

Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Oleoresin Daun Zodia (*Evodia suaveolens*) dengan Pelarut Etanol Menggunakan *Ultrasonic Cleaner*

Mass Transfer Coefficient Extraction of Oleoresin from Zodia Leaf (*Evodia suaveolens*) with Ethanol Solvent Using Ultrasonic Cleaner

Siswanti*, Ratri Satriavi and Jeremy Adi Pratama

Progam Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta, 55283, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 29 Juni 2022
Diterima dalam revisi 24 Juli 2022
Diterima 24 Juli 2022
Online 28 Juli 2022

ABSTRAK: Nyamuk *Aedes sp* merupakan vektor penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dan cikungunya yang masih banyak terjadi di Indonesia. Pengendalian daur hidup nyamuk dapat dilakukan dengan penggunaan insektisida alami. Tanaman zodia (*Evodia suaveolens*) dapat dimanfaatkan sebagai insektisida alami karena mengandung minyak atsiri yang tidak disukai nyamuk. Untuk mendapatkan oleoresin dengan kualitas dan kuantitas optimum dapat dilakukan ekstraksi dengan gelombang ultrasonik. Dalam merancang ekstraktornya yang efisien diperlukan data koefisien transfer massa yang sampai saat ini datanya masih sulit untuk didapat. Percobaan dilakukan menggunakan *ultrasonic cleaner*, dengan mengamati konsentrasi oleoresin untuk variasi rasio massa daun 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 g diekstrak dengan etanol 300 mL selama 900 detik, serta percobaan dengan variasi waktu 90 - 900 detik, dengan interval 90 detik. Hasil ekstraksi terbaik diuji menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS). Untuk menentukan koefisien transfer massanya (K_c) dengan membuat hubungan antara konsentrasi dengan waktu dari data rasio volume etanol dan berat daun terbaik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan etanol 300 mL dan waktu ekstraksi 900 detik diperoleh hasil konsentrasi tertinggi sebesar 0,0120 g/mL, untuk percobaan menggunakan berat daun 12 g. Persen (%) oleoresin yang dapat terekstrak terbesar sebesar 88,5%, untuk percobaan menggunakan berat daun 2 g. Harga koefisien transfer massa (K_c) optimum 0,1611 menit^{-1} . Oleoresin dari daun zodia mengandung nerolidol 20,61%. Senyawa ini dapat berfungsi sebagai pengusir nyamuk.

Kata Kunci: Daun zodia, ekstraksi, oleoresin, *ultrasonic cleaner* dan koefisien transfer massa

ABSTRACT: The *Aedes sp* mosquito is a vector of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) and chikungunya which are still commonly found in Indonesia. Control of the mosquito life cycle can be done by using natural insecticides. Zodia plants (*Evodia suaveolens*) can be used as natural insecticides because they contain essential oils that mosquitoes do not like. To obtain oleoresin with optimal quality and quantity, extraction can be carried out using ultrasonic waves. To design an efficient extractor, mass transfer coefficient data is needed. Until now, the data is still difficult to obtain. The experiment was carried out using an ultrasonic cleaner, by observing the concentration of oleoresin for various leaf mass ratios of 2, 4, 6, 8, 10, and 12 g, extracted with 300 mL ethanol for 900 seconds. Concentration observations were also carried out for a time variation of 90 - 900 seconds, with 90 seconds intervals. The best extraction results were tested using *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS), to determine the components in the oleoresin. To determine the mass transfer coefficient (K_c) is to make a relationship between concentration and time for the best ratio of ethanol volume and leaf weight. Based on research that has been done with 300 mL of ethanol and extraction time of 900 seconds, the highest concentration was 0.0120 g/mL, for the experiment using a leaf weight of 12 g. The largest percentage (%) of oleoresin that could be extracted was 88.5%, for the experiment the leaf weight was 2 g. The optimum mass transfer coefficient (K_c) is 0.1611 minute^{-1} . Oleoresin from zodia leaves contains 20.61% nerolidol. This compound can function as a mosquito repellent.

Keywords: Zodia leaf, extraction, oleoresin, ultrasonic cleaner and mass transfer coefficient

*Corresponding Author:
Email: siswanti@upnyk.ac.id

1. Pendahuluan

Letak geografis negara Indonesia merupakan wilayah yang cocok untuk tempat hidup berbagai jenis nyamuk yang berperan sebagai vektor penyakit, antara lain *Aedes*, *Anopheles*, dan *Culex* (Octavia, 2020). Menurut Depkes, 2002, berbagai penyakit dapat disebarkan oleh nyamuk, antara lain filariasis (kaki gajah) dan *encephalitis*, malaria oleh nyamuk *Anopheles*, dan demam berdarah oleh nyamuk *Aedes*. Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit akut (mendadak) yang ditemukan di daerah tropis dengan penyebaran yang mirip dengan malaria (Arifin, 2014). Nyamuk *Aedes sp* merupakan vektor DBD dan cikungunya. Penyakit ini merupakan masalah kesehatan lingkungan yang saat ini semakin luas daerah penyebarannya dan penderitanya cenderung meningkat (Astuti dkk., 2016). Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan, jumlah kasus DBD dari tahun 2016 hingga 20 Februari 2022, sebanyak 13.776. Sementara, jumlah kematian akibat DBD sebanyak 145 kasus (Rizaty, 2022).

