

UJI TOKSISITAS EKSTRAK ETANOL KULIT BUAH MAHONI (*Swietenia mahagoni*) PADA LARVA *Artemia Salina* DENGAN METODE BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

Dwi Susanti¹, Selvi Marcellia^{2*}, Gusti Ayu Rai Saputri³, Ayu Nabila⁴

^{1,3,4}Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Malahayati

²Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Universitas Lampung

*) Email korespondensi: selvicellia@gmail.com

Abstract: Toxicity Test Of Mahogany (*Swietenia Mahagoni*) Fruit Peel Ethanol Extract On *Artemia Salina* Larvae Using Bslt (*Brine Shrimp Lethality Test*) Method, Thesis, Pharmaceutical Study Program, Faculty Of Health Sciences, Malahayati University, Bandar Lampung. Mahogany is one of the plants that people often use for treatment. Secondary metabolite compounds found in mahogany rind include saponins, flavonoids, alkaloids, tannins, terpenoids, and essential oils. The purpose of this study was to determine the toxicity effect of mahogany (*Swietenia mahagoni*) peel extract on shrimp larvae (*A. salina* Leach) using the BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) method and determine the LC₅₀ value of mahogany (*Swietenia mahagoni*) peel ethanol extract on larvae. (*A. Salina* Leach). Mahogany rind extraction method by percolation method using 96% ethanol solvent. The result of extraction of mahogany rind was 38.52 grams with a yield of 5.502%. Mahogany rind extract was tested for toxicity against *Artemia salina* larvae at concentrations of 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm and 1000 ppm. Observation of dead larvae for 24 hours after administration of the extract. Based on these data, the LC₅₀ of the ethanol extract of mahogany rind was determined by probit analysis. The results of the probit analysis showed that the LC₅₀ value of the ethanol extract of mahogany rind was 299.003 ppm. These results indicate that mahogany peel extract has potential toxicity to *Artemia salina* larvae because the LC₅₀ value <1000 ppm.

Keywords: Mahogany Fruit Peel, BSLT, Toxicity.

Abstrak: Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Mahoni (*Swietenia Mahagoni*) Pada Larva *Artemia Salina* Dengan Metode Bslt (*Brine Shrimp Lethality Test*), Skripsi, Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Malahayati, Bandar Lampung. Mahoni merupakan salah satu tumbuhan yang sering digunakan masyarakat untuk pengobatan. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam kulit buah mahoni diantaranya yaitu saponin, flavonoid, alkaloid, tanin, terpenoid, dan minyak atsiri. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efek toksisitas ekstrak kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) terhadap larva udang (*A. salina* Leach) dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan mengetahui nilai LC₅₀ ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) terhadap larva udang (*A. salina* Leach). Metode ekstraksi kulit buah mahoni dengan metode perkolasi menggunakan pelarut etanol 96%. Hasil ekstraksi kulit buah mahoni sebanyak 38,52gram dengan rendemen 5,502%. Ekstrak kulit buah mahoni di uji toksisitas terhadap larva *Artemia salina* dengan konsentrasi 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Pengamatan terhadap larva yang mati selama 24 jam setelah pemberian ekstrak. Berdasarkan data, LC₅₀ dari ekstrak etanol kulit buah mahoni ditentukan dengan analisis probit. Hasil dari analisis probit menunjukkan nilai LC₅₀ dari ekstrak etanol kulit buah mahoni adalah 299,003 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah mahoni

mempunyai potensi toksisitas terhadap larva *Artemia salina* karena nilai $LC_{50} < 1000$ ppm.

