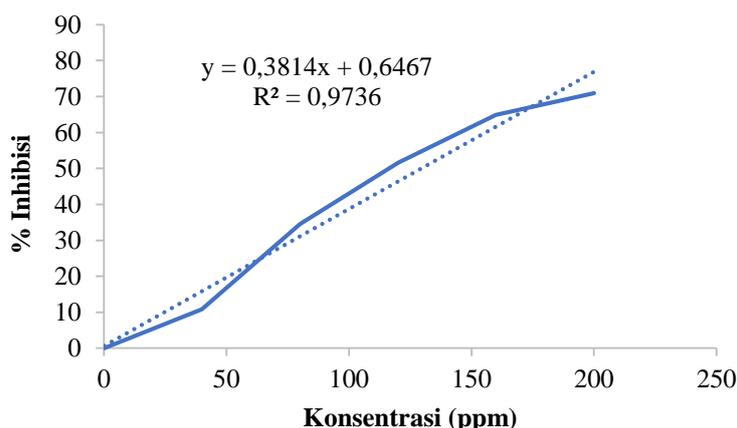
No.	Sampel	IC ₅₀ (µg/mL)
1	Ekstrak metanol	189,57
2	Ekstrak n-heksana	123,16
3	Ekstrak etil asetat	62,81
4	Asam askorbat	1,45

Regresi linier ekstrak metanol kulit batang *E. subumbrans* ditentukan melalui perhitungan persen inhibisi dengan konsentrasi (µg/mL). Gambar 1 menunjukkan aktivitas antioksidan ekstrak metanol dengan nilai R² diperoleh 0,9861 merupakan perhitungan nilai rata-rata yang dilakukan secara duplo menunjukkan nilai IC₅₀ 189,57 µg/mL.



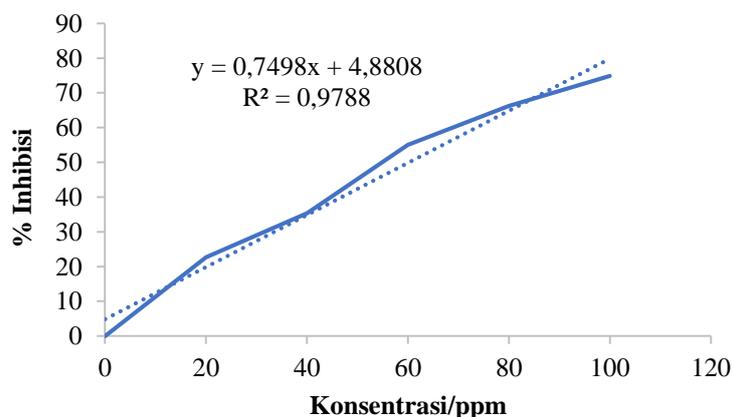
Gambar 1. Grafik persen inhibisi dengan konsentrasi (µg/mL) ekstrak metanol

Aktivitas antioksidan ekstrak *n*-heksana kulit batang *E. subumbrans* ditentukan oleh hasil regresi linier antara persen inhibisi dengan konsentrasi ekstrak *n*-heksan ($\mu\text{g/mL}$). Gambar menunjukkan nilai regresi linier ekstrak *n*-heksana dengan R^2 yang diperoleh 0,9736 menunjukkan nilai IC_{50} 123,16 $\mu\text{g/mL}$ merupakan hasil perhitungan rata-rata yang dilakukan secara duplo.



Gambar 2. Grafik persen inhibisi dengan konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) ekstrak *n*-heksana

Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbrans* ditentukan melalui regresi linier antara persen inhibisi dengan konsentrasi ekstrak etil asetat ($\mu\text{g/mL}$). Gambar 3 menunjukkan nilai regresi linier ekstrak etil asetat diperoleh R^2 0,9788 menunjukkan nilai IC_{50} 62,81 $\mu\text{g/mL}$ merupakan hasil perhitungan rata-rata yang dilakukan secara duplo.



Gambar 3. Grafik persen inhibisi dengan konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbrans*

Proses ekstraksi dan fraksinasi dari kulit batang *E. subumbrans* diperoleh rendemen ekstrak metanol (4,97%), *n*-heksana (0,26), dan etil asetat (2,90%), hal ini menunjukkan komponen senyawa yang terdapat di dalam bagian kulit batang *E. subumbrans* lebih banyak tertarik pada pelarut metanol dan etil asetat. Pengujian DPPH dapat digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan senyawa yang bersifat semi polar (etil asetat) dan polar (metanol) (Sharma dan Bath, 2009). Peneliti sebelumnya (Rukachaisirikul *et al.*, 2008) berhasil memperoleh senyawa alkaloid eritrina, (+)-10,11-dioeksoerithratin, (+)-10,11-dioeksoerithratidin, dan (+)10,11-dioeksoerithratidinon dari ekstrak metanol kulit batang *E. subumbrans*. Hal yang sama ditemukan juga senyawa golongan alkaloid eritrina dari genus *Erythrina* lain, senyawa alkaloid glukosida, Erithralin-11 β -O-glukopiranosida, erthralin, erithratin, erisodin, erisotrin, (+)-16 β -D-glukoerisopin, dan hipaforin dari ekstrak etil asetat biji *E. Crista galli* (Tan *et al.*, 2017). Besar kemungkinan senyawa yang terdapat di dalam ekstrak metanol dan etil asetat kulit batang *E. subumbrans* merupakan golongan senyawa alkaloid erithrina.

Hasil ekstrak etil asetat kulit batang *E.subumbrans* dengan IC₅₀ sebesar 62,81 μ g/mL menunjukkan aktivitas antioksidan paling tinggi dibandingkan dengan ekstrak metanol dan *n*-heksana. Hal ini menunjukkan kemampuan ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbrans* yang kuat untuk meredam radikal bebas, karena pada ekstrak etil asetat terdapat senyawa-senyawa yang memungkinkan untuk mendonasikan protonnya yang memiliki aktivitas penangkapan radikal kuat (Kasote *et al.*, 2015).

Genus *Erythrina* banyak mengandung senyawa alkaloid eritina yang mempunyai aktivitas antioksidan, diantaranya 10-hidroksi-11-oksoerisotrin (IC₅₀ 8,0 \pm 1,0), eritharbin (IC₅₀ 26,7 \pm 2,1), 10,11-dioeksoerisotrin (IC₅₀ 3,5 \pm 0,7), erythartine (IC₅₀ 37,8 \pm 0,3), erisotramidin (IC₅₀ 21,9 \pm 0,3), dan erisotrin-N-oksida dari ekstrak metanol bunga *Erythrina herbacea* (IC₅₀ 9,3 \pm 1,7), menunjukkan aktivitas antioksidan dalam kategori kuat menggunakan metode DPPH (Tanaka *et al.*, 2008). Fraksi etil asetat biji *E. poeppigiana* mengandung senyawa golongan indol alkaloid, hipaforin dan erisodin yang menunjukkan aktivitas antioksidan 59,8 \pm 0,33 dan 29,5 \pm 0,23 μ g/mL menggunakan metode DPPH. Senyawa hipaforin dan erisodin menunjukkan aktivitas antioksidan termasuk ke dalam kategori sedang dan kuat (Nondou *et al.*, 2018).

4. SIMPULAN

Ekstrak etil asetat kulit batang *E. subumbran* menunjukkan aktivitas antioksidan kategori kuat dan nilai persen inhibisi paling tinggi dibandingkan dengan ekstrak *n*-heksana dan metanol menggunakan metode DPPH.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran atas bantuan dana yang diberikan melalui Hibah Pengabdian Kepada Masyarakat Internal Universitas Padjadjaran Batch I Tahun 2019, nomor: 3443/UN6./PM/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasote M, Katyase S, Hegde M, & Bak H. 2015. Significance of Antioxidant Potential of Plants and Its Relevance to Therapeutic Applications. *International Journal of Biological Sciences*, 11(8), 982-991.
- Nondou BS, Kengfack AE, & Djama CM. 2018. Characterisation of Indole Alkaloids From Seeds of *Erythrina Poepigiana* (Fabaceae). *International Journal of Medical Research and Pharmaceutical Sciences*, 5(2), 33-38.
- Rezaeian S, Pourianfar HR, & Janpoor J. 2015. Antioxidant properties of several medicinal plants growing wild in northeastern Iran. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(2), 63-68.
- Rukachaisirikul T, Innok P, & Suksamrarn A. 2008. Erythrina Alkaloids and a Pterocarpan from the Bark of *Erythrina subumbrans*. *Journal Natural Products*, 71, 156–158.
- Sharma OM, & Bhat TK. 2009. DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*, 113, 1202–1205.
- Tanaka H, Hattori H, Tanaka T, Sakai E, Tanaka N, Kulkarni A, & Etoh H. 2008. A new Erythrina alkaloid from *Erythrina herbacea*. *Journal Natural Medicine*, 62:228–231.

- Tan WQ, Jiang-Cheng N, Fang PH, & Qi-Jian Chen QJ. 2017. A New Erythrinan Alkaloid Glycoside from the Seeds of *Erythrina crista galli*. *Molecules*, 22 (1558), 1-7.
- Tjahjandarie TS, Saputri RD, & Tanjung M. 2016. Methyl 2,5-Dihydroxy-4-(3'-methyl-2-butenyl)benzoate from Root of *Erythrina subumbrans*. *Molbank*, 2-4.
- Zengin G, Aktumsek A, Guler GO, Cakmak YS, & Yildiztugay E. 2011. Antioxidant Properties of Methanolic Extract and Fatty Acid Composition of *Centaurea urvillei* DC. subsp. *hayekiana* Wagenitz. *Records of Natural Products*, 5(2), 123-132.

KETEGUHAN REKAT DAN EMISI FORMALDEHIDA KAYU LAMINA SENGON BERPEREKAT TANIN RESORSINOL FORMALDEHIDA

**(*BONDING STRENGTH AND FORMALDEHYDE EMISSION FROM SENGON
LAMINATED WOOD WITH TANNIN RESORCINOL FORMALDEHYDE
ADHESIVE*)**

Adi Santoso^{1,2*}, Supriyono Eko Wardoyo³ & Ika Retno Damayanti³

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan-Bogor

²Jurusan Kimia Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon-Cilegon

³Prodi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa-Bogor

*E-mail: profadisantoso@gmail.com

ABSTRAK

Pohon sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan salah satu jenis bahan baku yang dimanfaatkan untuk kayu lamina. Disinyalir bahwa bahan baku kayu yang berasal dari suatu jenis kayu dengan umur pohon yang berbeda, akan berpengaruh terhadap keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu laminanya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data pengaruh umur pohon sengon terhadap keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu lamina berpererekat tanin resorsinol formaldehida (TRF). Hasil penelitian menunjukkan nilai keteguhan rekat produk berkisar 15,38 – 47,47 kg/cm² (uji kering), dan 2,07 – 22,47 kg/cm² (uji basah), dengan emisi formaldehida berkisar 0,20 – 0,35 mg/L. Nilai keteguhan rekat kayu lamina berpererekat TRF ini memenuhi standar SNI 1998 untuk umur pohon 6-10 tahun, sedangkan emisi formaldehida memenuhi standar SNI 1999 dan JAS 2003 untuk semua umur pohon. Berdasarkan sidik ragam, umur pohon sengon berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu lamina berpererekat TRF.

Kata kunci: Pohon sengon, kayu lamina, tanin resorsinol formaldehida, keteguhan rekat, emisi formaldehida

ABSTRACT

Sengon Tree (Falcataria moluccana) is a type of raw material used for laminated wood. It is said that the raw material of wood derived from a type of wood with a different age of trees, will affect the firmness of the adhesive and the emission of the formaldehyde wood of its laminated. The study aims to obtain the data influence of the Sengon tree age against the firmness of the bonding strength and formaldehyde emissions of laminated wood using tannins resorcinol formaldehyde adhesive (TRF). The results showed that the value of the adhesive firmness of the product about 15.38 – 47.47 kg/cm² (dry test), and 2.07 – 22.47 kg/cm² (wet test), with formaldehyde emissions about 0.20 – 0.35 mg/L. Value of the firmness of lamina wood using TRF adhesive meets SNI 1998 standard for 6-10 year tree age, while formaldehyde emissions meet SNI 1999 and JAS 2003 standards

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

for all age trees. Based on analysis of variances, the age of Sengon tree is highly significant to the bonding strength and formaldehyde emission on laminated wood using TRF adhesive.

Keywords: Sengon tree, laminated wood, tannin resorcinol formaldehyde, bonding strength, formaldehyde emissions

1. PENDAHULUAN

Sengon (*Falcataria moluccana*), merupakan tanaman kayu yang dapat mencapai diameter cukup besar yaitu 70 – 80 cm. Tinggi pohon 30 – 45 m dengan panjang batang bebas cabang 10 – 30 m, hingga berumur 5 tahun pertumbuhan tingginya mencapai 4 meter/tahun, dapat ditebang setelah berumur 5 – 9 tahun (Santoso, 1992).