Salah satu cara untuk mengendalikan DBD adalah dengan mengendalikan vektornya yaitu dengan memutuskan siklus hidup nyamuk menggunakan insektisida. Sebagian besar masyarakat (75,67%) menggunakan insektisida sebagai pilihan pengendalian nyamuk. Saat ini untuk mengendalikan nyamuk sering digunakan anti nyamuk semprot, bakar, dan *lotion* anti nyamuk yang terbuat dari bahan kimia. Namun upaya penggunaan insektisida ini memiliki beberapa masalah seperti tercemarnya lingkungan, terbunuhnya organisme non target dan timbulnya resistensi vektor. Dampak tersebut perlu dihindari dengan mengganti insektisida kimia dengan insektisida alami dari tumbuhan yang aman bagi lingkungan dan tidak mengganggu ekosistem (Agustina dkk., 2019). Hal ini disebabkan bahan alami mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan, aman bagi manusia dan ternak peliharaan (Murdani, 2014).

Tanaman zodia (*Evodia suaveolens*) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida alami. Tanaman ini sudah banyak digunakan oleh masyarakat khususnya masyarakat Papua sebagai penghalau nyamuk. Pemakaiannya dengan cara menggosok-gosokkan daun Zodia ke kulit sehingga menghasilkan minyak atsiri yang tidak disukai oleh nyamuk. Menurut Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), daun zodia mengandung linalool sebanyak 46% dan alfa-pinena sebanyak 13, 26%. Linalool (3, 7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol) merupakan racun kontak yang meningkatkan aktivitas saraf sensorik pada serangga serta dapat menyebabkan stimulasi saraf motor sehingga menyebabkan kejang dan kelumpuhan pada beberapa jenis serangga. Jika terpapar dalam waktu yang cukup lama dapat mengakibatkan kematian pada serangga tetapi tidak menimbulkan efek samping pada manusia maupun lingkungan (Simaremare dkk., 2017). Insektisida alami adalah bahan alami berasal dari tumbuhan yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu-ribu senyawa bioaktif

seperti alkaloid, fenolik, dan zat kimia sekunder lainnya (Agustina dkk., 2019).

Daun zodia jika diekstraksi dapat menghasilkan oleoresin. Biasanya, oleoresin dapat diperoleh melalui ekstraksi konvensional. Metode konvensional seperti maserasi, ekstraksi menggunakan Soxhlet, perkolasi, dan refluks memiliki kekurangan karena membutuhkan waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan banyak pelarut serta hasil ekstrak yang didapatkan kurang maksimal. Seiring berjalannya waktu, pengembangan proses ekstraksi terus dilakukan untuk mendapatkan oleoresin dengan kualitas dan kuantitas yang maksimal. Salah satunya adalah ekstraksi dengan bantuan gelombang *ultrasonic* yang memiliki efisiensi lebih besar dan waktu operasinya lebih singkat (Garcia, 2004).

Proses pengambilan zat aktif dari daun zodia dapat dilakukan dengan ekstraksi padat – cair menggunakan gelombang *ultrasonic*. Pada ekstraksi padat – cair akan terjadi transfer massa zat aktif dari padatan (daun zodia) ke cairan (solven), dengan cara bahan padat dikontakkan dengan cairan pelarut (solven) yang dapat melarutkan zat-zat yang akan diambil (solut), sehingga diperoleh larutan solut dalam solven (ekstrak) (Paryanto dkk., 2017). Dengan adanya pengaruh gelombang *ultrasonic*, diharapkan dapat memperbesar proses transfer massa. Untuk merancang ekstraktor dengan gelombang *ultrasonic* yang efisien atau untuk keperluan *scale up*, diperlukan data koefisien transfer massa, yang sampai saat ini datanya masih sulit untuk didapat.

2. Landasan Teori

Pada proses pengambilan senyawa aktif daun zodia dengan cara ekstraksi padat – cair terjadi perpindahan massa senyawa aktif dari padatan ke fasa pelarut. Menurut Samun (2008), proses ekstraksi dapat dianggap sebagai peristiwa transfer massa yang meliputi:

- Difusi senyawa aktif dari dalam daun zodia ke permukaan.
- Perpindahan massa senyawa aktif dari permukaan daun zodia ke cairan.
- Difusi senyawa di dalam cairan.

Kecepatan ekstraksi padat – cair tergantung pada dua tahapan pokok yaitu difusi senyawa aktif dalam padatan ke permukaan padatan dan perpindahan massa senyawa aktif dari permukaan padatan ke cairan. Jika kecepatan kedua tahapan tersebut hampir sama, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kedua proses tersebut, tetapi jika perbedaan kecepatannya cukup besar, maka kecepatan perpindahan massa ditentukan oleh kecepatan yang paling lambat (Sediawan dan Prasetya, 1997).