Kata kunci: Kulit Buah Mahoni, BSLT, Toksisitas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak sekali keanekaragaman hayati yang sangat berguna bagi keberlangsungan hidup masyarakat. Keanekaragaman hayati dapat berupa tumbuhan obat tradisional dan banyak diantaranya mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi sumber daya ekonomi. Tumbuhan obat merupakan spesies tumbuhan yang dapat menghasilkan komponen aktif yang digunakan untuk pengobatan dan perawatan kesehatan atau spesies tumbuhan yang dipercaya dan diketahui mempunyai khasiat obat (Harijanto *et al.*, 2017). Mahoni merupakan salah satu tumbuhan yang sering digunakan masyarakat untuk pengobatan. Kandungan senyawa yang sangat banyak pada tanaman mahoni tidak hanya terdapat pada kulit batang mahoni, tetapi juga dalam daun dan buah. Kandungan senyawa tersebut diantaranya saponin, flavonoid, terpenoid, antrakinon, alkaloid, glikosida jantung dan minyak atsiri. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa taman mahoni memiliki banyak sekali efek farmakologi seperti antibakteri, antimikroba, sitotoksik, antiulcer, antifungi, anti HIV, antiinflamasi, analgesik, antipiretik, hipoglikemik dan penghambatan agregasi platelet (Fadillah *et al.*, 2020).

Senyawa metabolit sekunder dapat diperoleh dengan cara ekstraksi, salah satu metode yang digunakan yaitu metode ekstraksi perkolasi. Metode perkolasi yaitu metode penyarian dengan mengalirkan cairan penyari yang melewati serbuk simplisia. Metode perkolasi memiliki beberapa keuntungan dibandingkan metode maserasi, seperti adanya pergantian larutan yang di alirkan dan ruang di antara butir-butir serbuk simplisia yang membentuk saluran kapiler tempat mengalirnya cairan penyari. Hal tersebut dapat meningkatkan derajat konsentrasi yang memungkinkan proses penyarian lebih

sempurna (Ibtisam, 2008). Pelarut yang digunakan adalah etanol 96%, Etanol merupakan pelarut universal sehingga dapat menarik analit-analit yang bersifat polar dan nonpolar (Munawarah & Handayani, 2010).

Uji toksisitas bertujuan untuk mengetahui efek toksik yang terkandung dalam bahan alam. Pengujian toksisitas dapat dikembangkan untuk pencarian bahan alam yang berpotensi sebagai antineoplastik. Uji toksisitas memiliki berbagai metode skrining yang digunakan untuk menentukan ketoksikan suatu senyawa salah satunya yaitu metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Pengujian efek toksik ini menggunakan larva udang *Artemia salina*. Kematian larva udang *Artemia salina* digunakan sebagai parameter untuk menunjukkan adanya kandungan zat aktif tanaman yang bersifat sitotoksik jika harga $LC_{50} < 1000$ $\mu\text{g/ml}$ (Meira, 2020).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan agar mengetahui potensi ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) untuk menguji apakah mempunyai efek toksik pada larva udang (*Artemia salina* L).

METODE

Penelitian ini akan di laksanakan di bulan Juni-Agustus 2022. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Lampung dan pengujian LC_{50} di Laboratorium Kesehatan Daerah Bandar Lampung. Populasi dari penelitian ini adalah kulit buah mahoni (*swietenia mahagoni*). Kulit buah mahoni diambil di daerah Sidang Marga kecamatan Pulau Panggung Kabupaten Tanggamus, Lampung. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *purposive sampling*, merupakan teknik pengambilan sampel berdasarkan atas

pertimbangan tertentu seperti sifat-sifat populasi, ciri-ciri populasi, dan jenis populasi. Pengambilan sampel berdasarkan kriteria kulit buah mahoni yang diambil adalah kulit buah mahoni yang berwarna coklat sampai ke bagian dalam kulit, dan dalam keadaan tidak cacat.

Sampel kulit buah mahoni yang masih segar dan berwarna coklat. Simplisia kulit buah mahoni sebanyak 700gram diekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi perkolasi dengan pelarut etanol 96%. Setelah ekstrak didapatkan kemudian dilakukan pengujian fitokimia untuk menguji senyawa flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid. Prosedur selanjutnya yaitu menguji toksisitas menggunakan

larva udang (*A.salina* L) dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*).