Salah satu pemanfaatan kayu sengon adalah sebagai bahan baku kayu lamina. Kayu Lamina atau disebut juga balok majemuk adalah suatu balok yang diperoleh dari perekatan kayu, dapat berbentuk lurus, melengkung atau gabungan dari keduanya, dengan arah serat sejajar satu sama lain (Daimon, 2006). Perekat yang digunakan dapat bermacam-macam, salah satunya adalah tanin resorsinol formaldehida (TRF). Perekat yang memakai bahan formaldehida dalam campurannya, mengemisikan formaldehida ke udara. Hal ini terjadi karena pada perekat tersebut terdapat formaldehida bebas, sehingga setelah menjadi kayu lapis, formaldehida tersebut teremisikan. Emisi formaldehida dalam kadar tertentu dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti pusing, muntah-muntah, mata berair dan lain sebagainya (Roffael, 1993).

Kayu mengandung senyawa yang bersifat non polar yang berasal dari getah atau damar yang dapat menghalangi masuknya perekat ke dalam kayu sehingga mengganggu proses perekatan (Achmadi, 1990). Kadar senyawa-senyawa non polar ini berbeda pada setiap jenis dan umur pohon, sehingga keteguhan rekat dan emisi formaldehida dari kayu lamina berperekat tanin resorsinol formaldehida diduga akan berbeda pula pada setiap masing-masing umur pohon. Menurut Rahim (2009) umur pohon sengon berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekatnya.

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat perbedaan keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu lamina berperekat tanin resorsinol formaldehida yang dibuat dari kayu sengon dengan umur pohon yang berbeda, dikarenakan pohon berusia muda dan pohon berusia tua mempunyai kadar senyawa ekstraktif yang berbeda. Penelitian ini dilakukan

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

di laboratorium produk majemuk Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan yang berlokasi di Jalan Gunung Batu no. 5 Bogor.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah bilah kayu sengon yang diambil dari berbagai umur pohon (5, 6, 7, 9 dan 10 tahun), limbah kulit kayu mangium, NaOH 50%, resorsinol, formaldehida 37%, asam sulfat, natrium tiosulfat, kalium hidroksida, larutan kanji, asetil aseton ammonium asetat, akuades. Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah alat kempa, oven, *universal testing machine*, pH meter, spektrofotometer UV-VIS, alat pelabur perekat, tanur, timbangan neraca analitik, piknometer, peralatan gelas, dan *viscotester*.

Pembuatan Ekstrak Tanin

Proses pembuatan ekstrak tanin mengacu pada prosedur Santoso (2001). Limbah kulit kayu mangium direndam dengan air panas (70 – 80 °C) dengan perbandingan bahan (kulit) : air (total) = 1 : 3, dalam wadah ekstraktor. Ekstraksi dilakukan sebanyak tiga kali. Pemanasan dilakukan pada suhu 80 – 90 °C selama 1 jam dan selama proses campuran diaduk 15 menit sekali, campuran didinginkan dan disaring, residu kembali diekstrak (ekstraksi kedua) seperti sebelumnya.

Pembuatan Perekat Tanin Resorsinol Formaldehida

Ekstrak tanin cair dicampur dengan NaOH 50% dalam gelas piala, diaduk pada suhu ruangan sampai homogen. Larutan tersebut kemudian dibubuhi dengan resorsinol sedikit demi sedikit dan diaduk sampai homogen lalu dikondisikan dengan NaOH 50% sampai pH mencapai 11. Kemudian ditambahkan larutan formaldehida 37% sambil diaduk. Kemudian larutan NaOH 50% dimasukkan, dan campuran diaduk lagi sampai pH larutan mencapai pH 11. Reaksi di atas dilakukan pada suhu kamar.

Pengujian Kualitas Perekat Tanin Resorsinol Formaldehida

Analisis kualitas perekat TRF didasarkan pada (SNI 06-0060-1998). Uji kualitas yang dilakukan meliputi uji visual, bahan asing, viskositas, derajat keasaman, bobot jenis, kadar padatan, waktu gelatinisasi dan kadar formaldehida bebas.

Persiapan Kayu

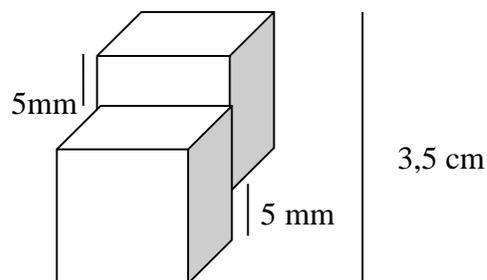
Kayu yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis sengon yang berasal dari 5 kelompok umur pohon, yaitu: 5, 6, 7, 9 dan 10 tahun. Umur ini diambil sesuai dengan yang ada di lapangan. Kayu tersebut dipotong dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 6 cm dan tinggi 1 cm (20 x 6 x 1) cm. Banyaknya potongan kayu masing-masing adalah 50 buah. Potongan kayu kemudian di keringkan di oven sampai kadar airnya berkisar antara 8 – 12 %.

Pembuatan Kayu Lamina

Setiap kayu lamina disusun dengan 2 lapis kayu sengon. Potongan kayu yang telah disusun sesuai dengan umur pohon dilaburi dengan perekat tanin resorsinol formaldehida (bobot labur: 170g/m²). Masing-masing kayu lamina yang telah dibuat, dikempa pada suhu kamar selama 24 jam. Setelah pengempaan, kayu lamina diangkat dan dirapikan bagian tepinya, dan dibiarkan selama 1 minggu. Pengujian kayu lamina dilakukan setelah 1 minggu penyimpanan pada suhu ruangan.

Pengujian Keteguhan Rekat

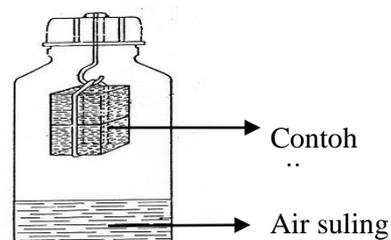
Pengujian keteguhan rekat berupa keteguhan geser tekan yang dilakukan dalam kondisi uji basah dan kering. Uji kering dilakukan dengan cara contoh uji yang telah disiapkan, dalam keadaan kering udara diuji dengan *universal testing machine*. Untuk uji basah, contoh uji yang telah disiapkan diberi perlakuan sebagai berikut: contoh uji direndam dalam air mendidih selama 4 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur (60 ± 2) °C selama 20 jam. Contoh uji direndam kembali dalam air mendidih selama 4 jam, lalu direndam dalam air dingin hingga mencapai suhu kamar. Dalam keadaan basah contoh tersebut di uji dengan *universal testing machine*.



Gambar 1. Contoh uji keteguhan geser tekan

Pengujian Emisi Formaldehida

Pengujian emisi formaldehida dilakukan berdasarkan cara Wilhelm Klauditz Institut/WKI (Roffael, 1993). Contoh uji berukuran 25 mm x 25 mm x 1 mm digantung di dalam botol yang berisi 50 mL air suling (Gambar 2). Botol berisi contoh uji dan tanpa contoh uji (blanko) dipanaskan dengan suhu 40 °C di dalam oven selama 24 jam. Setelah itu, botol dikeluarkan dan direndam dalam air selama 30 menit, kemudian larutan contoh uji dipindahkan ke dalam tempat yang lebih kecil.



Gambar 2. Peletakan contoh uji

Sebanyak 25 mL larutan contoh dan 25 mL deret standar larutan formaldehida dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 25 mL pereaksi asetilaseton-amonium asetat, diaduk hingga homogen dan dipanaskan dengan suhu 65 °C selama 10 menit di dalam penangas air. Setelah itu didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Prosedur yang sama dilakukan terhadap larutan blanko. Larutan tersebut kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 412 nm.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal sebanyak 5 taraf berdasarkan umur pohon yaitu 5, 6, 7, 9, 10, dengan model tetap dan ulangan sebanyak 3 kali. Untuk melihat pengaruh faktor umur pohon terhadap variabel yang diukur, maka dilakukan analisis keragaman dari data hasil pengamatan, menggunakan uji F, pada tingkat kepercayaan 95% atau 99% dengan membandingkan F tabel dan F hitung. Bila F hitung > F tabel, berarti pengaruh perlakuan terhadap setiap respon yang diuji memberikan pengaruh nyata, maka selanjutnya dilakukan uji beda antar perlakuan, yaitu dengan cara Duncan (Sudjana, 2006).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Perkat Tanin Resorsinol Formaldehida

Perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF) dibuat dengan mereaksikan ekstrak tanin cair dengan resorsinol dan formaldehida dengan nisbah mol = 1 : 0,5 : 1. Reaksi dilakukan pada suhu kamar dengan pH akhir reaksi adalah 11 (Santoso, 2001). Ekstrak tanin cair yang digunakan didapatkan dari hasil ekstraksi limbah kulit pohon mangium. Hasil pengujian sifat fisika-kimia perekat TRF tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata sifat fisika-kimia perekat TRF

Parameter	TRF	Standar Perekat PF *
Keadaan (uji visual)	(+)	(+)
Bahan Asing	(-)	(-)
Kadar padatan (%)	32,72	40 - 45
Viskositas (25 °C), (<i>poise</i>)	0,88	1,3-3,0
Keasaman (pH)	10,62	10,0-13,0
Bobot jenis	1,14	1,16-1,20

*) Sumber: SNI (1998); (+) Cairan berwarna coklat sampai hitam, berbau khas; (-) Tidak ada

Perekat TRF belum memiliki SNI, sehingga dibandingkan dengan standar perekat PF karena perekat TRF memiliki karakteristik yang menyerupai perekat PF, yaitu

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

merupakan perekat dari senyawa fenolik dan digunakan sebagai perekat eksterior. Uji visual dan keberadaan benda asing dalam perekat dilakukan dengan mengamati langsung perekat TRF yang dibuat. Hasil pengamatan menunjukkan perekat TRF berbentuk cairan, berwarna coklat kehitaman dengan permukaan halus dan mengkilap dan tidak ditemukan adanya zat asing. Kadar padatan perekat mengidentifikasi banyaknya jumlah partikel dalam perekat. Semakin banyak partikel perekat yang bereaksi dengan kayu pada proses perekatan akan meningkatkan keteguhan rekatnya. Kadar padatan perekat yang didapatkan sebesar 32,72%, relatif sama dengan hasil penelitian Astu (2005), yaitu 32,40% namun lebih rendah bila dibandingkan dengan PF sebagai standar.

Perekat TRF dibuat pada kondisi basa ($\text{pH} \pm 11$), dengan maksud untuk memperlambat pembentukan polimer, sehingga polimerisasi reaktan berjalan sempurna (Santoso, 2001). Pembentukan polimer yang lambat juga dimaksudkan agar perekat yang dibuat menjadi “setengah matang”. Umumnya proses polimerisasi berlangsung terus dalam kondisi “setengah matang” sampai seluruh reaktan bereaksi sempurna. Proses pematangan disertai dengan perubahan pH yang mendekati netral dan diikuti dengan terjadinya proses pengerasan perekat. Perekat yang dibuat “setengah matang” mempunyai masa simpan yang relatif lama (Santoso, 2001).

Nilai viskositas berpengaruh terhadap kemampuan perekat menembus pori-pori kayu dan juga pada masa simpan perekat. Perekat dengan viskositas tinggi mempunyai masa simpan yang singkat karena lebih cepat mengeras dan kualitas perekatannya menjadi rendah (Santoso, 2001). Perekat TRF lebih encer daripada perekat PF, ini berarti bahwa TRF memiliki masa simpan yang lebih lama. Menurut Maloney (1977), perekat dengan kadar padatan tinggi dan viskositas yang baik akan membentuk ikatan yang optimum, sehingga dihasilkan daya rekat yang memuaskan.

Pengujian Keteguhan Rekat dan Emisi Formaldehida Kayu Lamina

Mutu kayu lamina diuji meliputi sifat fisis (kadar air dan kerapatan), keteguhan rekat dan emisi formaldehida. Hasil rataan pengujian dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata sifat fisis, keteguhan rekat dan emisi formaldehida

Sifat		Umur pohon (tahun)				
		5	6	7	9	10
Keteguhan rekat, kg/cm ²	Uji kering	15,38	24,16	31,92	35,16	47,47
	Uji basah	2,07	10,54	15,85	20,71	22,47
Emisi Formaldehida, mg/L		0,22	0,27	0,35	0,33	0,20

Ikhtisar hasil pengujian keteguhan geser tekan dalam keadaan kering, maupun dalam keadaan basah, yang dalam hal ini mewakili sifat keteguhan rekat kayu lamina tercantum pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Ikhtisar hasil pengujian keteguhan geser tekan uji (uji kering)

Umur pohon (tahun)	Hasil pengujian (kg/cm ²)	Standar	
		SNI 1998	JAS 1996
5	15,38	≥ 10 (kg/cm ²)	54-96 (kg/cm ²)
6	24,16		
7	31,92		
9	35,16		
10	47,47		

Tabel 4. Ikhtisar hasil pengujian keteguhan geser tekan (uji basah)

Umur pohon (tahun)	Hasil pengujian (kg/cm ²)	Standar	
		SNI 1998	JAS 1996
5	2,07	≥ 6 (kg/cm ²)	54-96 (kg/cm ²)
6	10,54		
7	15,85		
9	20,71		
10	22,47		

Nilai keteguhan geser uji kering dan basah masing-masing tidak memenuhi syarat ketentuan Standar Jepang (JAS, 1996), namun masih memenuhi SNI 1998. Bila mengacu kepada hasil penelitian Kasmudjo (1995) yang mendapatkan nilai keteguhan rekat kayu lamina sengon umur 6 – 10 tahun dengan perekat UF yang berkisar antara 23,97 – 27,26 kg/cm², hasil penelitian ini relatif lebih tinggi. Demikian pula bila dibandingkan dengan hasil penelitian Mahali (1998), dan Hendrik *et al.* (2019) yang masing-masing mendapatkan nilai keteguhan rekat kayu lamina sengon berumur 5 tahun 20,77 – 39,26 kg/cm² dan 19,23 – 22,19 kg/cm². Berdasarkan fakta tersebut, perekat TRF lebih baik dibandingkan perekat UF untuk aplikasi kayu lamina sengon.