Kecepatan difusi di dalam padatan dinyatakan dengan persamaan (1) berikut:

$$N_A = -D_e \cdot A \cdot \frac{dC_A}{dr} \quad (1)$$

Kecepatan perpindahan massa antar fasa dapat dinyatakan dengan persamaan (2) berikut:

$$N_A = K_c \cdot V_s \cdot (C_A^* - C_A) \quad (2)$$

Jika ukuran padatan relatif besar, maka difusi di dalam padatan ke permukaan berlangsung lambat, sehingga proses perpindahan massa dikontrol oleh kecepatan difusi. Sebaliknya jika ukuran padatan relatif kecil, maka difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan berlangsung cepat, sehingga proses perpindahan massa dikontrol oleh kecepatan transfer massa antar fasa. Persamaan neraca massa ekstrak daun zodia ke dalam pelarut di dalam ekstraktor dinyatakan dalam bentuk persamaan (3) berikut:

Kecepatan massa masuk – Kecepatan massa keluar = Kecepatan akumulasi massa

$$K_c \cdot V_s \cdot (C_A^* - C_A) - 0 = V \cdot \frac{dC_A}{dt} \quad (3)$$

Hubungan kesetimbangan antara konsentrasi senyawa aktif dalam padatan dan dalam larutan dianggap mengikuti persamaan Henry, yaitu persamaan (4).

$$C_A^* = H \cdot X_A \quad (4)$$

Untuk mengetahui konsentrasi senyawa aktif dalam daun zodia, diperoleh dari neraca massa total senyawa aktif daun zodia dalam sistem *batch*, tersaji dalam persamaan (5) berikut:

$$M \cdot X_{A0} = M \cdot X_A + V \cdot C_A \quad (5)$$

Dalam keadaan jenuh atau kestimbangan, maka: $C_A = C_A^*$.

3. Metodologi

3.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *Ultrasonic Cleaner* merk Krisbow (dengan *power supply* 60 W (50/60 Hz, AC 220-240 V), frekuensi 42 kHz, dan kapasitas 600 mL), dan spektrofotometer UV-Vis (*Spectral bandwidth*: 1.8 nm, *Ligth source*: Xenon flash lamp, *Detectors*: Dual silicon photodiodes, *Wavelength range*: 190 – 1100 nm, dan *Wavelength accuracy*: 1,0 nm). Sedangkan bahan yang digunakan adalah daun zodia yang diperoleh dari PPPG Kesenian Jl. Mawar No. 46, Klidon, Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dan etanol teknis 96%, dari CV. Progo Mulyo, Jl. Selokan Mataram CT III No.1, Kocoran, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2. Cara Kerja

a. Penyiapan Bahan Baku

Daun zodia yang telah dibersihkan, dikeringkan dengan cara diangin-anginkan di tempat yang bersih dan terbuka tanpa terkena sinar matahari secara langsung. Setelah kering, dihancurkan dengan blender dan diayak dengan ukuran -30+100 mesh.

b. Percobaan Pendahuluan

b.1. Ekstraksi Soxhlet

Sebanyak 30 g serbuk daun kering dibungkus kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam Soxhlet untuk diekstraksi dengan etanol. Ekstraksi dihentikan jika kondensat pelarut yang bercampur dengan sampel di dalam timbal Soxhlet

sudah berwarna jernih. Untuk memperoleh oleoresin, hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarutnya dengan didistilasi, dievaporasi, dan dioven hingga diperoleh berat konstan. Oleoresin yang didapat digunakan untuk menentukan panjang gelombang dengan serapan maksimum menggunakan spektrofotometer serta digunakan dalam pembuatan kurva standar.

b.2. Penentuan Panjang Gelombang dengan Serapan Maksimum

Oleoresin dari ekstraksi Soxhlet, dilarutkan dalam etanol dengan perbandingan tertentu. Diamati absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang tertentu. Pengamatan diulang dengan variasi panjang gelombang 300 – 310 nm, sampai diperoleh panjang gelombang yang mempunyai serapan maksimum, pada kisaran panjang gelombang tersebut.

b.3. Pembuatan Kurva Standar

Oleoresin dilarutkan dalam etanol dalam labu takar 20 mL dengan konsentrasi 0,0126 g oleoresin/mL etanol, kemudian diamati absorbansinya dengan spektrofotometer. Percobaan diulang-ulang untuk variasi konsentrasi oleoresin setengahnya, dan dihentikan ketika konsentrasi oleoresin adalah $7,6922 \times 10^{-7}$ g/mL, sehingga didapat grafik hubungan antara konsentrasi oleoresin dengan absorbansi.

c. Percobaan dengan Variasi Rasio Berat Serbuk Daun Zodia dan Volume Etanol

Serbuk daun zodia kering sebanyak 2 g, dibungkus dengan kertas saring, dimasukkan ke dalam alat *ultrasonic cleaner* yang telah diisi etanol 300 mL. Waktu ekstraksi yang digunakan disesuaikan dengan waktu maksimum operasi alat yaitu 900 detik. Larutan hasil ekstraksi diambil untuk diukur konsentrasinya, dengan cara mengamati absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang dengan serapan maksimum. Percobaan diulangi untuk variasi berat serbuk daun 4, 6, 8, 10, dan 12 g. Kemudian ditentukan rasio terbaiknya. Data yang didapat juga digunakan untuk menentukan konsentrasi kesetimbangan menggunakan persamaan (5).