Pengujian dilakukan menggunakan 10 ekor larva udang yang dimasukkan ke dalam masing-masing wadah pengujian (mikroplat) dan ditambah ekstrak dengan masing-masing konsentrasi yaitu 1000 ppm, 500 ppm, 100 ppm, dan 10 ppm. Setiap konsentrasi ekstrak diuji sebanyak 4 kali pengulangan. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu kamar selama 24 jam dibawah sinar lampu TL 14 watt dan dilakukan pengamatan terhadap jumlah larva yang mati. Kontrol dilakukan dengan perlakuan yang sama tanpa penambahan ekstrak. Menurut Hamidi (2014) tingkatan toksik suatu zat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkatan Toksisitas

No	LC ₅₀ mg/L	Tingkat Toksisitas
1	0-100	Toksik tinggi
2	100-500	Toksik sedang
3	500-1000	Toksik rendah
4	>1000	Tidak toksik

HASIL

Hasil Rendemen

Kulit buah mahoni yang di ekstraksi menggunakan metode perkolasi dan pelarut etanol 96% mendapatkan hasil

berupa ekstrak pasta. Setelah didapatkan ekstrak pasta dilakukan perhitungan rendemen ekstrak.

Tabel 2. Hasil Rendemen Ekstrak Kulit Buah Mahoni

Jenis Ekstrak	Berat Serbuk (g)	Berat Ekstrak (g)	Persen Rendemen (%)
Ekstrak Pasta	700	38,52	5,502

Pada tabel 2 adalah hasil rendemen ekstrak kulit buah mahoni dengan simplisia total yang digunakan sebesar 700gram dan setelah dilakukan proses evaporasi didapatkan hasil 38,52gram dengan jenis ekstrak pasta. Sehingga rendemen yang didapat yaitu 5,502%.

Uji Fitokimia

Uji Fitokimia yang dilakukan terhadap ekstrak kulit buah mahoni yaitu untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak kulit buah mahoni, pengujian yang dilakukan meliputi uji alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin.

Tabel 3. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Mahoni

	Hasil Positif Menurut Sardjono <i>et al</i> , 2012	Hasil Pengamatan	Keterangan
Alkaloid	Larutan berwarna menjadi merah, merah jingga, endapan	Larutan Berwarna Merah Jingga	+

Flavonoid	putih Larutan berwarna menjadi merah, jingga, kuning	Larutan Berwarna Jingga	+
Saponin	Terbentuknya busa	Terbentuknya busa	+
Tanin	Larutan berwarna menjadi biru tua, hijau kehitaman	Larutan Berwarna Hijau Kehitaman	+

Hasil Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Pengamatan potensi bioaktivitas nilai yang menunjukkan konsentrasi zat dilakukan berdasarkan nilai *Lethal Concentration* 50% (LC50) yakni suatu toksik yang dapat mengakibatkan kematian organisme sampai 50%.

Tabel 4. Hasil Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) dengan Metode BSLT

Konsentrasi ekstrak (mg/L)	Persentase kematian (%)	Nilai LC50 (mg/L)	Keterangan
0	0		
10	12,5		
100	37,5	299,003	Toksisitas sedang
500	55		
1000	77,5		

Berdasarkan hasil uji toksisitas yang dihasilkan pada ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) memiliki nilai LC50 299,003 mg/L yang merupakan tingkat toksisitas sedang.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pengujian toksisitas kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) terhadap larva *Artemia salina* L. Kulit buah mahoni diperoleh dari perkubanan mahoni desa Sindang Marga, Tanggamus. Proses ekstraksi kulit buah mahoni pada penelitian ini menggunakan metode perkolasi. Keuntungan dari metode perkolasi ini adalah proses penarikan zat aktif dari tumbuhan lebih sempurna. Perkolasi juga tidak menggunakan pemanasan sehingga senyawa kimia yang bersifat termolabil seperti flavonoid yang akan diambil tidak terurai atau rusak (Emelda, 2019). Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu etanol 96%, alasan penggunaan pelarut etanol 96% karena memiliki tingkat kepolaran yang sama dengan senyawa yang akan diambil. Pelarut etanol 96% efektif untuk mendapatkan senyawa tanin, saponin, flavonoid, dan alkaloid karena

merupakan pelarut polar. Selain itu kapang dan khamir sulit tumbuh, mudah menguap dan mendapatkan ekstrak kental lebih cepat dibandingkan pelarutkan etanol 70% (Maryam *et al*, 2020).