Kayu, secara umum bersifat sangat higroskopis dan selalu menyesuaikan dengan kondisi lingkungannya. Perlakuan uji basah pada contoh kayu lamina sengon akan berakibat pergerakan tegangan kayu sebagai akibat berpenetrasinya air ke dalam kayu, sehingga akan berakibat melemahnya ikatan perekat dengan kayu. Sedangkan keberadaan senyawa ekstraktif non polar akan menghalangi ikatan perekat dengan kayu yang bersangkutan, sehingga ikatan hidrogen antara perekat dengan selulosa (senyawa ekstraktif polar) lebih sedikit. Kedua faktor tersebut akan berakibat menurunnya keteguhan rekat papan lamina. Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam (Tabel 5) diketahui bahwa umur pohon berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat kayu lamina sengon, baik yang diuji dalam keadaan kering maupun basah.

Tabel 5. Ikhtisar sidik ragam pengaruh umur pohon sengon terhadap keteguhan rekat kayu lamina sengon

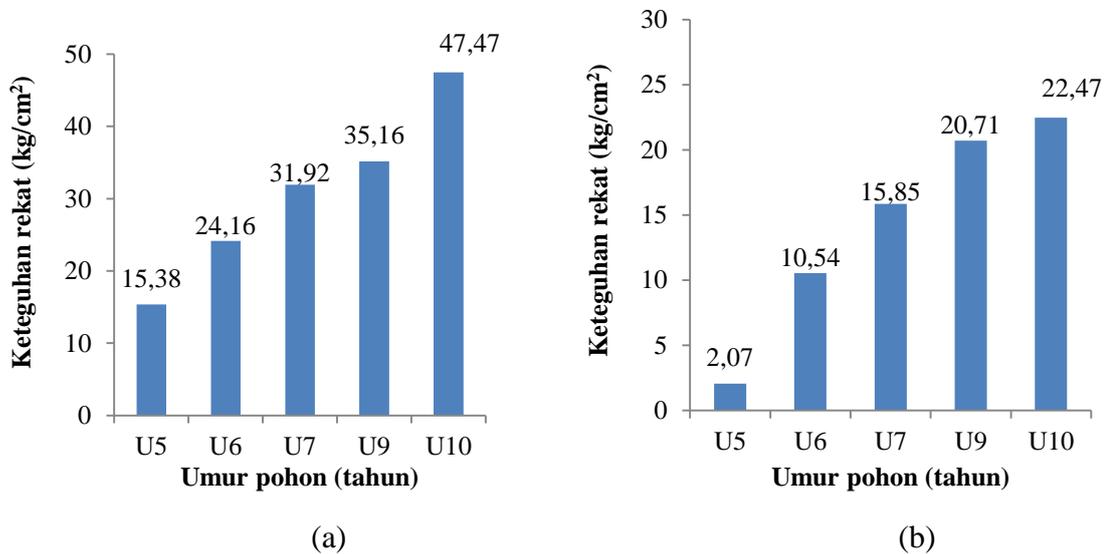
Keteguhan Rekat	Nilai F		
	Hitung	Tabel	
		0,05	0,01
Uji Kering (kg/cm ²)	683,53**	3,11	5,04
Uji Basah (kg/cm ²)	90,68 **		

*Keterangan: ** sangat nyata*

Berdasarkan uji beda (Tabel 6) diketahui bahwa untuk uji kering, nilai keteguhan rekat kayu lamina berbeda nyata pada semua taraf perlakuan, sementara pada uji basah, nilai keteguhan rekat kayu lamina sengon umur 9 tahun tidak berbeda nyata dengan yang

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

berumur 10 tahun. Hubungan antara keteguhan rekat uji kering maupun basah dengan umur pohon masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan keteguhan rekat kayu lamina sengon (a= uji kering, b = uji basah) dengan umur pohon

Bedasarkan uji beda juga diketahui bahwa kayu sengon dari pohon umur 10 tahun dan 9 tahun adalah yang terbaik untuk kayu lamina dengan perekat TRF. Tabel 6 juga menunjukkan nilai keteguhan rekat kayu lamina sengon yang dibuat dari pohon berumur 5 – 7 tahun, lebih rendah dibandingkan 9 – 10 tahun. Fenomena di atas mengindikasikan bahwa bilah kayu muda mengandung lebih banyak zat ekstraktif yang bersifat non polar.

Tabel 6. Uji beda keteguhan rekat kayu lamina sengon

Parameter	Nilai rata-rata, kg/cm ²				
	<i>U</i> ₁₀	<i>U</i> ₉	<i>U</i> ₇	<i>U</i> ₆	<i>U</i> ₅
Uji Kering (kg/cm ²)	47,47	35,17	31,92	24,16	15,38
Uji Basah (kg/cm ²)	22,47*	20,71*	15,86	10,54	2,07

*Keterangan: * = tidak nyata, U = umur pohon sengon*

Salah satu sifat yang kurang disukai dari produk yang menggunakan perekat berformaldehida adalah emisi formaldehida dari produk perekatannya, karena dalam

jumlah tertentu dapat mengganggu kesehatan (Roffael, 1993). Pada bangunan yang relatif tertutup atau ventilasinya kurang baik bau tersebut terasa menyengat sehingga dikhawatirkan akan mengganggu kesehatan. Berkenaan dengan hal tersebut, walaupun kayu lamina yang direkat dengan perekat TRF ini tergolong tipe eksterior namun mungkin saja digunakan dalam ruangan maka emisi formaldehidanya perlu diuji, guna mengetahui tingkat keamanannya.

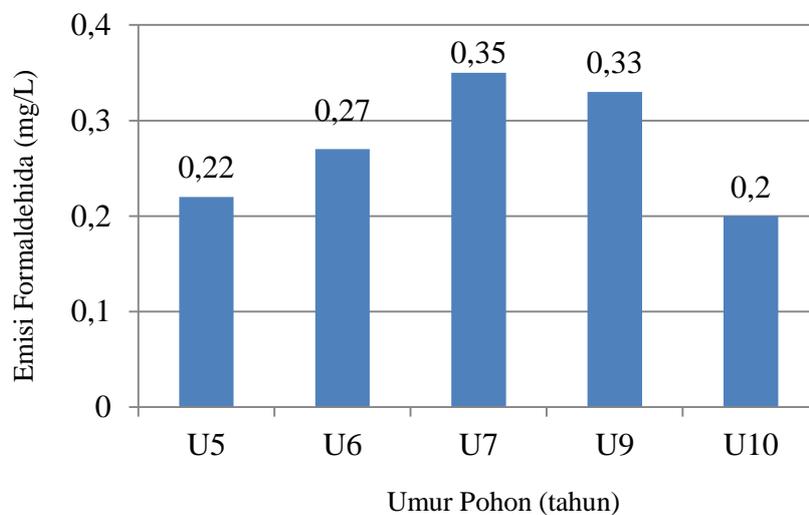
Emisi formaldehida kayu lamina sengon yang dibuat dari bilah yang berasal dari berbagai umur pohon yang menggunakan perekat TRF rata-rata berkisar antara 0,20 – 0,35 mg/L, dengan nilai maksimum 0.35 mg/L (Tabel 2). Emisi formaldehida dari kayu lamina yang menggunakan perekat TRF ini seluruhnya di bawah batas ketentuan maksimum dari yang dipersyaratkan, karena Standar Indonesia mensyaratkan antara 0,5 - 5,0 mg/L (SNI 1999), sementara persyaratan Standar Jepang juga memenuhi syarat untuk semua kategori. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 7) diketahui bahwa emisi formaldehida kayu lamina sengon dipengaruhi sangat nyata oleh umur pohonnya.

Tabel 7. Ikhtisar sidik ragam pengaruh umur pohon sengon terhadap emisi formaldehida kayu laminanya

Parameter	Nilai F		
	Hitung	0,05	0,01
Emisi Formaldehida (mg/L)	66,76**	3,11	5,04

*Keterangan: **sangat nyata*

Selanjutnya dari hasil uji beda (Tabel 8) diketahui bahwa emisi formaldehida kayu lamina sengon yang menggunakan kayu dari pohon berumur 7 tahun adalah yang tertinggi, yang tidak berbeda nyata dengan produk serupa dari umur 9 tahun. Sementara emisi formaldehida terendah adalah kayu lamina sengon yang berumur 10 tahun, yang ternyata setara dengan umur 5 tahun. Hubungan antara emisi formaldehida kayu lamina sengon dengan umur pohon dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan emisi formaldehida kayu lamina dengan umur pohon

Tabel 8. uji beda emisi formaldehida kayu lamina sengon

Parameter	Nilai rata-rata, mg/L				
	<i>U</i> ₇	<i>U</i> ₉	<i>U</i> ₆	<i>U</i> ₅	<i>U</i> ₁₀
Emisi formaldehida	0.34667*	0.33333*	0.27000	0.22000*	0.20000*

Keterangan: * = tidak nyata, *U* = umur pohon sengon

Tingginya emisi formaldehida kayu lamina yang bahan bakunya berasal dari pohon umur 6-9 tahun diduga berkaitan dengan kadar zat ekstraktif non polar yang terkandung dalam bilah sengon sebagai bahan bakunya. Indikasi tingginya kadar zat ekstraktif non polar khususnya dalam kayu sengon umur 6-7 tahun adalah sifat keterbasahan kayu tersebut (16,44% – 17,24%) yang bila dibandingkan dengan kayu sengon pada umur pohon sengon yang lain, paling rendah. Menurut Rachman *et al.* (2008), kadar zat ekstraktif non polar dari kayu sengon umur muda lebih banyak dibandingkan yang berumur lebih tua. Kebalikannya pada sengon umur tua lebih banyak mengandung zat ekstraktif yang bersifat polar dibandingkan dengan yang lebih muda.

Keberadaan zat ekstraktif non polar yang relatif tinggi menghalangi ikatan perekat dengan kayu, akibatnya formaldehida bebas yang mestinya terikat pada selulosa terhalang oleh zat ekstraktif tersebut, sehingga emisi produk perekatannya menjadi lebih besar dibandingkan dengan produk serupa yang kadar zat ekstraktif non polarnya lebih rendah.

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

Adapun nilai emisi formaldehida kayu lamina dari pohon sengon umur 5 tahun tidak berbeda nyata dengan yang berumur 10 tahun, hal ini lebih dikarenakan oleh rendahnya kerapatan kayu tersebut ($0,25 \text{ g/cm}^3$) dibanding kayu sengon yang berumur 10 tahun ($0,45 \text{ g/cm}^3$) (Rahim, 2009). Sehingga pada saat kondisioning kayu lamina yang berbahan baku sengon umur 5 tahun mengeluarkan emisi formaldehida yang lebih banyak dibandingkan produk serupa dari pohon yang berumur 10 tahun.

4. KESIMPULAN

Umur pohon sengon berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu lamina berperekat tanin resorsinol formaldehida. Keteguhan rekat pada kondisi kering pada kelima umur pohon memenuhi standar Indonesia tetapi tidak memenuhi standar Jepang. Keteguhan rekat produk yang diuji pada kondisi basah, umur pohon 5 tahun tidak memenuhi standar Indonesia dan Jepang, sedangkan untuk umur pohon 6,7,9, dan 10 tahun memenuhi standar Indonesia tetapi tidak memenuhi standar Jepang.

Emisi formaldehida dari produk kayu lamina yang diperoleh, untuk kelima umur pohon sengon seluruhnya memenuhi standar Indonesia dan Jepang. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa umur pohon sengon yang terbaik yang dapat digunakan untuk bahan baku kayu lamina berperekat TRF, yaitu pada umur pohon 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi SS. 1990. *Kimia Kayu*. Bogor: PAU Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.
- Astu IPJ. 2005. Pemanfaatan Ekstrak Kulit Pohon Mangium Sebagai Bahan Perekat TRF untuk Pembuatan Papan Partikel. [Tesis]. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. Urea formaldehida cair untuk perekat kayu lapis. Jakarta: SNI 06-0060-1998.