d. Percobaan dengan Variasi Waktu

Serbuk daun zodia kering dengan berat tertentu, dibungkus dengan kertas saring dimasukkan ke dalam alat *ultrasonic cleaner* yang telah diisi etanol 300 mL. Alat diatur waktunya sesuai dengan interval waktu yang ditentukan. Setelah mencapai waktu yang ditentukan, larutan hasil ekstraksi diambil untuk diukur konsentrasinya. Variasi waktu yang digunakan adalah 90 – 900 detik, dengan interval 90 detik. Kemudian ditentukan waktu terbaiknya.

e. Percobaan untuk Menentukan Nilai Koefisien Transfer Massa (K_c)

Percobaan seperti langkah kerja **d**, tetapi dengan menggunakan rasio volume etanol dan berat daun zodia terbaik. Untuk mengetahui konsentrasi oleoresin dalam larutan dengan variasi waktu ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer, diamati absorbansinya

kemudian dibandingkan dengan absorbansi larutan standar, sehingga kadar oleoresin pada berbagai waktu dapat diketahui.

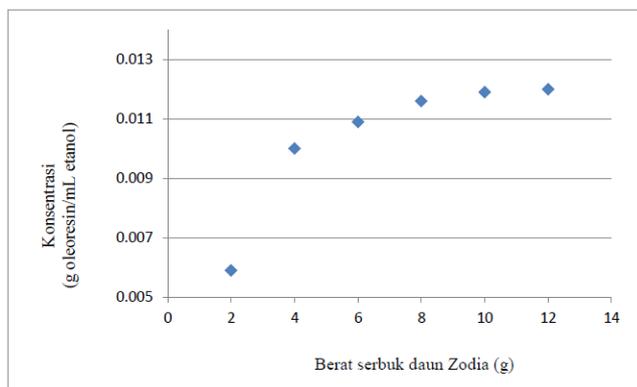
f. Penentuan Komposisi Senyawa dalam Oleoresin

Oleoresin yang diperoleh dianalisa secara kimia untuk mengetahui komposisi senyawanya, menggunakan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) di Laboratorium Kimia Terpadu UIL, dengan spesifikasi alat GC-MS model QP2010 SE dengan kolom RTX 5 MS, Panjang 30,0 m, ID 0,25 mm, dan film 0,25 mm.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Rasio Berat Daun dan Volume Etanol terhadap Konsentrasi Oleoresin

Untuk mengetahui konsentrasi oleoresin, dilakukan pengamatan absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang dengan serapan maksimum yang diperoleh dari penelitian yaitu sebesar 301 nm. Data yang diperoleh tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Variasi Berat Daun Zodia dalam 300 mL Etanol terhadap Konsentrasi Oleoresin

Berdasarkan Gambar 1, perubahan berat daun zodia yang diekstraksi dalam 300 mL etanol berpengaruh terhadap besarnya konsentrasi oleoresin yang dihasilkan. Semakin banyak daun yang digunakan maka konsentrasi oleoresin di dalam pelarut semakin besar. Pada proses ekstraksi dengan gelombang ultrasonik, efek dari gelombang ultrasonik dapat memicu timbulnya kavitasi pelarut. Fenomena kavitasi (*cavitation*) merupakan proses terbentuknya gelembung – gelembung mikro dalam pelarut atau disebut dengan gelembung kavitasi (*cavitation bubbles*). Ketika gelembung pecah di dekat dinding sel bahan, maka akan terbentuk gelombang kejut yang membuat dinding sel bahan pecah. Pecahnya dinding sel tersebut membuat komponen di dalam sel keluar dan bercampur dengan pelarut. Jadi efek mekanik yang ditimbulkan dari pecahnya gelembung kavitasi dapat meningkatkan transfer massa senyawa terekstrak dari padatan ke pelarut sehingga senyawa yang akan diekstrak dari dalam tanaman lebih banyak berpindah ke dalam pelarut (Januarti dkk., 2017). Dengan bertambahnya rasio daun zodia dengan pelarut, maka oleoresin yang terekstrak semakin banyak atau

konsentrasi oleoresin dalam pelarut bertambah. Oleoresin yang terekstrak akan terus meningkat hingga larutan menjadi jenuh, setelah melewati titik jenuh, maka tidak akan terjadi peningkatan hasil ekstraksi (Handayani dkk., 2016). Fenomena kavitasi sulit terjadi pada pelarut yang memiliki viskositas tinggi. Menurut Febriana (2016), peningkatan ratio bahan baku terhadap pelarut menyebabkan viskositas pelarut meningkat sehingga menghalangi pembentukan kavitasi. Seperti diketahui bahwa efek kavitasi merupakan bagian terpenting pada metode *ultrasound assisted extraction* (UAE) karena dapat merusak dinding sel tanaman sehingga meningkatkan kemampuan penetrasi pelarut ke dalam material tanaman untuk mengekstrak zat aktif. Viskositas pelarut yang semakin besar akan meningkatkan gaya kohesif pelarut sehingga mengakibatkan kavitasi sulit terbentuk. Hal ini menyebabkan turunnya kemampuan pelarut untuk melarutkan senyawa aktif. Dari Gambar 1 terlihat bahwa untuk berat daun zodia 8, 10, dan 12 g, kenaikan konsentrasi oleoresin berjalan lambat, hal ini dimungkinkan larutan sudah mendekati jenuh atau larutan sudah terjadi peningkatan viskositas, sehingga kenaikan konsentrasi cenderung kecil. Dalam penelitian ini, konsentrasi terbesar yang diperoleh adalah 0,012 g/mL, untuk berat daun zodia yang diekstrak sebesar 12 g dalam 300 mL etanol selama 900 detik.