Dari perhitungan % rendemen diperoleh hasil sebesar 5,502%. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maharani (2020) tentang ekstrak kulit buah mahoni menggunakan metode ekstraksi perkolasi mendapatkan % rendemen sebesar 5,428%. Kulit buah mahoni yang memiliki tekstur keras dianjurkan dilakukan ekstraksi dengan metode pemanasan agar ekstrak dan rendemen yang diperoleh tinggi. Kandungan kambium yang cukup tinggi dalam kulit buah mahoni menyebabkan pelarut tidak dapat menyerap sempurna pada simplisia selama proses ekstraksi tanpa pemanasan dengan metode perkolasi, sehingga ekstrak yang diperoleh tidak terlalu banyak dan rendemen yang dihasilkan pun kecil. Selain itu metode perkolasi juga memiliki kelemahan yaitu memerlukan pelarut yang cukup banyak. Rendemen merupakan kadar kandungan senyawa metabolit sekunder

dalam tumbuhan yang dinyatakan dalam %. Penentuan rendemen berfungsi untuk mengetahui kadar metabolit sekunder yang terbawa oleh pelarut namun tidak dapat menentukan jenis senyawa yang terbawa oleh pelarut (Julianto, 2019).

Skrining fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi ada tidaknya kandungan metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak kulit buah mahoni. Berdasarkan hasil yang didapat dari uji skrining fitokimia terhadap ekstrak kulit buah mahoni dengan menggunakan pelarut etanol didapatkan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, terpenoid dan steroid. Hal ini dikarenakan etanol sebagai pelarut yang digunakan mampu menarik senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut, dan memiliki kepolaran yang sama (Maharani, 2020). Skrining fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenol, steroid dan terpenoid.

Pengujian toksisitas dengan menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) merupakan deteksi awal atau uji skrining untuk mengetahui ketoksikan dari suatu ekstrak tanaman. Dimana dilakukan pengamatan terhadap ekstrak dari tanaman terhadap tingkat kematian larva *Artemia salina* L. Dengan melihat harga LC_{50} yang dihitung menggunakan analisis probit (Harmita, 2008). Sampel dikatakan toksik apabila nilai LC_{50} <1000 ppm. Nilai LC_{50} menunjukkan nilai konsentrasi ekstrak yang dapat membunuh 50% larva udang *Artemia salina* L (Meyer *et al*, 1982).

Pada pengujian ini hewan uji yang digunakan yaitu (*Artemia salina* L.) telur yang menetas akan mengeluarkan burayak (larva). Larva (*Artemia salina* L.) ditetaskan dengan merendam sebanyak 100 mg telur tersebut kedalam 1L air laut didalam akuarium yang diberi aerator dan lampu penerangan selama 48 jam. Pelaksanaan uji dilakukan menggunakan 5 konsentrasi perlakuan yaitu 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, dan 0 ppm sebagai kontrol berupa air laut dan

larva udang tanpa adanya penambahan ekstrak. Kontrol ini untuk menguji pengaruh air laut maupun factor lain yang dapat mempengaruhi kematian larva udang sebagai hewan uji. Mikroplate berisi 10 ekor larva udang dan dilakukan 4 kali pengulangan. Pengujian dilakukan selama 24 jam dan diamati kematian disetiap konsentrasi.