- Daimon. 2006. Peran Pengeras dan Ekstender dalam Keteguhan Rekat Kayu Lamina. [Skripsi]. Tidak dipublikasikan. Bogor: Sekolah Tinggi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Hendrik J, Hadi YS, Massijaya MY, Santoso A, & Pizzi A. 2019. Properties of Glued Laminated Made from Fast-Growing Species with Mangium Tannin and Phenol Formaldehyde Adhesives. *J. Korean Wood Sci. Technol.* 47(3): 253 – 264.
- Japanese Agricultural Standard (JAS). 1996. Japanese Agricultural Standar Structural Glued Laminated Timber Notification. No. III. January, 29, 1996. JPIC. Tokyo.
- Kasmudjo MS. 1995. Kajian Sifat-Sifat Kayu Sengon dan Kemungkinan Penggunaannya. Jakarta: Duta Rimba XX.
- Mahali DA.1998. Pengaruh Pemakaian Tepung Onggok, Tempurung Kelapa dan Sabut Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengisi Pada Perekat Urea Formaldehida Terhadap Keteguhan Rekat Kayu Laminasi Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dan Karet (*Hevea brazilliensis Muell Arg*). [Skripsi]. Tidak dipublikasikan. Bandung: Jurusan Teknologi Hasil Hutan Universitas Winaya Mukti.
- Maloney TM. 1977. Modern Particleboard for Mobile Home Decking. National Particleboard Association.
- Rachman O, Hadjib N, Jasni, Santoso A, Pari G, Rulliaty S, & Malik J. 2008. Penetapan Daur Teknis Kayu HTI Sengon untuk Bahan Baku Kayu Pertukangan. Laporan Tahunan 2008. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Rahim R.. 2009. Perbandingan Kualitas Rekat Urea Formaldehida pada Kayu Lapis dari Berbagai Umur Pohon Sengon. [Skripsi]. Tidak dipublikasikan. Bogor: Sekolah Tinggi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Roffael E. 1993. Formaldehyde Release From Particleboard and Other Wood Based Panels. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia.
- Santoso A. 2001. Uji Coba Pembuatan Perekat Tanin. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Puslitbang Teknologi Hasil Hutan.
- Santoso HB. 1992. Budidaya Sengon. Yogyakarta: Kanisius.
- E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id**

Standar Nasional Indonesia. 1998. Fenol Formaldehida Cair untuk Perekat kayu Lapis.

Badan Standardisasi Nasional. Jakarta: SNI 06-4567-1998.

Standar Nasional Indonesia. 1999. Emisi Formaldehida pada Panel Kayu. Jakarta: SNI
01-6050-1999.

Sudjana. 2006. Desain dan Eksperimen. Bandung: Tarsito.

**PERAN EKSTRAK KLOOROFIL DARI DAUN KEDONDONG
(*Spondias dulcis Forst*) PADA DYE SENSITIZED SOLAR CELL**

(*Role of Chlorophyll Extract from Kedondong Leaves (Spondias dulcis Forst) in Dye Sensitized Solar Cell*)

Ahmad Rifa'i, Hilda Hidayah, Narudi, Agus Malik Ibrahim

Program Studi Kimia, Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon, Banten
Jl. Lingkar Selatan KM 1.7 Harjatani, Kramatwatu, Serang, Banten 42616

E-mail: sezhomalik@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan manusia akan energi yang ramah lingkungan dan ekonomis memacu pengembangan penelitian berbasis energi terbarukan dan energi alami. Salah satu energi yang mudah tersedia di negara tropis adalah energi matahari. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan sel surya. *Dye sensitized solar cell* (DSSC) sensitif terhadap pewarna fotoelektrokimia melalui transfer muatan listrik. Penelitian ini berfokus pada penggunaan klorofil yang diekstraksi dari daun kedondong (*Spondias dulcis Forst*), karena klorofil adalah pigmen penting yang disimpan dalam daun untuk transformasi energi radiasi matahari menjadi energi kimia. Tahapan penelitian ini adalah persiapan daun kedondong, ekstraksi klorofil menggunakan metode maserasi, dan perakitan DSSC. Uji kualitatif gugus fungsional dalam ekstrak klorofil menggunakan *Fourier transform infra red* (FTIR). Hasil analisis menunjukkan bahwa puncak muncul khas untuk gugus fungsional dalam klorofil pada bilangan gelombang tertentu. Gugus OH muncul dalam kisaran bilangan gelombang $3650 - 3200 \text{ cm}^{-1}$, gugus C = C pada $1700 - 1500 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-N pada $1350 - 1000 \text{ cm}^{-1}$, dan gugus C-O pada $1300 - 1000 \text{ cm}^{-1}$. Pengujian kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 645 nm dan 633 nm. Hasil yang diperoleh adalah klorofil a adalah 4,52 mg/L, klorofil b adalah 8,43 mg/L, dan total klorofil adalah 12,95 mg/L. Hasil uji kinerja prototipe DSSC dengan ukuran hanya $2,5 \text{ cm}^2$, mampu menghasilkan tegangan 84,6 mV.

Kata kunci: daun kedondong, klorofil, *dye sensitized solar cell*

ABSTRACT

Human needs for environmentally friendly and economical energy spurred the development of research based on renewable energy and natural energy. One energy that is easily available in tropical countries is solar energy. This energy can be converted into electrical energy using solar cell. Solar cells DSSC are sensitive to photoelectrochemical dyes through the transfer of electric charges. This study focuses on the use of extracted chlorophyll from kedondong leaves (Spondias dulcis Forst), because chlorophyll is important pigment stored in leaves for transformation of solar radiation energy into chemical energy. The stages of this study were kedondong leaves preparation,

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

chlorophyll extraction using maceration method, and DSSC assembly. Qualitative test of functional groups in chlorophyll extract using Fourier transform infra red (FTIR). The results of analysis show that peaks appear typical for functional groups in chlorophyll at certain wave numbers. The OH group appears in the range of wave numbers 3650 - 3200 cm^{-1} , C=C group at 1700 – 1500 cm^{-1} , C-N group at 1350 – 1000 cm^{-1} , and C-O group at 1300 – 1000 cm^{-1} . Quantitative testing using UV-Vis spectrophotometer at wavelength 645 nm and 633 nm. The results obtained were chlorophyll a is 4.52 mg/L, chlorophyll b is 8.43 mg/L, and total chlorophyll is 12.95 mg/L. The performance test results that DSSC prototype with only 2.5 cm^2 in size, capable to produce voltage of 84.6 mV.

Keywords: kedondong leaves, chlorophyll, dye sensitized solar cell

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia akan energi yang ramah lingkungan dan hemat memacu untuk dikembangkannya penelitian-penelitian berbasis energi terbarukan dan energi alam. Salah satu energi yang mudah didapatkan pada negara tropis adalah energi surya atau matahari. Energi ini dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya (*solar cell*).

Solar cell yang umum dijumpai di masyarakat berbasis silikon, tetapi dalam dua dekade terakhir telah ditemukan *dye sensitized solar cell* (DSSC) yang bisa menggantikan *solar cell* silikon sebagai suatu *converter energy*, dan merupakan sel surya generasi ketiga setelah sel surya konvensional dan sel surya berbasis film tipis (Aziza, 2018). *Solar cell* DSSC sensitif terhadap pewarna secara fotoelektrokimia melalui transfer muatan listrik. Keunggulan dari DSSC antara lain produksinya murah, variasi bahan-bahan yang digunakan, ramah lingkungan, dan menghasilkan efisiensi tinggi (Cari *et al.*, 2013).

Sifat ramah lingkungan dan hemat yang dimiliki DSSC dikarenakan jenis *solar cell* tersebut dapat dibuat dengan memanfaatkan zat warna alami atau pigmen dari tumbuhan yang tersedia di alam seperti klorofil dan antosianin. Tanaman kedondong (*Spondias dulcis Forst*) kaya akan berbagai kelas metabolit sekunder, termasuk fenolat, sterol, triterpen, saponin, minyak atsiri, asam amino, dan polisakarida. Anggota genus *Spondias* banyak digunakan dalam pengobatan tradisional untuk pengobatan berbagai penyakit, termasuk sakit perut, diare, diabetes, demensia, anemia, disentri, dan berbagai infeksi (Sameh *et al.*, 2018). Penelitian ini berfokus pada penggunaan klorofil yang diekstrak dari daun kedondong (*Spondias dulcis Forst*), karena klorofil adalah pigmen penting yang

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

disimpan dalam daun untuk transformasi energi radiasi matahari menjadi energi kimia (Ma *et al.*, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *dye sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan dye alami yang diekstrak dari daun tumbuhan kedondong (*Spondias dulcis Forst*). Kegunaan penelitian ini adalah untuk aplikasi pengembangan ilmu, peningkatan nilai tambah yang bernilai ekonomis tinggi dari tumbuhan kedondong, dan sebagai dukungan terhadap penggunaan energi ramah lingkungan.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang dipakai meliputi daun kedondong (*Spondias dulcis Forst*), substrat *indium-doped tin oxide* (ITO), titanium dioksida, aseton, asam nitrat pekat, akuades, polivinil alkohol (PVA), kalium iodide (KI), Iod (I₂), dan *polyethylene glycol* (PEG) 400. Peralatan yang digunakan yaitu peralatan gelas, kertas saring, gelas transparan konduktif, pemotong kaca, pengaduk magnetik, *blender*, termometer, multimeter, pemanas, tanur, *sentrifuge*, instrumen spektrofotometer UV-Vis, dan instrumen *Fourier transform infra red* (FTIR).

Preparasi Larutan Dye

Ekstraksi klorofil dari daun kedondong menggunakan metode ekstraksi maserasi. Daun kedondong dibersihkan, ditiriskan, dipotong kecil-kecil, dan ditimbang sebanyak 100 g, kemudian dihaluskan menggunakan *blender*. Semakin halus daun kedondong maka semakin baik pula hasil ekstraksinya. Daun kedondong yang sudah halus tadi kemudian dicampurkan dengan pelarut aseton sebanyak 500 mL di dalam gelas piala dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik selama 30 menit. Setelah klorofil terekstrak dari daun dengan ditandai larutan berubah menjadi hijau dan warna daun menjadi putih, kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring sehingga didapatkan larutan klorofil. Ekstrak klorofil disimpan di dalam botol gelap dan tertutup rapat, karena klorofil merupakan senyawa yang tidak stabil.

Pengujian Kadar Klorofil

Kadar klorofil dari hasil ekstraksi daun kedondong diuji menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Ekstrak klorofil yang didapat dari proses ekstraksi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1000 rpm selama 10 menit, kemudian substansi supernatannya diambil. Ekstrak yang telah disentrifugasi kemudian diambil 1 mL untuk diencerkan ke dalam labu takar 10 mL. Konsentrasi klorofil diperoleh dari pengukuran absorbansi ekstrak pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm dengan spektrofotometer UV-Vis (Aryanti *et al.*, 2016). Perhitungan konsentrasi klorofil dilakukan dengan menggunakan metode Arnon:

$$C \text{ (mg/L)} = (20,2 \times A_{645 \text{ nm}}) + (8,02 \times A_{663 \text{ nm}})$$

Simbol C merupakan konsentrasi klorofil total (klorofil a dan klorofil b). Simbol $A_{645 \text{ nm}}$ dan $A_{663 \text{ nm}}$ adalah nilai absorbansi ekstrak klorofil pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm.

Pengujian Gugus Fungsi Klorofil

Gugus fungsi khas dari klorofil diuji menggunakan instrumen spektrofotometer *Fourier transform infra red* (FTIR). Puncak-puncak khas yang muncul pada bilangan gelombang tertentu mengindikasikan vibrasi ikatan kimia dari gugus tertentu.

Preparasi Gelas Transparan Konduktif

Gelas transparan konduktif yang digunakan adalah jenis *indium-tin-oxide* (ITO) dengan ukuran 2,5 cm x 2,5 cm. Pembuatan satu prototipe DSSC dibutuhkan dua buah gelas transparan konduktif. Dua buah gelas transparan konduktif tersebut digunakan untuk counter elektroda satu buah dan satu buah lagi untuk pasta TiO₂, larutan *dye*, dan elektrolit. Pemotongan gelas transparan konduktif dilakukan dengan menggunakan pemotong kaca (Prayogo *et al.*, 2014).

Pembuatan Pasta TiO₂

Bubuk TiO₂ ditambahkan perlahan-lahan hingga diperoleh pasta dengan viskositas yang diinginkan. Pengaturan larutan asam nitrat pekat dengan mengatur 7,5 mL asam nitrat pekat ditambahkan 0,5 g bubuk TiO₂ bertujuan untuk mendapatkan pasta yang optimal.

Preparasi Elektrolit

Sebanyak 0.8 g KI 0.5 M dicampurkan dan diaduk secara merata ke dalam 10 mL larutan PEG 400. Selanjutnya 0.127 g I₂ dimasukkan ke dalam larutan tersebut sampai ketiga bahan tersebut larut dengan sempurna. Larutan elektrolit disimpan terlebih dahulu dalam botol vial yang tertutup (Prayogo *et al.*, 2014).

Preparasi Counter Electrode

Counter-electrode karbon dibuat dengan membakar substrat yang akan digunakan menjadi *counter electrode* menggunakan api lilin. Proses tersebut secara otomatis akan membentuk karbon di bagian area substrat tersebut (Prayogo *et al.*, 2014).

Perakitan DSSC

Perakitan DSSC dilakukan sesudah semua komponen bahan selesai dibuat. Pertama substrat ITO dipotong dengan ukuran 2.5 x 2.5 cm². *Scotch tape* digunakan untuk membatasi dan membentuk area tempat pasta TiO₂ dengan ukuran 2 x 2 cm² dengan metode *doctor blade*, pasta TiO₂ diratakan menggunakan batang pengaduk. Substrat ITO-TiO₂ dipanaskan di dalam tanur dengan suhu 450 °C selama 30 menit. Substrat ITO-TiO₂ yang terdeposisi kemudian dilakukan perendaman selama 1 hari di dalam larutan klorofil. Setelah menyatu, teteskan larutan elektrolit secara merata. Langkah terakhir, satukan substrat elektroda aktif dengan *counter electrode* menggunakan binder klip dengan setiap ujung dari substrat diberikan offset 0,5 cm (Prayogo *et al.*, 2014).

