

IDENTIFIKASI SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS TOKSISITAS PADA FRAKSI EKSTRAK KULIT JERUK MANIS (*Citrus sinensis*)Yuli Yana^{1,*}, Elis Diana Ulfa², dan Sarah³^{1), 2), 3)} Program Studi D3 Petro Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

*) Email : Yanayuli_96@yahoo.co.id

(Received : 10-08-2024; Revised: 01-09-2024; Accepted:08-09-2024)

Abstrak

Buah jeruk manis merupakan buah yang digemari masyarakat Indonesia. Data Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat limbah kulit jeruk dari produksi buah jeruk manis (*Citrus sinensis*) pada tahun 2022 di Kalimantan Timur mencapai limbah kulit jeruk sebesar 2.326-2.714 ton/pertahun. Kulit jeruk mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, steroid, pektin, senyawa fenolik, saponin dan terpenoid. Kandungan senyawa aktif yang dimiliki kulit jeruk telah diaplikasikan dalam dunia kesehatan salah satunya sebagai anti kanker. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan identifikasi senyawa pada ekstrak kulit jeruk manis dengan cara memfragmentasikan ekstrak pekat etanol kulit jeruk dengan menggunakan pelarut air sebagai pelarut polar, kloroform sebagai pelarut semi polar dan n-heksana sebagai non polar yang kemudian dilakukan uji fitokimia dan uji toksisitas menggunakan metode BSLT. Berdasarkan penelitian ini uji fitokimia menunjukkan ekstrak kulit jeruk fraksi air mengandung senyawa fenolik dan flavonoid. Fraksi kloroform senyawa alkaloid dan steroid. Fraksi n-heksana senyawa alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid. Hasil uji nilai LC_{50} pada ekstrak fraksi air adalah 381,417 ppm, ekstrak fraksi kloroform adalah 105,438 ppm, ekstrak fraksi n-heksana adalah 94,623 ppm. Fraksi air dan kloroform tergolong toksik moderat (sedang) sedangkan pada ekstrak fraksi n-heksana kategori toksik beracun dengan golongan senyawa alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid.

Kata kunci: Ekstrak Kulit Buah Jeruk Manis, Metabolit Sekunder, Toksisitas.**Abstract**

Sweet citrus fruit is a favorite fruit of the people of Indonesia. Data from the Statistics Agency (BPS) recorded that orange peel waste from the production of sweet orange fruit (*Citrus sinensis*) in 2022 in East Kalimantan reached 2,326-2,714 tons/year. Orange peel contains secondary metabolite compounds namely flavonoids, alkaloids, tannins, steroids, pectin, phenolic compounds, saponins and terpenoids. The content of active compounds owned by orange peel has been applied in the world of health, one of which is as an anti-cancer. In this study, the identification of compounds in orange peel extract was carried out by fragmenting concentrated ethanol extract of orange peel by using water solvent as a polar solvent, chloroform as a semi-polar solvent and n-hexane as a non-polar which was then carried out phytochemical tests and toxicity tests using the BSLT method. Based on this study, phytochemical tests show that orange peel extract of water fraction contains phenolic compounds and flavonoids. Chloroform fraction of alkaloid compounds and steroids. n-hexane fraction of alkaloid compounds, steroids, phenolics and flavonoids. The LC_{50} value test results in water fraction extract were 381.417 ppm, chloroform fraction extract was 105.438 ppm, and n-hexane fraction extraction was 94.623 ppm. The water fraction and chloroform are classified as moderately toxic while the n-hexane fraction extract is toxic with a group of alkaloid, steroidal, phenolic and flavonoid compounds.

Keywords: : Bagasse, Biocharcoal, Briquettes, Particle Size

PENDAHULUAN

Buah jeruk manis (*Citrus sinensis*) merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat di Indonesia karena rasanya yang memiliki rasa manis dan harganya yang terjangkau. Hal ini membuat banyaknya bermunculan pedagang buah jeruk manis dan pedagang minuman sari jeruk manis. Terlebih lagi dalam kandungan jeruk terdapat vitamin C yang tinggi, seperti yang diketahui vitamin C yang sangat baik dalam menunjang sistem imun tubuh dan menjaga tubuh terhindar dari virus. Di Kalimantan Timur produksi buah jeruk sangat besar. Berdasarkan data Badan Statistik (BPS) Kalimantan Timur (2022) produksi buah jeruk manis mencapai 7.755 ton/tahun. Menurut Angelina (2021) menyebutkan dalam satu buah jeruk memiliki persentase kulit pada buah jeruk sebesar 30-35%. Data tersebut menunjukkan apabila produksi jeruk manis sebesar 7.755 ton/pertahun maka terdapat limbah kulit jeruk sebesar 2.326-2.714 ton/pertahun.