Hasil uji toksisitas ekstrak etanol kulit buah mahoni menunjukkan bahwa semakin meningkat konsentrasi ekstrak semakin meningkat juga persentasi kematian larva udang maka ekstrak bersifat semakin toksik. Nilai LC_{50} ekstrak etanol kulit buah mahoni sebesar 299,003 mg/L yang tergolong toksisitas sedang. Menurut Hamidi (2014) rentang kategori toksik sedang yaitu 100-500 mg/L. Jika nilai LC_{50} ekstrak atau senyawa yang diuji <1000 mg/L maka dianggap menunjukkan adanya aktivitas biologik, sehingga pengujian ini dapat digunakan sebagai skrining awal terhadap senyawa bioaktif yang diduga berkhasiat sebagai antikanker (Meyer *et al*, 1982). Dari hasil analisa penelitian menunjukkan pula bahwa pada kontrol tidak ada larva udang yang mati, kematian larva hanya disebabkan oleh pengaruh ekstrak yang ditambahkan.

Pada penelitian ini didapatkan bahwa ekstrak etanol kulit buah mahoni mengandung senyawa metabolit sekunder golongan tanin, flavonoid, saponin, dan alkaloid. Penelitian yang dilakukan oleh Maharani (2020) senyawa golongan flavonoid diduga memiliki efek toksik terhadap *Artemia salina* L, dan menurut Muaja (2013) senyawa golongan tanin memiliki potensi toksisitas. Golongan senyawa flavonoid, alkaloid, terpenoid pada kadar tertentu memiliki potensi toksisitas akut serta dapat menyebabkan kematian larva *Artemia salina* L (Cahyadi, 2009).

Mekanisme kematian larva berhubungan dengan fungsi senyawa tersebut dalam kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) yang dapat menghambat daya makan larva (antifedant). Cara kerja senyawa-senyawa tersebut adalah bertindak

sebagai racun perut atau *stomach poisoning* sehingga akan mengganggu alat pencernaannya. Selain itu reseptor perasa pada daerah mulut larva juga akan dihambat sehingga menyebabkan gagalnya stimulus rasa pada larva sehingga tidak mampu mengenali makanannya. Hal ini mengakibatkan larva mengalami kelaparan dan akhirnya mati.

Menurut Scheurer (1994) senyawa fitokimia yang memberikan efek toksik yaitu flavonoid, karena adanya flavonoid dalam sel akan menyebabkan gugus OH- pada flavonoid berikatan dengan protein integral dalam membran sel, hal ini menyebabkan terhalangnya transport aktif Na^+ K^+ . transport aktif yang berhenti menyebabkan pemasukan ion Na^+ yang tidak terkendali ke dalam sel, hal ini menyebabkan pecahnya membran sel, pecahnya membran sel inilah yang menyebabkan kematian sel.

Tanin merupakan senyawa polifenol, pada konsentrasi tinggi bertindak sebagai toksin bagi plasma untuk merusak dinding sel dan mengumpulkan protein sel, sedangkan pada konsentrasi rendah dapat menghambat multifikasi enzim in vitro (Ogata *et al.*, 2005 dalam Herawati *et al.*, 2009). Senyawa-senyawa tersebut dapat bersinergi berperan sebagai toksin sehingga nilai toksisitas ekstrak yang mengandung banyak senyawa tersebut menjadi toksik.

Uji selanjutnya adalah uji analisis probit yang dilakukan untuk menentukan *Lethal Concentration* 50 (LC_{50}) atau konsentrasi ekstrak kulit buah mahoni yang dibutuhkan untuk membunuh 50% larva udang (*Artemia salina* L.) selama 24 jam. Berdasarkan hasil uji probit ekstrak kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) didapat persamaan regresi $y=1,6917x+0,8119$, dimana 1,6917 merupakan intercept atau variabel konsentrasi ekstrak, 0,8119 merupakan slope atau nilai mortalitas, y merupakan nilai probit dan x adalah log konsentrasi. Nilai LC_{50} yang diperoleh yaitu sebesar 299,003 mg/L. Hal ini menunjukkan pada konsentrasi tersebut ekstrak kulit buah mahoni dapat membunuh 50% larva udang

(*Artemia salina* L.) dan dapat dikatakan bahwa ekstrak kulit buah mahoni memiliki sifat toksisitas sedang dalam membunuh larva udang (*Artemia salina* L.).