Untuk mengetahui pengaruh variasi rasio volume etanol dengan berat daun zodia terhadap persen (%) oleoresin terekstrak menggunakan *ultrasonic cleaner* dapat dilihat pada Tabel 1.

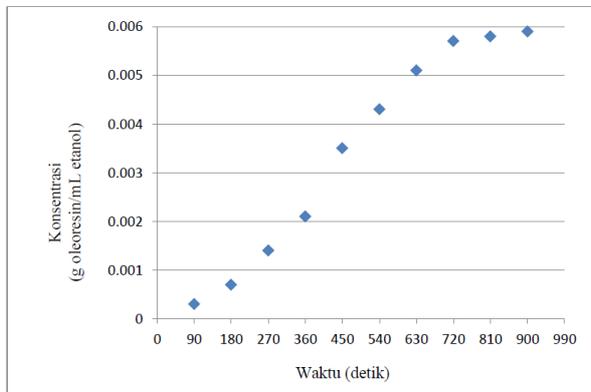
Tabel 1. Pengaruh Rasio Etanol dengan Berat Daun Zodia terhadap Persen (%) Oleoresin Terekstrak

No	Rasio (v/b) Volume Etanol (mL) : Berat Serbuk Daun Zodia (g)	Persen (%) Oleoresin Terekstrak
1	150,0:1	88,5
2	75,0:1	75,0
3	50,0:1	54,5
4	37,5:1	43,5
5	30,0:1	35,7
6	25,0:1	30,0

Berdasarkan Tabel 1, diduga semakin besar rasio antara volume etanol dengan berat daun maka tekanan yang diberikan ke bahan yang diekstrak semakin besar sehingga proses plasmolisis terjadi semakin besar dan menyebabkan solut yang keluar juga semakin banyak. Selain itu, jika rasio pelarut etanol yang digunakan semakin besar maka kontak bahan dengan etanol juga lebih besar sehingga berpotensi memaksimalkan persen (%) oleoresin yang terekstrak (Januarti dkk, 2017). Dari penelitian ini diperoleh persen (%) oleoresin yang terekstrak dari daun zodia yang terbesar adalah untuk 2 g daun zodia diekstrak dalam 300 mL etanol selama 900 detik yaitu sebesar 88,5%.

4.2. Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Konsentrasi Oleoresin

Pengaruh waktu ekstraksi terhadap konsentrasi oleoresin yang dihasilkan, tersaji dalam Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Waktu terhadap Konsentrasi Oleoresin

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka konsentrasi oleoresin yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya waktu ekstraksi, kontak antara pelarut dan bahan menjadi lebih lama sehingga pelarut mampu mengikat lebih banyak oleoresin pada daun zodia. Dengan bertambahnya waktu, proses ekstraksi dapat mencapai keadaan ekuilibrium, yang menimbulkan kejenuhan pada pelarut. sehingga senyawa ekstrak yang terdapat dalam permukaan dan bagian dalam *solid* sudah tidak dapat terekstrak lagi (Sekarsari dkk, 2019). Ketika ekstrak sudah berada pada titik jenuh larutan, maka intensitas proses kavitasi berkurang, sehingga tidak akan terjadi peningkatan hasil ekstraksi (Januarti dkk, 2017). Pada penelitian ini, konsentrasi yang diperoleh untuk waktu 720, 810 dan 900 detik, sudah mendekati konsentrasi jenuh, tetapi belum mencapai konsentrasi jenuhnya, dikarenakan alat yang digunakan memiliki keterbatasan waktu ekstraksi selama 900 detik. Waktu ekstraksi dengan bantuan gelombang *ultrasonic* juga lebih singkat jika dibandingkan dengan ekstraksi tanpa gelombang *ultrasonic*, yaitu dengan ekstraksi Soxhlet, menggunakan daun zodia 30 g, diekstrak dengan 300 mL etanol, didapat persen (%) oleoresin terekstrak sebesar 21,6% untuk waktu ekstraksi 3 jam. Singkatnya waktu ekstraksi dengan gelombang *ultrasonic* dikarekan selama ekstraksi berbantu ultrasonik, menyebabkan adanya getaran gelombang ultrasonik. Saat gelombang merambat melewati medium cairan akan mengalami getaran yang dapat menyebabkan terjadinya pengadukan intensif selama proses ekstraksi, sehingga laju perpindahan masa lebih cepat jika dibandingkan dengan ekstraksi konvensional (Setyantoro dkk, 2019). Dari hasil percobaan diperoleh konsentrasi terbesar pada waktu 900 detik, dengan konsentrasi sebesar 0,0059 g/mL.