Pada umumnya daging jeruk dikonsumsi dalam bentuk buah segar atau dijadikan bahan olahan makanan dan minuman sedangkan kulit jeruk hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan. Tingginya konsumsi jeruk manis mengakibatkan jumlah limbah kulit jeruk meningkat sehingga perlu upaya untuk memanfaatkannya. Banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada kulit jeruk manis dapat meningkatkan nilai ekonomis kulit jeruk bila dimanfaatkan dengan baik sekaligus menjadi salah satu solusi untuk mengurangi penumpukan akibat melimpahnya jumlah limbah kulit jeruk manis. Wulan, dkk. (2020) melakukan penelitian tentang kandungan senyawa metabolit yang dimiliki kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis*) menunjukkan bahwa ekstrak kulit jeruk manis terkandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, glikosida, steroid, karbohidrat, pektin, senyawa fenolik, kumarin, saponin dan terpenoid. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan ekstrak kulit jeruk manis memiliki potensi yang besar agar dapat dimanfaatkan lebih lanjut.

Penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak kulit jeruk manis telah dilakukan salah satunya pada aplikasi pencegahan perkembangan sel kanker oleh Rohaya, dkk. (2014) yang meneliti tentang "Efek Pemberian Ekstrak Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) terhadap Cell-Cycle G1 Arrest dan Apoptosis pada Sel Kultur Retinoblastoma" menunjukkan bahwa kultur sel retinoblastoma yang di beri ekstrak kulit jeruk dengan konsentrasi dosis 10 mg/mL, 20 mg/mL, 40 mg/mL menunjukkan semakin sedikit dosis kulit buah jeruk makin kecil nilai apoptosis. Hal ini menunjukkan makin besar dosis makin kecil jumlah sel yang hidup maka hal ini menunjukkan ekstrak kulit buah jeruk memiliki efek toksik terhadap sel kultur retinoblastoma. Hal ini menunjukkan ekstrak kulit jeruk manis memiliki bioaktivitas dari senyawa metabolit sekunder yang dikandungnya.

Pada penelitian ini dilakukan proses fraksinasi ekstrak kulit buah jeruk manis menggunakan pelarut air sebagai fraksi polar, kloroform sebagai fraksi semi polar dan n-heksana sebagai fraksi non polar yang kemudian setiap fraksi diuji secara fitokimia untuk mengetahui metabolit sekunder dan uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BLST) agar dapat diketahui golongan metabolit sekunder yang memiliki toksistas tertinggi pada ekstrak kulit jeruk manis.

METODOLOGI

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol maserasi, gelas kimia, pipet tetes, corong pisah, botol semprot, batang pengaduk, tabung reaksi, corong pemisah, kertas saring, lampu, evaporator, botol vial dan bahan yang digunakan adalah kulit buah jeruk manis, telur artemia salina leach, etanol 96%, kloroform, N-heksana, garam kasar, aquadest, serbuk magnesium, pereaksi dragendrof, asam asetat glasial, H₂SO₄, FeCl₃ 10% dan HCl pekat.

2. Proses Ekstraksi dan Fraksinasi

Tahap awal dilakukan pembuatan simplisia kulit jeruk manis dengan cara melakukan pengeringan pada kulit buah jeruk manis yang telah dibersihkan dan dirajang dibawah sinar matahari yang ditutupi kain hitam. Simplisia kulit jeruk kemudian dihaluskan menggunakan blender. Dilakukan perendaman serbuk kulit jeruk menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan massa serbuk dan pelarut etanol sebesar 1 : 10 selama 5 hari dan dilakukan pengadukan berkala setiap 8 jam. Hasil perendaman kemudian disaring dan dipekatkan menggunakan evaporator. Ekstrak kulit jeruk manis yang didapat

kemudian dilakukan proses fraksinasi menggunakan corong pisah menggunakan pelarut aquadest, kloroform dan n-heksana dengan perbandingan (1:1). Hasil fraksinasi kemudian dipekatkan menggunakan evaporator sehingga didapatkan ekstrak pekat fraksi air, fraksi kloroform dan fraksi n-heksana.

3. Skrining Fitokimia

Uji skrining fitokimia dilakukan pada setiap fraksi ekstrak kulit jeruk manis meliputi uji alkaloid, triterpenoid, steroid, fenol, flavonoid dan saponin.

4. Penetasan Telur *Artemia salina*

Pembuatan media tetas telur artemia salina menggunakan 19 gram garam kasar yang dilarutkan dalam 500 ml air laut. Telur artemia direndam sebanyak 0,3 gram dan didiamkan selama 48 jam menggunakan sinar lampu penghangat.

5. Uji Toksisitas Metode *Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*

Pembuatan larutan fraksi ekstrak kulit jeruk manis pada fraksi air, kloroform dan n-heksana masing-masing dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm menggunakan pelarut air laut. Larutan tersebut kemudian di masukkan kedalam botol vial yang ditambahkan masing-masing 10 ekor larva udang *artemia salina*. Jumlah kematian larva pada setiap konsentrasi ekstrak digunakan untuk mendapatkan nilai probit sehingga dapat dihubungkan nilai Log konsentrasi dengan % nilai probit untuk menentukan nilai LC_{50} pada setiap fraksi ekstrak kulit jeruk manis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining fitokimia bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam setiap fraksi ekstrak kulit jeruk manis.