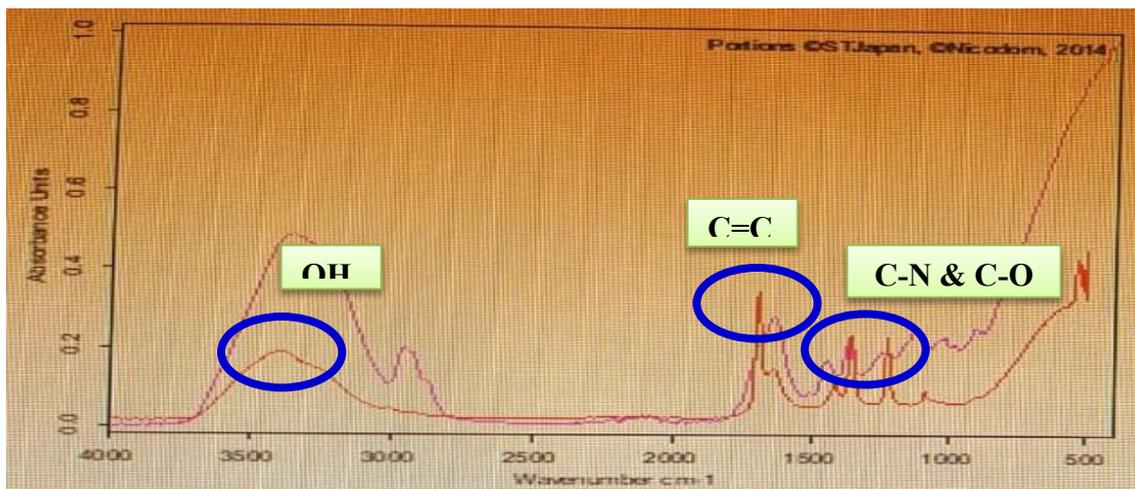
Pengujian Performansi DSSC

Setelah prototipe DSSC sudah dibuat selanjutnya dilakukan pengujian performansi DSSC melalui pencahayaan langsung di bawah sinar matahari. Pengukuran dengan melakukan multimeter sehingga diperoleh tegangan *open circuit* (V_{oc}) (Rizali *et al.*, 2017).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

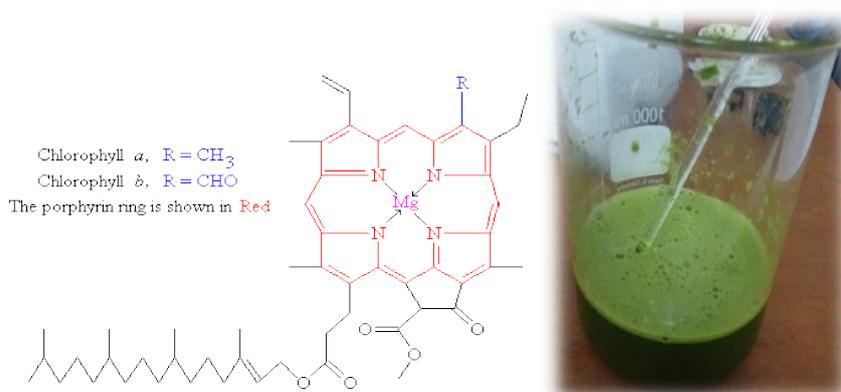
Uji kualitatif gugus fungsi pada senyawa klorofil hasil ekstraksi dilakukan menggunakan instrumen *Fourier transform infra red* (FTIR). Hasil analisis menunjukkan bahwa muncul/terdeteksi puncak-puncak yang khas untuk gugus fungsi pada klorofil

pada bilangan gelombang tertentu. Gugus OH muncul pada kisaran bilangan gelombang 3650 – 3200 cm^{-1} , gugus C=C pada kisaran bilangan gelombang 1700 – 1500 cm^{-1} , gugus C-N pada kisaran bilangan gelombang 1350 – 1000 cm^{-1} , dan gugus C-O pada kisaran bilangan gelombang 1300 – 1000 cm^{-1} . Gambar 1 menunjukkan spektrogram FTIR dari klorofil pada spektrogram berwarna jingga (*orange*).



Gambar 1. Hasil uji kualitatif ekstrak klorofil

Munculnya puncak-puncak khas tersebut karena memang gugus fungsi tersebut terdapat pada struktur senyawa klorofil. Ikatan kimia atau gugus fungsi tersebut memancarkan energi vibrasi yang terbaca oleh detektor, baik secara absorbansi maupun transmisi ketika diberikan sumber energi dari sinar infra merah pada instrumen FTIR. Gambar 2 menunjukkan struktur kimia klorofil yang mengandung gugus fungsi yang terdeteksi melalui FTIR.



Gambar 2. Struktur kimia klorofil dan ekstrak klorofil daun kedondong

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

Pengujian kuantitatif dilakukan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 645 nm dan 633 nm. Berdasarkan hasil analisis ekstrak klorofil daun kedondong, didapatkan bahwa kadar klorofil a sebesar 4,52 mg/L, kadar klorofil b sebesar 8,43 mg/L, dan kadar klorofil total adalah 12,95 mg/L. Gambar 3 dan Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran absorbansi ekstrak klorofil daun kedondong pada spektrofotometer UV-Vis.

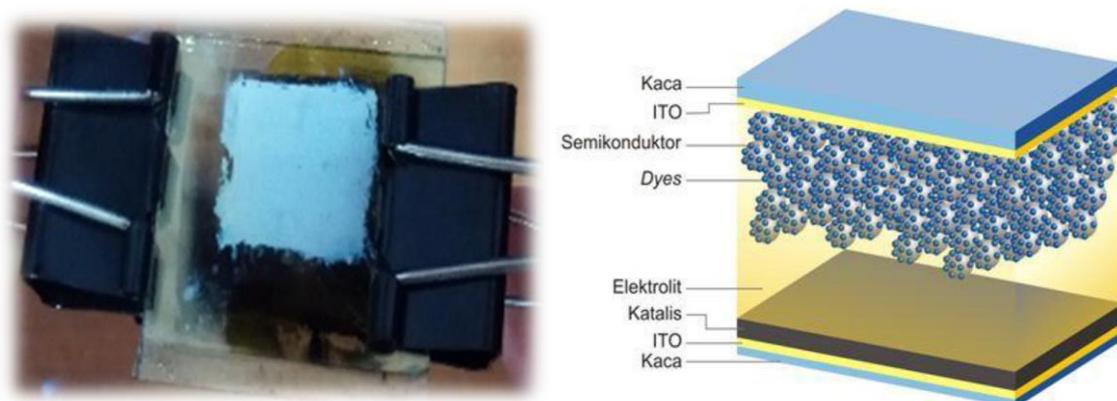


Gambar 3. Pengukuran absorbansi ekstrak klorofil daun kedondong

Tabel 1. Hasil uji kuantitatif kadar klorofil ekstrak daun kedondong

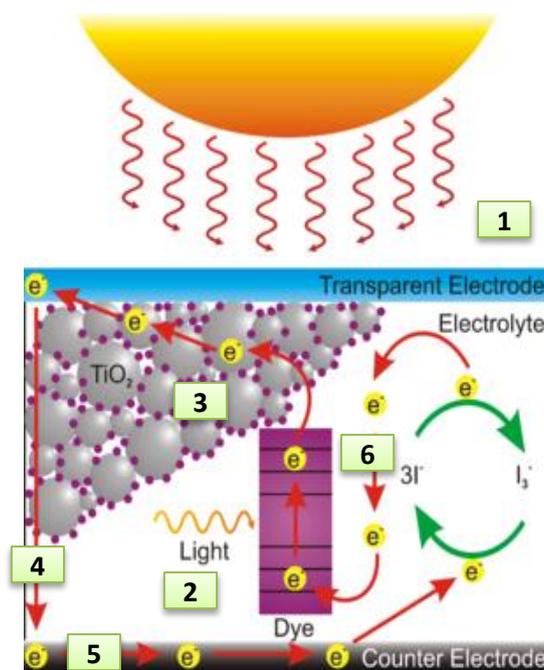
Klorofil a	Klorofil b
$= ((12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645})) \text{ mg/L}$	$= ((22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663})) \text{ mg/L}$
$= ((12,7 \times 0,454) - (2,69 \times 0,461)) \text{ mg/L}$	$= ((22,9 \times 0,461) - (4,68 \times 0,454)) \text{ mg/L}$
$= (5,7658 - 1,2401) \text{ mg/L}$	$= 10,5569 - 2,1247$
= 4,52 mg/L	= 8,43 mg/L
Klorofil Total	
$= ((20,2 \times A_{645}) + (8,02 \times A_{663})) \text{ mg/L}$	
$= ((20,2 \times 0,461) + (8,02 \times 0,454)) \text{ mg/L}$	
$= 9,3122 + 3,6411$	
= 12,95 mg/L	

Klorofil sangat berperan di dalam DSSC karena sebagai penyedia elektron. Tanpa tersedianya cukup elektron, maka tidak akan muncul tegangan dan arus listrik. Selain klorofil, pewarna alami yang bisa dimanfaatkan sebagai penyedia elektron pada DSSC adalah antosianin. Gambar 4 menunjukkan bentuk prototipe DSSC yang berhasil dibuat.



Gambar 4. Skema prototipe DSSC klorofil daun kedondong

Mekanisme reaksi/kerja DSSC dapat dijelaskan pada Gambar 6. Foton dilepaskan dari matahari (1). Foton mengenai *dye* (klorofil) sehingga menyebabkan elektron terlepas dari ikatan rangkap terkonjugasi (2). Elektron bergerak melalui nanopartikel TiO_2 dan keluar dari anoda (3). Elektron bergerak mengelilingi sirkuit dan melakukan kerja (4). Elektron bergerak menuju katoda/*counter electrode* (5). Elektron dibawa kembali menuju *dye* (6). Siklus proses terus berulang.



Gambar 6. Mekanisme reaksi DSSC

Hasil uji performansi didapatkan bahwa prototipe DSSC dengan hanya berukuran 2,5 cm², mampu menghasilkan tegangan maksimum sebesar 84,6 mV. Pengujian setelah 6 hari tanpa penyinaran matahari, tegangan *output* DSSC turun hingga 72%. Setelah tercapai tegangan terendah, DSSC diberikan penyinaran matahari selama 60 menit, hasilnya tegangan *output* naik sebesar 180% pada 9 Juli 2019 dan 100% pada 10 Juli 2019. Hasil tersebut membuktikan peran penting matahari sebagai sumber energi bagi makhluk hidup, sekaligus juga membuktikan kemampuan DSSC klorofil daun kedondong sebagai *energy converter*. Hasil pengujian performansi DSSC disajikan pada Gambar 6 dan Tabel 2.



Gambar 6. Uji performansi DSSC klorofil daun kedondong

Tabel 2. Hasil pengujian performansi prototype DSSC

No.	Waktu Uji	Tegangan (mV)
1.	03-07-2019 15:00	84,6
2.	09-07-2019 11:00	23,6
3.	09-07-2019 14:00	11,1
4.	09-07-2019 15:00	31,1
5.	10-07-2019 09:30	34,0
6.	10-07-2019 10:30	31,5
7.	10-07-2019 11:30	62,2

4. KESIMPULAN

Prototipe *dye sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan dye alami yang diekstrak dari daun tumbuhan kedondong (*Spondias dulcis Forst*) telah berhasil dibuat pada penelitian ini. Hasil uji kualitatif klorofil menunjukkan bahwa puncak muncul khas untuk gugus fungsional dalam klorofil pada bilangan gelombang tertentu. Gugus OH muncul dalam kisaran bilangan gelombang 3650 - 3200 cm^{-1} , gugus C = C pada 1700 – 1500 cm^{-1} , gugus C-N pada 1350 – 1000 cm^{-1} , dan gugus C-O pada 1300 – 1000 cm^{-1} . Pengujian kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 645 nm dan 633 nm. Hasil yang diperoleh adalah klorofil a adalah 4,52 mg/L, klorofil b adalah 8,43 mg/L, dan total klorofil adalah 12,95 mg/L. Hasil uji kinerja prototipe DSSC dengan ukuran hanya 2,5 cm^2 , mampu menghasilkan tegangan 84,6 mV.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (RISTEKDIKTI) atas dana penelitian yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada LLDIKTI Wilayah IV atas dukungan dalam program kreativitas mahasiswa bidang penelitian (PKM-P) tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanti N, Nafiunisa A, & Willis FM. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Klorofil dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) sebagai Pewarna Pangan Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4):129-135. *Indonesian Food Technologists* <https://doi.org/10.17728/jatp.183>.
- Aziza MR. 2018. Pengaruh Variasi Dye Klorofil dan Antosianin terhadap Daya Keluaran *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) [skripsi]. Malang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Cari AS, & Boisandi A. 2013. Studi Pengaruh Konsentrasi *Poly (3-Hexylthiophene)* (P3HT) Terhadap Peningkatan Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cells*. ISBN: 978-602-8047-80-7:LPF1331-1.