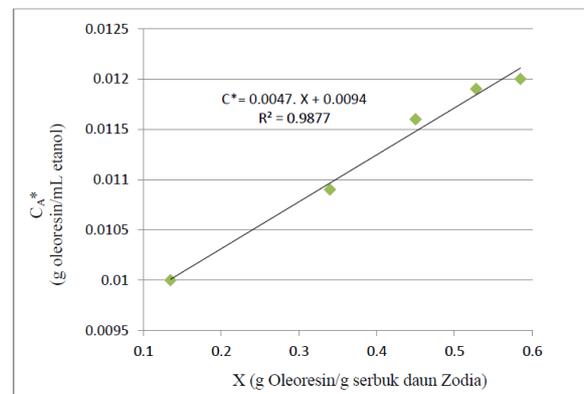
4.3. Penentuan Koefisien Transfer Massa

Serbuk daun zodia kering yang digunakan 2 g dan mempunyai densitas 0,5549 g/mL. Dikarenakan ukuran

butir rata-rata daun dianggap relatif kecil yaitu -30+100 mesh, maka difusi dari dalam padatan ke permukaan padatan dianggap berlangsung cepat, sehingga proses perpindahan massa dikontrol oleh kecepatan perpindahan massa antar fasa. Perpindahan massa oleoresin dari serbuk daun ke etanol didekati dengan model matematis yang diperoleh dari persamaan (3) dan dinyatakan dalam persamaan (6) berikut:

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{4.n_b.K_c.\rho.\pi.R^3}{3.V} (C_A^* - C_A) \quad (6)$$

Kurva hubungan antara waktu ekstraksi terhadap konsentrasi oleoresin tersaji dalam Gambar 2. Sedangkan konsentrasi kesetimbangan (C_A^*) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (5), dimana pada keadaan kesetimbangan $C_A = C_A^*$. Dari hasil percobaan diperoleh hasil: $C_A^* = 0,0047$. $X_A + 0,0094$, seperti tersaji dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara X dengan Konsentrasi Kesetimbangan (C_A^*)

Dengan Gambar 2 akan ditentukan koefisien transfer massanya menggunakan persamaan (6). Persamaan tersebut diselesaikan dengan Runge Kutta. Koefisien transfer massa (K_c) yang dipilih harus memberikan SSE (*Sum of Square of Errors*) terkecil. Harga SSE terkecil dapat dicari dengan minimasi SSE menggunakan metode *Golden Section* yang dikerjakan dengan bantuan program komputer *Qbasic*, dengan membandingkan nilai C_A data dan C_A hasil hitung. Diperoleh hasil seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Optimasi Dengan Menggunakan Metode *Golden Section*

No.	Waktu (menit)	C_A data (g/ mL etanol)	C_A hitung (g/ mL etanol)
1	1,5	0,0003	0,0003
2	3	0,0007	0,0007
3	4,5	0,0014	0,0014
4	6	0,0021	0,0019
5	7,5	0,0035	0,0029
6	9	0,0043	0,0036
7	10,5	0,0051	0,0049
8	12	0,0057	0,0053

Diperoleh K_c optimum $0,1611 \text{ menit}^{-1}$, SSE optimum $1,1393 \times 10^{-06}$, dengan ralat rerata sebesar 8,31%. Nilai K_c yang didapat dari percobaan ini, ternyata lebih besar jika dibandingkan dengan nilai koefisien transfer massa untuk proses ekstraksi yang dilakukan dengan proses ekstraksi batch menggunakan tangki berpengaduk dari hasil penelitian serupa yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, seperti tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Koefisien Tarnsfer Massa dari Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Penelitian	Hasil
1	Wijayanti, 2007	Ekstraksi pektin dari buah pepaya dalam larutan HCl. Ekstraktor: tangki berpengaduk Waktu: 140 menit Variabel Suhu (70, 80 dan 90 °C) Kecepatan putar pengaduk: 400, 500 dan 600 rpm Ukuran butir: -12+20, -20+30 dan -30+45 Mesh.	Untuk variabel suhu, diperoleh koefisien transfer massa (kla) $0,035 - 0,05 \text{ menit}^{-1}$. Untuk variabel kecepatan pengaduk, diperoleh kla $0,037 - 0,05 \text{ menit}^{-1}$. Untuk variabel diameter butir, kla $0,0371 - 0,013 \text{ menit}^{-1}$.
2	Mardina dkk., 2012	Ekstraksi Kalium dari Abu Batang Pisang dengan pelarut Methanol. Methanol: 250 mL. Ekstraktor: tangki berpengaduk. Ukuran abu: 710 micron. Abu 25 g. Kecepatan putar pengaduk 400 rpm. Waktu: 0, 15, 30, 60, 120, 180, 240 menit. Suhu: 30, 45 dan 60 °C.	Untuk variabel suhu, diperoleh koefisien transfer massa (kla) $0,018 - 0,024 \text{ menit}^{-1}$.
3	Samun, 2008	Ekstraksi zat warna alami dari rimpang kunyit dengan aquadest. Ekstraktor: tangki berpengaduk Suhu $\pm 95 \text{ }^\circ\text{C}$, selama 2,5 jam dengan interval 15 menit. Kecepatan pengaduk: 200, 400, 600, 800 dan 1000 rpm, dengan berat kunyit: 5 g, dan aquadest 200 ml.. Variabel berat kunyit (2,5; 5; 7,5; 10 dan 12,5 g dengan kecepatan pengaduk 600 rpm dan aquadest 200 ml).	Untuk kecepatan pengadukan 800 rpm, diperoleh koefisien transfer massa (kca) = $0,0055 \text{ menit}^{-1}$ Untuk kecepatan pengadukan 1000 rpm, diperoleh kca = $0,0061875 \text{ menit}^{-1}$