Pada penelitian ini didapat bahwa ekstrak kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) mempunyai potensi toksisitas sedang. Hal tersebut berkaitan dengan keempat senyawa yang terdapat dalam kulit buah mahoni yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin, dimana pada kadar tertentu memiliki potensi toksisitas sedang serta dapat menyebabkan kematian larva *Artemia salina* L. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Febriyani (2020), tentang Uji Toksisitas Ekstrak Metanol Biji Mahoni Terhadap larva udang (*Artemia salina* L.) menggunakan metode BSLT diperoleh nilai LC_{50} yaitu sebesar 217,0756 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak biji mahoni memiliki efektivitas lebih toksik dari pada ekstrak kulit buah mahoni.

Hasil analisis regresi pada ekstrak kulit buah mahoni memiliki makna nilai R^2 . Nilai R^2 menunjukkan pengaruh perlakuan. Hasil uji regresi yang telah dilakukan ekstrak kulit buah mahoni diperoleh nilai R^2 sebesar 0,876 sehingga dapat disimpulkan konsentrasi ekstrak kulit buah mahoni dan mortalitas kematian larva memiliki hubungan kuat karena nilai R^2 mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah mahoni berpengaruh sangat kuat terhadap kematian larva udang (*Artemia salina* L.).

Sesuai penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa apabila suatu ekstrak tanaman bersifat toksik menurut nilai LC_{50} dengan metode BSLT, maka obat tersebut dapat dikembangkan sebagai obat anti kanker. Dengan demikian kulit buah mahoni dapat dilanjutkan penelitiannya sebagai obat anti kanker di masa yang akan datang (Foudubun, 2019).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian uji toksisitas ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni*) dengan metode

BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) memiliki tingkatan toksisitas sedang terhadap larva udang (*Artemia salina* L.) menurut uji BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan nilai LC₅₀ ekstrak etanol kulit buah mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) terhadap larva udang (*Artemia salina* Leach) sebesar 299,003 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi R. 2009. Uji Toksisitas Aku Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* L) Terhadap Larva *Artemia salina* L Dengan Metode BSLT [Skripsi]. Semarang: UNDIP.
- Emelda. 2019. *Farmakognosi Untuk Mahasiswa Kompetensi Keahlian Farmasi*. Yogyakarta: PUSTAKA BARU PRESS
- Febriyani, D. P. 2020. Efektifitas infusa dan ekstrak metanol biji mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) terhadap sitotoksitas larva udang *artemia salina* dengan metode bslt (*Brine Shrimp Lethality Test*) (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Foudubun, O. A. 2019. Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Sirsak Gunung (*Annona montana*) Terhadap Larva *Artemia salina* Menggunakan Metode Bslt (*Brine Shrimp Lethality Test*) (Doctoral dissertation, Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang).
- Hamidi M, Jovanova B, Panovska T. 2014. Toxicological Evaluation of The Plant Products Using Brine Shrimp (*Artemia salina* L) model. *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, vol 60 no 01.
- Handayani, V., Najib, A., Syarif, R. A., Mahmud, A., Hamidu, L., & Ahmad, A. R. 2019. Uji toksisitas ekstrak etanol terpurifikasi biji mahoni (*Swietenia mahagoni*). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(2), 360-362.
- Harmita, Radji M. 2008. *Analisi Hayati*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Julianto, T. S. 2019. Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Maharani, K. I. D. D. (2020). Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Mahoni (*Swietenia mahagoni*) Terhadap Ulat Kubis (*Plutella xylostella*). [Skripsi] Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Maryam, F., Subehan, S., & Musthainah, L. (2020). Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Steroid Dari Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(2), 6-11.
- Meyer BN., et al. 1982. Brine Shimpe, A: "Convenient General Bioassay for active Plant Constituent". *Plant Medica*.
- Muaja AD, Koleangan HSJ, Runtuwenw MRJ. 2013. Uji Toksisitas dengan Metode BSLT dan Analisa Kandungan Fitokimia Ekstrak Daun Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC) dengan Metode Soxhletasi [Skripsi]. Manado: UNSRAT.
- Scheuer T. 1994. Molecular determinants of statedependent block of Na⁺ channels by local anesthetics.