- Ma X, Feng J, Guan H, & Liu G. 2018. Prediction of Chlorophyll Content in Different Light Areas of Apple Tree Canopies based on the Color Characteristics of 3D Reconstruction. *Remote Sensing* 2018, 10:429; doi:10.3390/rs10030429.
- Prayogo AF, Pramono SH, & Maulana E. 2014. Pengujian dan Analisis Performansi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) terhadap Cahaya. Malang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Rizali D, Suryanto H, & Sukarni. 2017. Pengaruh Konsentrasi Klorofil dari Daun Pepaya Terhadap Performansi *Dye Sensitized Solar Cell* [skripsi]. Malang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.
- Sameh S, Al-Sayed E, Labib RM, & Singab AN. 2018. *Genus Spondias: A Phytochemical and Pharmacological Review*. *Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2018, Article ID 5382904, 13 pages.

**SINTESIS SENYAWA METIL ESTER (*BIODIESEL*) DARI
MINYAK BIJI KESAMBI ASAL KOTA CILEGON MELALUI
REAKSI ESTERIFIKASI**

**(*SYNTHESIS OF METHYL ESTER COMPOUND FROM KESAMBI SEED OILS
USING ESTERIFICATION REACTION*)**

**Kurnia I. Setiyandani^{1*}, Afif H. Mustafid, M. Amrin Sunardi, & Boima Situmeang
Program Studi Kimia, Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon, Banten**

***E-mail: kurniaindah719@gmail.com**

ABSTRAK

Ketersediaan tumbuhan kesambi di kota Cilegon cukup melimpah dan belum dimanfaatkan oleh masyarakat setempat dengan baik sehingga dikategorikan sebagai golongan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis senyawa metil ester (*biodiesel*) melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi esterifikasi menggunakan pelarut metanol dan katalis HCl. Reaksi transesterifikasi menggunakan NaOH sebagai katalis. Hasil pengujian kualitas senyawa hasil sintesis berupa bilangan asam, kadar air, densitas, dan viskositas secara berturut adalah 0,74%, 0,5%, 860 kg/m³, dan 2,35 cSt. Hasil karakterisasi menggunakan ¹H-NMR menyatakan bahwa senyawa yang terbentuk dari hasil sintesis adalah senyawa metil ester.

Kata Kunci: metil ester, *biodiesel*, kesambi, esterifikasi

ABSTRACT

The availability of kesambi plants in Cilegon city is quite abundant and has not been well utilized by the local community so that it is categorized as a waste group. This research aims to synthesize methyl ester compounds (biodiesel) through esterification and transesterification reactions. The esterification reaction uses a methanol solvent and an HCl catalyst. Transesterification reaction using NaOH as a catalyst. The results of testing the quality of the synthesized compound in the form of acid numbers, water content, density, and viscosity were 0.74%, 0.5%, 860 kg/m³, and 2.35 cSt. The results of the characterization using ¹H-NMR stated that the compound formed from the synthesis was a methyl ester compound.

Keywords: methyl ester, biodiesel, kesambi, esterification

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

1. PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 12 tahun 2015 menyatakan bahwa pada tahun 2025 diwajibkan penggunaan *biodiesel* sebesar 30% dari total kebutuhan minyak solar. Indonesia adalah negara berkembang dan memiliki banyak potensi bahan baku untuk mengembangkan *biodiesel* sebagai energi terbarukan. Wulandari (2015), menyatakan bahwa dinegara berkembang diperlukan pengembangan *biodiesel* sebagai energi terbarukan sebagai upaya untuk keamanan energi dan pemanfaatan lingkungan.

Hasil penelitian Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH) Bogor, menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis tanaman hutan yang berpotensi besar sebagai bahan dasar untuk menghasilkan minyak *biodiesel* diantaranya adalah nyamplung, malapari, bintaro, kesambi, kepuh, dan kemiri sunan. Jenis tanaman tersebut ditemukan hampir diseluruh kepulauan di Indonesia. Dari ke enam jenis tanaman tersebut, yang banyak terdapat di kota Cilegon yaitu tanaman kesambi. Tanaman kesambi tersebut belum banyak dimanfaatkan oleh penduduk setempat, hanya sebatas untuk dikonsumsi.

Senyawa metil ester dan etil ester merupakan bentuk dari hasil sintesis *biodiesel*. Sintesis *biodiesel* dalam bentuk metil ester dan etil ester lebih berpotensi dari sudut pandang *green chemistry*. *Biodiesel* sekarang telah semakin populer karena rendahnya dampak terhadap lingkungan dan potensinya sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel. Penggunaan minyak dari kesambi merupakan pilihan yang tepat karena dikategorikan sebagai minyak non pangan dan mempunyai kandungan minyak yang tinggi (mencapai 40,3 %) (Palanuvej, 2008).

Biji kesambi selama ini belum dimanfaatkan masyarakat di kota Cilegon dengan baik sehingga termasuk dalam golongan limbah. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan biji kesambi tersebut sebagai bahan baku sintesis *biodiesel*. Kandungan potensial minyak yang cukup tinggi sekitar 70% dari biji kesambi kering, membuat minyak kesambi diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber baru penghasil *biodiesel* yang potensial dan melimpah.

2. BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kesambi yang berasal dari Kota Cilegon, Banten. Bahan kimia yang digunakan antara lain metanol, NaOH, HCl, asam fosfat, indikator PP, akuades, dan lain-lain.

Alat yang digunakan yaitu antara lain labu leher tiga, buret, corong pemisah, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, pengaduk, piala gelas, pemanas listrik, statif dan klem, termometer, *water bath*, labu takar, mesin kempa hidrolis, neraca analitik, alat destilasi, dan viskometer.

Prosedur Esterifikasi

Biji kesambi dibersihkan dari daging buahnya dengan cara dikupas, kemudian dikukus. Setelah itu dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan sinar matahari. Setelah kering kemudian dilakukan ekstraksi dengan cara pengempaan dengan menggunakan alat kempa hidrolis manual sehingga didapatkan minyak mentah (*crude oil*) kesambi. Pembuatan *biodiesel* dari biji kesambi menggunakan pelarut metanol melalui metode esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dimulai dengan *crude oil* kesambi dan metanol dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Kemudian pada proses esterifikasi ditambahkan katalis HCl. Pada selang waktu tertentu, dianalisis kadar ALB-nya. Setelah reaksi selesai, dilanjutkan dengan transesterifikasi dengan menambahkan NaOH sebagai penetral dan katalis. Produk yang terbentuk kemudian diendapkan sehingga diperoleh dua lapisan, lapisan atas yang berupa metil ester dikeringkan dengan suhu tertentu untuk menghilangkan air dan sisa metanol yang masih ada, sehingga diperoleh produk yang lebih murni untuk kemudian dikarakterisasi menggunakan *nuclear magnetic resonance* (NMR).

Prosedur Pembuatan *Biodiesel*

Minyak kesambi hasil *degumming*, metanol, dan katalis HCl 0.2 M dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian diaduk dan dipanaskan sampai suhu reaksi yang

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

ditentukan. Suhu reaksi dipertahankan sebesar 80 °C selama 60 menit. Sampel diambil dan dilakukan titrasi setelah waktu reaksi yang ditentukan.

Uji Bilangan Asam

Sampel sebanyak 3 mL diambil dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Etanol 96% ditambahkan sebanyak 9 mL kemudian dipanaskan hingga 45 °C. Indikator PP ditambahkan sebanyak 2-3 tetes dan dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 N hingga warna merah muda tetap bertahan selama 15 detik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik *Biodiesel*

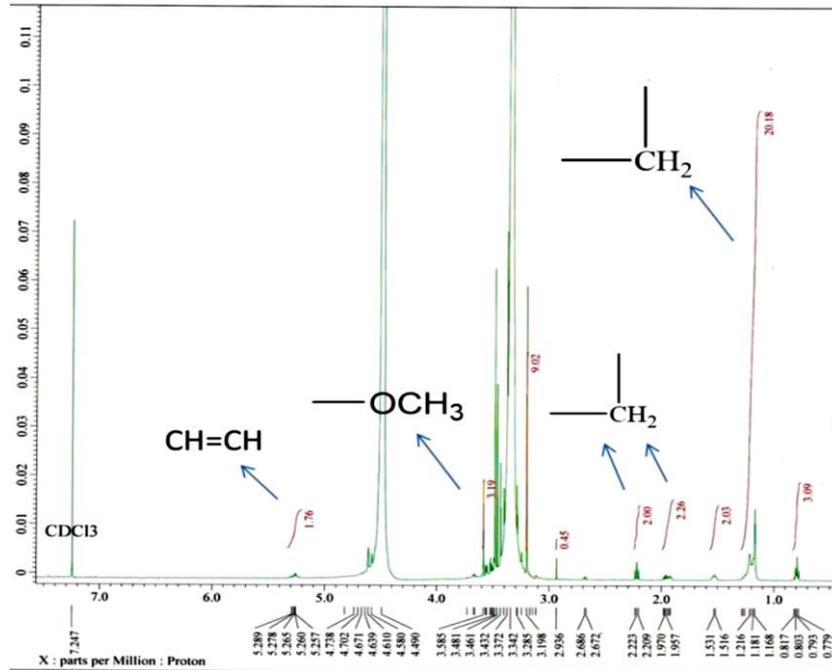
Minyak *biodiesel* yang diperoleh berwarna kuning bening. Selanjutnya dilakukan uji kualitas terhadap *biodiesel* yang dihasilkan. Hasil uji kualitas ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil analisis kualitas *biodiesel*

No	Parameter Kualitas	Satuan	Hasil	Standar SNI-04-7182:2006
1	Bilangan asam	mg-KOH/g	0,74%	Maks. 0,8
2	Kadar air	%	0,5%	Maks. 0,5
3	Densitas	kg/m ³	860	850 – 890
4	Viskositas	mm ² /s (cSt)	2,35	2,3 – 6,0

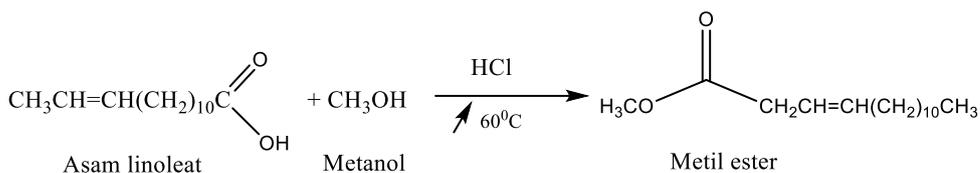
Berdasarkan Tabel 1 di atas, pengujian kualitas *biodiesel* yang dihasilkan memiliki nilai bilangan asam sebesar 0,74%, kadar air 0,5%, densitas 860 kg/m³, dan viskositas 2,35 cSt. Rendemen yang diperoleh dari sampel minyak biji kesambi adalah sebesar 60%. Berdasarkan hasil uji kualitas, *biodiesel* yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

Setelah dilakukan uji kualitas terhadap *biodiesel* selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan $^1\text{H-NMR}$. Hasil pengukuran $^1\text{H-NMR}$ sampel *biodiesel* ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

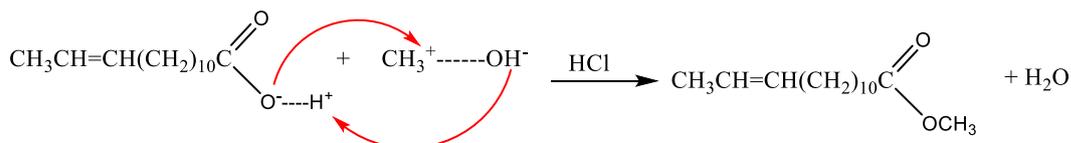


Gambar 2. Hasil karakterisasi sampel *biodiesel* dengan $^1\text{H-NMR}$

Berdasarkan hasil karakterisasi dengan $^1\text{H-NMR}$ senyawa yang terbentuk merupakan senyawa metil ester. Gugus metoksi terlihat pada pergeseran δ 3,4 ppm. Gugus olefin ($\text{CH}=\text{CH}$) pada pergeseran δ 5,3 ppm. Gugus CH_2 pada pergeseran δ 1,1-2,2 ppm. Alkil yang terbentuk adalah linoleat. Reaksi esterifikasi dan mekanisme reaksinya yang terjadi ketika pembuatan *biodiesel* ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Mekanisme reaksinya:



Gambar 3. Reaksi esterifikasi yang terjadi pada pembuatan *biodiesel*

4. KESIMPULAN

Hasil karakterisasi menggunakan ¹H-NMR menyatakan bahwa senyawa yang terbentuk dari hasil sintesis adalah senyawa metil ester. Berdasarkan hasil uji kualitas, *biodiesel* yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI Biodisel. Jakarta: SNI-04-7182-2006.
- Hendra D, Wibowo S, & Wibisono HS. 2018. *Biodiesel* dari Beberapa Jenis Tanaman Hutan. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan. Badan Penelitian, Pengembangan, dan Inovasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Sudradjat R, Prawoko E, Hendra D, & Setiawan D. 2010. Pembuatan *Biodiesel* dari Biji Kesambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(4), 358-379.
- Wulandari WS, Darusman D, Kusmana C, & Widiatmaka. 2015. Kajian Finansial Pengembangan *Biodiesel* Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma (blanco) Air Shaw*) pada Lahan Tersedia di Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 12 (1), 31-42.