Dalam proses ekstraksi daun zodia dengan *Ultrasonic Cleaner* pada penelitian ini, faktor yang paling berperan adalah transfer massa zat terlarut dari permukaan padatan melintasi film cairan menuju ke badan cairan karena efek mekanik dari gelombang ultrasonik. Menurut Teddy (2011), pengaruh gelombang ultrasonik yang melewati cairan berpotensi membentuk turbulensi mikroskopis pada permukaan film partikel padat yang dapat menyebabkan semakin tipisnya lapisan batas antara cairan dan partikel padatan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan penetrasi pelarut yang meningkatkan difusibilitas dan solvensi senyawa aktif dalam sel. Pada akhirnya dapat meningkatkan laju perpindahan massa dan efisiensi ekstraksi. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab lebih besarnya nilai koefisien transfer massa (K_c) ekstraksi dengan gelombang ultrasonik jika dibandingkan dengan ekstraksi secara konvensional.

4.4. Hasil Uji Oleoresin

Oleoresin yang diperoleh, dianalisis secara kimia dengan menggunakan GC-MS. Hasil analisis oleoresin tersebut menunjukkantujuh (7) komponen senyawa kimia penyusun oleoresin daun zodia seperti tersaji padaTabel 4.

Tabel 4. Komponen Oleoresin Daun Zodia

Senyawa	Rumus Kimia	Berat Molekul (g/mol)	%
Curcumene	C ₁₅ H ₂₂	202	14,97
Zingiberene	C ₁₅ H ₂₄	204	3,64
Farnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	9,04
a-Cedrol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	26,00
5-Hydroxy-4-hydroxymethyl-1- (1-hydroxy-1-isopropyl) cyclohex-3-ene Methyl	C ₁₀ H ₁₈ O ₃	186	12,27
Palmitoleate	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268	13,48
Nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	20,61

Dari Tabel 4, terlihat bahwa oleoresin dari daun zodia dengan solven etanol tidak mengandung linalool yang merupakan racun untuk serangga, tetapi mengandung senyawa nerolidol 20,61%. Senyawa nerolidol yang terkandung dalam oleoresin dari daun zodia mempunyai efektivitas sebagai pengusir nyamuk karena menyebabkan aktivitas toksik dan racun bagi pernapasan nyamuk. Oleh karena itu, nyamuk menolak untuk hinggap pada daerah yang telah diolesi senyawa ini (Pujiarti dkk., 2017). Pengeluan nerolidol oleh tanaman merupakan salah satu mekanisme pertahanan yang diterapkan oleh tanaman tersebut ketika terjadi serangan herbivora dan serangga (Agusta, 2013).

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

dengan menggunakan serbuk daun zodia 12 g. diperoleh konsentrasi oleoresin tertinggi sebesar 0,0120 g/mL. Untuk rasio volume etanol : berat serbuk daun zodia adalah 150 : 1, diperoleh persen (%) oleoresin terbesar sebanyak 88,5%. Sedangkan harga koefisien transfer massa (K_c) optimum yang diperoleh 0,1611 menit⁻¹, dan oleoresin daun zodia mengandung nerolidol 20,61%. Senyawa ini dapat berfungsi sebagai pengusir nyamuk.

Daftar Pustaka

- Adhiksana, A., Fitriyana. & Irwan, M., 2017, Pemanfaatan Ultrasonik Dalam Proses Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang dengan Pelarut Asam Klorida, *Prosiding SNITT POLTEKBA*, hlm. 169-173.
- Agusta, A., 2013, Nerolidol, Komponen Kimia Aromatik Tanaman Teh yang juga Diproduksi oleh Jamur Endofit *Schizophyllum* sp. D, *Berita Biologi*, Vol. 12 No 2, Agustus: 177-181.
- Agustina, A., Kurniawan, B. & Yusran, M., 2019, Efektivitas Dari Tanaman Zodia (*Evodia Suaveolens*) Sebagai Insektisida Nabati Nyamuk *Aedes aegypti* Penyebab Demam Berdarah, *Medula (Medical Profession Journal of Lampung)*, Vol. 9 No. 2, Juli: 351 – 358.
- Arifin, M.N., 2014, Pengaruh Ekstrak n-Heksan Serai Wangi *Cymbopogon Nardus* (L.) Randle pada Berbagai Konsentrasi terhadap Periode Menghisap Darah dari Nyamuk *Aedes aegypti*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alama, Indonesia: Universitas Hasanuddin Makasar.
- Astuti, D. & Santoso, H., 2014, Pengaruh Variasi Dosis Larutan Daun Serai (*Andropogon Nardus* L.) terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes* Sp Sebagai Sumber Belajar Biologi, *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*, Vol. 5. No 2, November: 112-122.
- Budi, F.S. & Sasongko, S.B., 2009, Koefisien Transfer Massa Pada Proes Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanni*), *Reaktor*, Vol. 12 No. 4, Desember: 232-238.
- Febriana, I.D., 2016, Ekstraksi Zat Warna Alami dari Kayu Mahoni (*Swietenia mahagoni*) dan Kayu Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Menggunakan Metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) Dan Air – *Ultrasound Assisted Reflux Extraction* (Aure), Tesis, Program Magister Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Garcia J.L.L. & Castro M.D.L., 2004, Ultrasound-assisted soxhlet extraction: an expeditive approach for solid sample treatment, Application to the extraction of Total Fat from oleaginous seeds, *Journal of Chromatography A*, Vol. 1034 Issue 1-2, April: 237-242.
- Handayani, H., Sriherfyna, F.H. & Yuniarta, 2016, Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode *Ultrasonic Bath* (Kajian Rasio Bahan: Pelarut Dan Lama Ekstraksi), *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 4 No. 1, Januari: 262-272.
- Januarti, I.B., Arifin Santoso, A. & Razak, A.S., 2017, Ekstraksi Senyawa Flavonoid Daun Jati (*Tectona gaudis* L.) dengan Metode Ultrasonik (Kajian Rasio Bahan : Pelarut Dan Lama Ekstraksi), *Media Farmasi Indonesia*, Vol. 12 No. 2, Oktober.
- Mardina, P., Gunawan, A. & Nugaha, M.I., 2012, Penentuan Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Kalium dari Abu Batang Pisang, *Konversi*, Vol. 1 No. 1, Oktober: 39 – 44.
- Murdani, R., 2014, Keefektivan Daya Bunuh Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes Aegypti* Instar III, Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta, http://eprints.ums.ac.id/29078/10/02_NASKAH_PUB_LIKASI.pdf, diunduh 26 Maret 2018.
- Octavia, N., 2020, Ini Dia Jenis Nyamuk Sumber Penyakit yang Ada di Indonesia, <https://www.klikdokter.com/info-sehat/read/2839447/ini-dia-jenis-nyamuk-sumber-penyakit-yang-ada-di-indonesia#>.
- Paryanto, Suri, A.K. & Saputro, I.R., 2017, Difusi dan Transfer Massa pada Ekstraksi Tanin dari Buah Mangrove (*Rhizophora Stylosa*), *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, Vol.1 No.2, Oktober: 42-48.
- Pujiarti, R. & Fentiyanti, P.K., 2017, Chemical compositions and repellent activity of Eucalyptus tereticornis and Eucalyptus deglupta essential oils against Culex quinquefasciatus mosquito, *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 41 No. 1, Februari: 19-24.
- Rizaty, M.A., 2022, Musim Penghujan, Terjadi 13.776 Kasus DBD pada Awal 2022, <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/01/musim-penghujan-terjadi-13776-kasus-dbd-pada-awal-2022>.
- Samun, 2008, Koefisien Transfer Massa Volumetris Ekstraksi Zat Warna Alami dari Rimpang Kunyit (*Kurkuminoid*) di dalam Tangki Berpengaduk, *Keuilibrium*, Vol. 7 No.1, Januari: 17-21.
- Sekarsari, S., I Wayan Rai Widarta, I.W.R. & Jambe, A.A.G.N.A., 2019, Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi dengan Gelombang Ultrasonik terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.), *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, Vol. 8 No. 3, September: 267-277.
- Sediawan, W.B., dan Prasetya, A., 1997, Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia, Andi, Yogyakarta.
- Setyantoro, M.E., Haslina & Wahjuningsih, S.B., 2019, Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Metode Ultrasonik Terhadap Kandungan Vitamin C, Protein, dan Fitokimia Ekstrak Rambut Jagung (*Zea mays* L.), *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, Vol 14 No. 2, September: 53-67.
- Simaremare, E.S., Sinaga, D.I. & Agustini, V., 2017, Sabun Zodia Sebagai Repellent terhadap Nyamuk *Aedes*

aegypti, *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, Vol. 3 No. 1, Desember: 11-16.

Teddy, B.S., 2011, Pemodelan Proses Ekstraksi Ultrasonik Oleoresin dan Cinnamaldehyde dari Kayu Manis, Universitas Diponegoro, Semarang, http://eprints.undip.ac.id/36532/1/Laporan_Tesis.pdf.

Wijayanti, H., 2007, Penentuan Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Pektin dari Buah Pepaya dalam Larutan HCl, *INFO-TEKNIK*, Vol. 8 No.1, Juli: 49-59.

Daftar Notasi:

C_A = konsentrasi oleoresin pada fase cairan, g oleoresin/mL etanol

C_{A^*} = konsentrasi oleoresin pada keadaan kesetimbangan, g oleoresin/mL etanol

N_A = kecepatan transfer massa, g/menit

K_c = koefisien transfer massa, menit⁻¹

H = konstanta kesetimbangan Henry

X_{A0} = konsentrasi oleoresin pada fasa padat mula-mula, g oleoresin/g serbuk Zodia kering

X_A = konsentrasi oleoresin pada fasa padat setiap saat, g oleoresin/g serbuk Zodia kering

t = waktu ekstraksi, menit

V = volume etanol, mL

V_s = volume butir, mL

M = berat serbuk daun Zodia kering, g

n_b = jumlah butir serbuk dau Zodia

ρ = densitas serbuk daun Zodia kering, g/mL