**PURIFIKASI SENYAWA KANDIDAT OBAT ANTIDIABETES
DARI EKSTRAK DAUN *Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq.**

**(PURIFICATION OF ANTIDIABETES COMPOUNDS CANDIDATE FROM
LEAVES EXTRACT OF *Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq.)**

Novelim Baene, Nasuhi, Amrullah, Boima Situmeang, Gita Angelia, Irfan Junedi
Program Studi Kimia, Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon, Banten

E-mail: novelim123@gmail.com

ABSTRAK

Tumbuhan benalu petai (*Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq.) dapat digunakan sebagai antidiabetes alami karena mengandung metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan potensi ekstrak daun benalu petai yang dapat digunakan sebagai obat antidiabetes alami. Ekstraksi serbuk kering daun benalu petai dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol, uji antidiabetes dilakukan dengan menggunakan metode penghambatan enzim α -glukosidase secara *in vitro*. Berdasarkan hasil uji pendahuluan terdapat senyawa flavanoid, saponin, terpenoid dan tanin yang ditandai dengan hasil positif. Ekstrak dan fraksi aktif metanol daun benalu petai mempunyai daya hambat terhadap enzim α -glukosidase dengan konsentrasi 14,35 ppm dan 25,49 ppm.

Kata kunci: Antidiabetes, benalu petai, *Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq.

ABSTRACT

Petai's epiphyte (Dendrophthoepraelonga (Blume) Miq.) is a parasitic plant that can be used as natural antidiabetes. This research aims to prove the potency of the leaf extract from petai's epiphyte which can be used as a natural antidiabetes drug. The extraction of dried leaves of petai epiphyte was carried out by maceration method using methanol as a solvent. The antidiabetic test was carried out using the α -glucosidase enzyme method by in vitro. Based on preliminary test results there are flavanoid compounds, saponins, terpenoids and tannins which are marked with positive results. The active methanol extract and fraction of petai's epiphyte leaves have inhibitory effect on the α -glucosidase enzyme with concentrations of 14.35 ppm and 25.49 ppm.

Keywords: antidiabetic, petai's epiphyte, *Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyakit diabetes melitus merupakan suatu kondisi terjadinya suatu anomali pada sistem metabolik yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia) yang ditimbulkan karena adanya gangguan produksi, sekresi atau resistensi insulin. Menurut *World Health Organization* (WHO) diprediksikan bahwa terdapat 150 juta penduduk dunia yang mengalami penyakit diabetes dan akan mengalami peningkatan dua kali lipat pada tahun 2025 (WHO, 2014). Berdasarkan data *International Diabetes Federation* (IDF), negara Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat prevalensi penyakit diabet tinggi dengan urutan ketujuh terbesar setelah negara Cina, India, USA, Brazil, Rusia, dan Meksiko (IDF, 2013).

Senyawa radikal bebas memiliki andil terhadap terjadinya proses hiperglikemia yaitu dengan mempercepat pembentukan senyawa oksigen reaktif (Patel *et al.*, 2011). Suatu senyawa oksigen reaktif memiliki upaya dalam merusak sel β -pankreas serta dapat meningkatkan modifikasi lipid, DNA serta protein pada berbagai jaringan (Ueno *et al.*, 2002; Patel *et al.*, 2011). Dengan adanya perubahan struktur molekuler yang mampu menjadi inisiator terhadap terjadinya kerusakan oksidatif yang dikenal sebagai stres oksidatif (Setiawan dan Suhartono, 2005). *Stress* oksidatif yang terjadi pada tubuh, mampu menurunkan proses sekresi insulin oleh sel β -pankreas serta dapat menimbulkan komplikasi terhadap organ lain seperti ginjal, mata, pembuluh darah dan kerusakan saraf (Patel *et al.*, 2011). Upaya yang dapat dilakukan dalam menanggulangi penyakit diabetes, dapat dilakukan dengan upaya memperbaiki *stress* oksidatif.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat berlimpah dan membuka peluang bagi para peneliti khususnya yang bergerak dalam bidang eksplorasi, inventarisasi, serta perkembangan obat hayati dan nabati. Tanaman benalu merupakan salah satu tanaman obat tradisional yang manfaatnya belum diketahui secara luas. Menurut Artanti *et al.* (2003), benalu merupakan tumbuhan yang bersifat semi parasit, serta memiliki banyak spesies bergantung pada tumbuhan inang tempat benalu itu tumbuh.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fitrilia (2017), diperoleh bahwa ekstrak etanol benalu (*D. pethandra*) yang tumbuh pada tanaman cengkih memiliki potensi dalam menghambat enzim α -glukosidase sebesar 129,7 ppm. Selain itu komponen senyawa bioaktif yang terdapat pada bahan alam seperti golongan fenolik, flavonoid, dan tanin memiliki daya antioksidan yang mampu menekan beberapa penyakit kronis (Yao *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase, dari ekstrak dan fraksi daun benalu petai (*Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq). Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan potensi bahan alam untuk pengobatan antidiabetes.

2. BAHAN DAN METODE

Determinasi Tumbuhan

Determinasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah simplisia daun benalu petai (*Dendrophthoepraelonga* (Blume) Miq), metanol, pereaksi Wagner, Meyer, dan Dragendorf, FeCl₃ 10%, H₂SO₄, HCl, CHCl₃, CH₃COOH anhidrat, iodin, serbuk Mg, Liebermann-Burchard, Buffer fosfat pH 7.0, *p*-nitrofenil- α -D- glukopiranosida (PNP), DMSO, enzim α -glukosidase, Na₂CO₃.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, kamera digital, mikropipet, gelas alat gelas, pipa kapiler, pinset, pipet tetes, *siter glass* (kolom kromatografi), penyemprot, *blender*, *rotary evaporator*, KLT, silika gel, *cutting mat*, spektrofotometer Shimadzu UV-Vis 1800,

Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol

a. Uji alkaloid

Sebanyak 500 mg sampel uji ditambah mL HCl 2N dan 9 mL aquadest kemudian campuran dipanaskan di dalam penangas air dan didinginkan kemudian massa yang

tidak larut dipisahkan dari filtratnya. Sejumlah 1 mL filtrat ditambah 2 tetes pereaksi Bouchardat. Jika terbentuk endapan coklat sampai hitam menandakan bahwa sampel mengandung alkaloid. Dalam wadah yang berbeda 1 mL filtrat ditambah 2 tetes pereaksi Meyer, jika terbentuk endapan menggumpal berwarna kuning atau putih yang larut dalam MeOH menandakan adanya senyawa alkaloid. Kemudian dalam wadah uji yang berbeda diambil 1 mL filtrat dan ditambahkan 2 tetes pereaksi Dragendorf, terbentuk endapan berwarna jingga coklat menandakan adanya alkaloid.

b. Uji flavonoid

Sebanyak 10 mg ekstrak dilarutkan dengan 4 mL etanol. Sejumlah 2 mL sampel uji tersebut ditambahkan 0,1 g serbuk Mg dan 0,4 mL campuran HCl 37% dan etanol 95% (1:1). Terbentuknya warna merah jingga sampai merah ungu menandakan adanya flavonoida, sedangkan jika terbentuk warna kuning jingga menunjukkan adanya kalkon, flavon, dan auron dalam sampel uji.

c. Uji steroid dan terpenoid

Sebanyak 10 mg sampel ekstrak ditambah dengan 5 mL dietil eter kemudian diuapkan dalam cawan penguap. Residu yang dihasilkan ditambahkan dengan 2 tetes asam asetat anhidrida dan 1 tetes asam sulfat pekat. Terbentuknya warna merah-hijau dan atau violet biru menunjukkan adanya sterol atau terpenoida dalam sampel uji.

d. Uji tanin

Sebanyak 10 mg ekstrak ditambah dengan 15 mL aquadest panas. Campuran kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 5 menit. Setelah 5 menit campuran kemudian disaring, filtrat ditambahkan dengan 5 tetes FeCl₃ 1%. Terbentuknya warna hijau violet menunjukkan adanya tanin dalam sampel uji.

e. Uji saponin

Sebanyak 10 mg ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 150 mL aquadest panas, kemudian didinginkan dan dikocok kuat selama 10 detik. Terbentuknya busa pada lapisan atas yang stabil menunjukkan adanya saponin dalam sampel uji.

Fraksinasi Ekstrak dengan Kromatografi

Sebanyak 50 gram *silica gel* ditambahkan sedikit *n*-heksan hingga menjadi bubuk. Gel yang sudah terbentuk dimasukkan ke dalam kolom sepanjang 50 cm dengan diameter 2 cm. Ditimbang sampel ekstrak kasar *n*-heksan sebanyak 0,2 gram ditambahkan sedikit *silica gel* dan dilarutkan dengan sedikit *n*-heksana. Campuran tersebut dikisatkan di atas penangas air pada suhu 40 °C hingga diperoleh residu. Residu yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam kolom dan dielusikan dengan perbandingan pelarut sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan pelarut kromatografi kolom ekstrak metanol dengan volume tampung 50 mL

Fraksi ke-	Perbandingan Eluen	
	<i>n</i> -heksana	Etil asetat
1	50	0
2	45	5
3	40	10
4	35	15
5	30	20
6	25	25
7	20	30
8	15	35
9	10	40
10	5	45
11	0	50

Cairan hasil pemisahan ditampung dalam botol-botol berukuran 50 mL. Cairan kemudian dikisatkan dan dilakukan pengujian antidiabetes.

Penyiapan larutan uji

Dibuat larutan induk dari simplisia ekstrak metanol dengan konsentrasi 1000 ppm yaitu dengan melarutkan 50 mg dalam 50 mL DMSO diencerkan sehingga didapatkan variasi konsentrasi sampel pada pengukuran 10, 25, 50, dan 100 µg/mL.

E-mail: jurnal.itekima@stakc.ac.id

Pengukuran Aktivitas Inhibisi α -Glukosidase

Larutan *p*-nitrofenil- α -D-glucopyranoside 5 mM sebanyak 250 μ L dan buffer fosfat pH 7,0, 0,1 M sebanyak 495 μ L ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 50 μ L larutan ekstrak metanol dalam DMSO dengan variasi konsentrasi 10, 25, 50, dan 100 μ g/mL. Setelah homogen larutan dipreinkubasi selama 5 menit pada suhu 37 °C, reaksi dimulai dengan penambahan 250 μ L larutan α -glukosidase (0,062 unit), inkubasi dilanjutkan selama 15 menit. Reaksi dihentikan dengan penambahan 1 mL Na₂CO₃ 0,2 M. Aktivitas enzim diukur berdasarkan pembacaan serapan *p*-nitrofenol yang terbentuk pada λ 400 nm. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk fraksi aktif dan quersetin digunakan sebagai baku pembanding.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Sampel Daun Benalu Petai

Daun benalu petai diperoleh dari perkebunan warga di Desa Waringin Kurung, Cilegon, Banten. Tumbuhan benalu petai diambil helai daunnya saja. Daun benalu petai yang digunakan adalah daun yang segar dan langsung dipetik dari tumbuhan benalu petai.

Penyiapan Simplisia Daun Benalu Petai

Daun benalu petai yang diperoleh disortir, dipisahkan dari pengotornya, kemudian ditimbang sebanyak 1200 g berat basah, dikeringkan pada suhu ruang dan tidak terpapar matahari secara langsung selama 5 hari. Tujuan pengeringan untuk mencegah perubahan kimia, menghentikan reaksi enzimatik (penguraian bahan kimia) dan mengurangi kandungan air dari simplisia agar tidak mudah ditumbuhi jamur. Setelah betul-betul kering simplisia dapat disimpan dalam jangka waktu lama sebelum digunakan untuk analisis (Harborne, 2006). Daun yang telah kering dihaluskan menggunakan *blender* dan serbuk disimpan dalam wadah yang bersih dengan tujuan untuk menjaga mutu simplisia (Candra, 2012).

Ekstraksi

Ekstraksi bertujuan untuk menarik atau memisahkan senyawa dari campurannya atau simplisia (Hanani, 2016). Sampel daun benalu petai yang diekstrak berbentuk serbuk karena dapat meningkatkan efektivitas ekstraksi. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin kecil ukuran bahan yang digunakan maka semakin besar kontak yang terjadi antara bahan dengan pelarutnya.

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan merendam serbuk daun benalu petai menggunakan pelarut metanol 96% sebanyak 3 L untuk setiap ekstraksi. Ekstraksi dilakukan selama 3 hari dan dilakukan penggantian pelarut yang baru pada setiap tahapannya. Metode maserasi dipilih untuk menghindari rusaknya senyawa-senyawa bioaktif pada daun benalu petai yang tidak tahan terhadap panas. Ekstrak kasar yang diperoleh dari proses maserasi dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40 °C untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan komponen bahan aktif yang terkandung di dalam ekstrak (Tuyet dan Chuyen, 2007). Hasil dari evaporasi ini akan menghasilkan ekstrak kering dalam bentuk gel (kental) yang berwarna hijau pekat dengan aroma khas yang nantinya akan diuji kembali untuk menentukan kandungan metabolit sekunder, uji antioksidan dan uji antidiabetes. Sebanyak 100 g simplisia yang diekstraksi diperoleh ekstrak metanol sebanyak 18,8 g dengan presentase rendemen sebesar 18,8% yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data rendemen daun benalu petai (*D. praelonga* (Blume) Miq.)

Bahan	Bobot (gram)	Rendemen (%)
Daun benalu petai segar	1200	-
Simplisia	100	0,083
Ekstrak	18,8	18,8

Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Benalu Petai

Analisis fitokimia merupakan tahap awal untuk mengetahui golongan metabolit sekunder yang ada pada suatu bahan uji secara kualitatif. Berdasarkan hasil uji kualitatif golongan metabolit sekunder, diketahui bahwa ekstrak metanol daun benalu petai (*D. praelonga* (Blume) Miq.) mengandung komponen seperti, flavonoid, tanin, saponin, dan terpenoid. Hasil uji skrining fitokimia dapat dilihat pada Tabel 3.

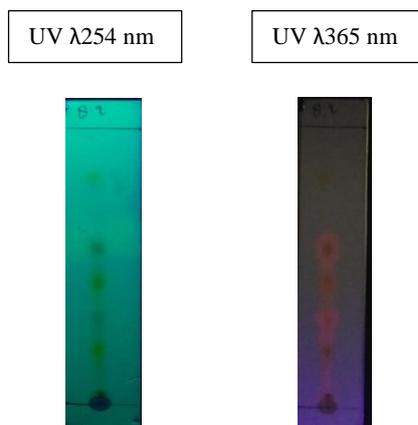
Tabel 3. Hasil analisis skrining fitokimia ekstrak daun benalu petai

Jenis Uji	Pereaksi	Hasil
Flavonoid	Serbuk Mg	Positif
Saponin	H ₂ O panas	Positif
Terpenoid	Liberman Burchard	Positif
Tanin	FeCl ₃	Positif
Alkaloid	Pereaksi Wagner	Negatif
	Pereaksi Meyer	Negatif
	Pereaksi Dragendorf	Negatif

Berdasarkan hasil skrining fitokimia diketahui ekstrak uji memiliki komponen flavonoid. Golongan senyawa flavonoid diketahui memiliki peranan sebagai antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif (Marianne *et al.*, 2012). Golongan terpenoid memiliki efek biologis dalam proses penyerapan glukosa, sekresi insulin, retinopati dan nefropati (Rathore, 2014). Adanya senyawa polifenol seperti flavonoid dan tanin yang terkandung dalam ekstrak daun benalu petai dapat memberikan pertahanan secara tidak langsung dengan cara pengaktifan sistem pertahanan endogen dan memodulasi proses signaling secara seluler seperti pengaktifan faktor transkripsi NF- κ B, pengikatan DNA AP-1, biosintesis glutation, aktivasi protein kinase oleh mitogen (ERK, JNK dan p38) dan translokasi ke dalam nukleus oleh faktor transkripsi Nrf2. Aktivasi NF- κ B dan p38 disebabkan oleh keberadaan senyawa oksigen reaktif seperti superoksida (\bullet O₂-) dan hidrogen peroksida (H₂O₂) (Johansen *et al.*, 2005).

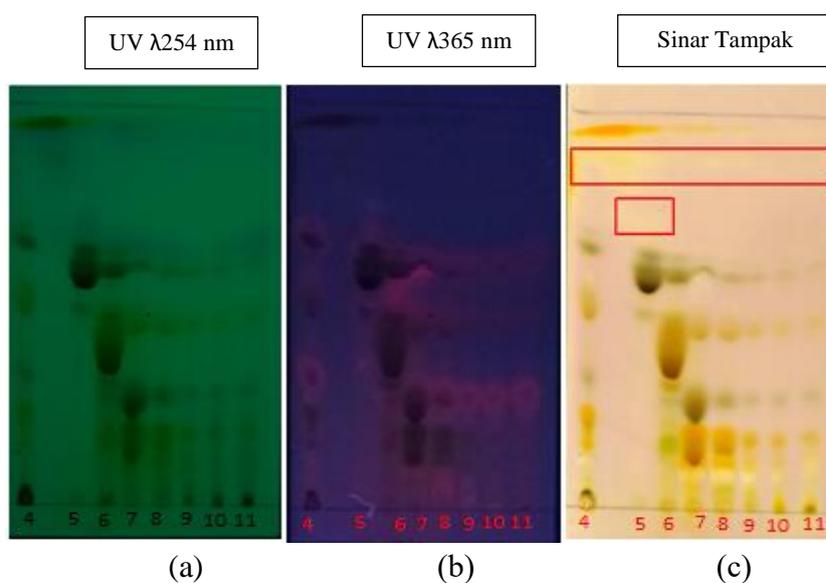
Fraksinasi Ekstrak Metanol Menggunakan Kromatografi Kolom

Fraksinasi dilakukan menggunakan teknik kromatografi, terlebih dahulu dilakukan analisis pemilihan eluen terbaik untuk proses fraksinasi menggunakan kromatografi lapis tipis. Analisis pemilihan eluen terbaik, digunakan perbandingan antara pelarut n-heksana dan etil asetat dengan nisbah 8 : 2. Adapun pola noda untuk analisis pemilihan eluen terbaik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemilihan eluen terbaik

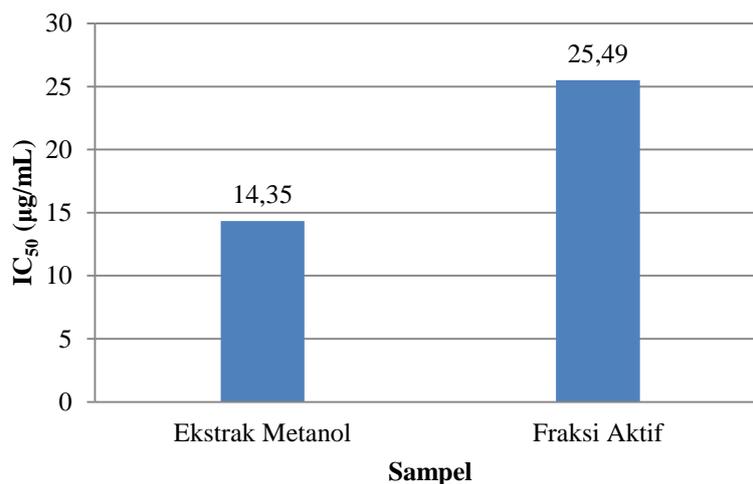
Ekstrak kental metanol (5 gram) dipisahkan kandungan senyawanya menggunakan metode kolom kromatografi dengan fasa diam *silica gel* G60, dengan fasa gerak n-heksana dan etil asetat, secara gradien 10%. Hasil fraksinasi diperoleh 11 fraksi. Analisis pola noda untuk fraksi yang dihasilkan dilakukan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dengan fasa diam *silica gel* G60 F₂₅₄ dan fasa gerak perbandingan antara n-heksana dengan etil asetat 8 : 2. Hasil dari fraksinasi tersebut, kemudian dilakukan pengamatan di bawah sinar UV pada λ 254 nm dan 365 nm, serta dilakukan analisis uji kualitatif untuk aktivitas antioksidan. Adapun pola noda dari fraksi-fraksi tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola noda fraksi

Uji Aktivitas Enzim Alfa Glukosidase

Ekstrak dan fraksi yang aktif dilakukan uji aktivitas enzim α -glukosidase secara *in vitro*. Gambar 4 merupakan hasil uji aktivitas untuk ekstrak metanol dan fraksi aktif terhadap daya hambat aktivitas enzim α -glukosidase.



Gambar 3. Grafik uji aktivitas enzim α -glukosidase

Gambar 4 menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun benalu petai dan fraksi dari ekstrak tersebut memiliki nilai $IC_{50} \leq 50$ ppm terhadap penghambatan enzim α -glukosidase. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suryanto dan Wehantouw (2008), menyatakan bahwa ekstrak etanol daun benalu yang tumbuh pada inang tumbuhan cengkih mengandung golongan senyawa fenolik, tanin dan flavonoid. Senyawa tersebut dilaporkan mampu menghambat kerja enzim α -glukosidase (Nagmoti dan Juvekar, 2013). Enzim α -glukosidase merupakan senyawa makromolekul protein yang memiliki sisi katalitik yang mampu menghidrolisis ikatan glukosidik α 1-4 pada karbohidrat sehingga dapat menghasilkan produk α D-glukosa. Menurut Chiba (1997), residu dari katalitik yang dimiliki oleh enzim α -glukosidase adalah residu asam aspartat (Asp).

Suatu senyawa yang memiliki ikatan glikosida memiliki aktivitas dalam menghambat α -glukosidase yang lebih baik dibandingkan dengan senyawa dalam bentuk aglikon (Auliawan dan Cahyono, 2014). Senyawa metabolit sekunder seperti golongan flavonoid dan saponin umumnya ditemukan dalam bentuk glikosida (Ross *et*

al., 2005; Chan *et al.*, 2014) sehingga diduga memiliki aktivitas yang besar dalam menghambat α -glukosidase.

4. KESIMPULAN

Ekstrak metanol daun benalu petai berpotensi sebagai antidiabetes karena mampu meredam aktivitas enzim α -glukosidase, dengan nilai IC_{50} sebesar 14,35 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Artanti N, Jamilah, Hanafi M, Lotulung P, & Karbono LBS. 2003. Evaluasi Aktivitas Antioksidan Daun Benalu (*Macrosolen cochinchinensis (Lour.) Van Tiegh*) yang Tumbuh pada Inang Duku (*Lansium domesticum*). Tangerang: Prosiding Semiloka Nasional.
- Auliawan R, & Cahyono B. 2014. Efek Hidrolisis Ekstrak Daun Iler (*Coleus scutellarioides*) terhadap Aktivitas Inhibisi Enzim α -Glukosidase. *JSM*. 22(1): 15-19.
- Candra AR. 2012. Isolasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Alkaloid dari Ekstrak Daun *Phoebe declinata* Nees. [skripsi]. Tidak diterbitkan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Chan KW, Iqbal S, Khong NMH, Ooi DJ, & Ismail M. 2014. Antioxidant Activity of Phenolics-Saponins Rich Fraction Prepared from Defatted Kenaf Seed Meal. *Food Science and Technology*, (56) 181-186.
- Chiba S. 1997. Molecular Mechanism in α -glucosidase and Glucoamylase. *Biosci. Biotech. Biochem*, 61(8): 1233-1239.
- Fitrilia T, Bintang M, & Safithri M. 2017. Inhibisi Enzim α -Glukosidase Menggunakan Ekstrak Daun Benalu Cengkih (*Dendrophthoe pentandra (L.) Miq.*). *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(1): 41 – 46.
- Hanani E. 2016. Analisis Fitokimia. Jakarta: EGC.
- Harborne JB. 2006. Metode Fitokimia: Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, terjemahan K. Pandawinata. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- International Diabetes Federation. 2013. IDF Diabetes Atlas Sixth Edition. ISBN: 2-930229-85-3.
- Johansen JS, Harris AK, Rychly DJ, & Ergul A. 2005. Oxidative Stress and the Use of Antioxidants in Diabetes: Linking Basic Science to Clinical Practice. *Cardiovascular Diabetology*, 4(5).
- Lee J, Sowndhararajan K, Kim M, Kim J, Kim D, Kim S, Kim GY, Kim S, & Jhoo JW. 2014. Antioxidant, Inhibition of α -glucosidase and Suppression of Nitric Oxide Production in LPS-Induced Murine Macrophages by Different Fractions of *Actinidia arguta* Stem. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2014. doi:10.1016/j.sjbs.2014.01.006.
- Marianne, Rosnani, & Yuandani. 2012. Antidiabetic Activity from Ethanol Extract of Kluwih's Leaf (*Artocarpus camansi*). *Jurnal Natural*, 11(2).
- Nagmoti DM, & Juvekar AR. 2013. In Vitro Inhibitory Effects of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Seeds on Intestinal α -glucosidase and Pancreatic α -amylase. *J Biochem Tech.*, 4(3)616-621.
- Patel DK, Kumar R, Prasad SK, Sairam K, & Hemalatha S. 2011. Antidiabetic and In Vitro Antioxidant Potential of *Hybanthus enneaspermus* (Linn.) F. Muell in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine*, 316-322.
- Rathore K, Singh VK, Jain P, Rao SP, Ahmed Z, & Singh VD. 2014. In-Vitro and In Vivo Antidiapogenic, Hypolipidemic and Antidiabetic Activity of *Diospyros melanoxylon* (Roxb.). *Journal of Ethnopharmacology*, 155: 1171-1176.
- Ross SA, El-Sohly MA, Sultana GNN, Mehmedic Z, Hossain CF, & Chandra S. 2005. Flavonoid Glycosides and Cannabinoids from the Pollen of *Cannabis sativa* L. *Phytochem. Analytical*, 16: 45-48.
- Setiawan B, & Suhartono E. 2005. Stress Oksidatif dan Peran Antioksidan pada Diabetes Mellitus. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 55(2).

- Suryanto E, & Wehantouw F. 2008. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Ekstrak Fenol dari Benalu Cengkih. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 6(5):1412-2855.
- Tuyet T, & Chuyen NV. 2007. Antihyperglycemic Activity of an Aqueous Extract From Flower Buds of *Clistocalyx operculatus* (Roxb.) Merr and Perry. *Biosci Biotechnol Biochem*.
- Ueno Y, Kizaki M, Nakagiri R, Kamiya T, Sumi H, & Osawa T. 2002. Dietary Glutathione Protects Rats from Diabetic Nephropathy and Neuropathy. *J. Nutr.* 132:897-900.
- World Health Organization. 2014. Prevalence of Diabetes Worldwide. [Internet]. [diunduh 2019 Juni 18]. Tersedia pada www.who.int/diabetes/facts/worldfigures/en.
- Yao X, Zhu L, Chen Y, Tian J, & Wang Y. 2013. In Vivo and In Vitro Antioxidant Activity and α -Glucosidase, α -Amylase Inhibitory Effects of Flavonoids from *Cichorium glandulosum* Seeds. *Food Chemistry*, 139: 59 – 66.



9 772548 947772