1. Hasil Uji Fitokimia Fraksi Air

Hasil uji fitokimia pada fraksi air ekstrak kulit jeruk manis dapat dilihat pada Tabel 1.

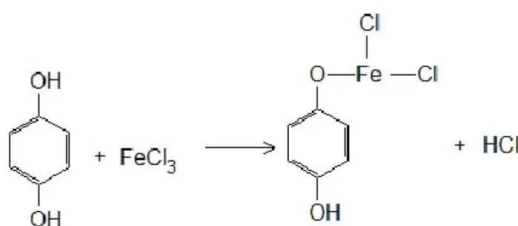
Tabel 1 Hasil Uji Fitokimia Fraksi Air Ekstrak Kulit Jeruk Manis

No.	Uji metabolit sekunder	Hasil (+/-)	Keterangan
1.	Alkaloid	-	Tidak terjadi perubahan warna
2.	Steroid	-	Tidak terjadi perubahan warna
3.	Triterpenoid	-	Tidak terjadi perubahan warna
4.	Fenolik	+	Terbentuknya warna hitam
5.	Flavonoid	+	Terbentuknya warna jingga
6.	Saponin	-	Tidak terbentuk busa

Keterangan : (+) = Mengandung senyawa metabolit sekunder

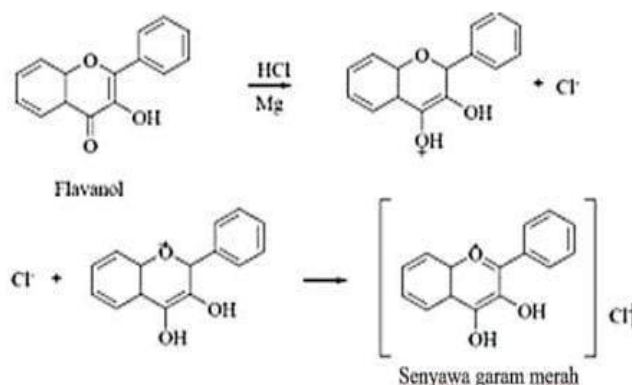
(-) = Tidak mengandung senyawa metabolit sekunder

Pada fraksi air menunjukkan hasil positif pada uji fenolik dan flavonoid. Uji fenolik pada ekstrak fraksi air menggunakan pelarut $FeCl_3$ 10% uji ini menghasilkan larutan warna hitam yang mengindikasikan adanya senyawa fenolik pada fraksi air ekstrak kulit jeruk manis. Warna hitam tersebut diakibatkan karena adanya $FeCl_3$ bereaksi dengan gugus hidroksil yang ada pada senyawa fenol. Mekanisme reaksi $FeCl_3$ dengan senyawa fenolik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Reaksi $FeCl_3$ Terhadap Senyawa Fenolik
Sumber: Xia, dkk, 2010

Pada uji flavonoid menunjukkan hasil yang positif menggunakan 2 mg serbuk Mg dan HCl pekat menghasilkan warna larutan jingga, penambahan HCl pekat digunakan menghidrolisis flavonoid menjadi aglikonnya, yaitu dengan menghidrolisis O-glikosil. Warna jingga yang dihasilkan mengindikasikan adanya senyawa flavonoid dimana warna jingga tersebut berasal dari senyawa garam merah yang dihasilkan dari proses reaksi antara serbuk logam magnesium dengan senyawa flavonoid pada fraksi air ekstrak kulit jeruk manis dengan mekanisme reaksi pada Gambar 2.



Gambar 2 Reaksi HCl dan serbuk Mg Terhadap Senyawa flavonoid
Sumber: Tandi, dkk, 2020

2. Hasil Uji Fitokimia Fraksi Kloroform

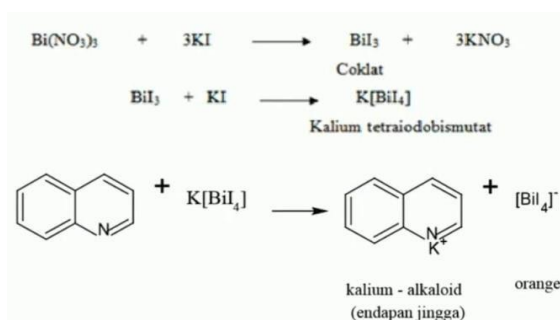
Hasil uji fitokimia pada fraksi kloroform ekstrak kulit jeruk manis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Fitokimia Fraksi Kloroform

No.	Uji metabolit sekunder	Hasil (+/-)	Keterangan
1.	Alkaloid	+	Terbentuknya cincin warna jingga
2.	Steroid	+	Terbentuknya warna hijau
3.	Triterpenoid	-	Tidak terjadi perubahan warna
4.	Fenolik	-	Tidak terbentuk warna hitam
5.	Flavonoid	-	Tidak terbentuk warna jingga
6.	Saponin	-	Tidak terbentuk busa

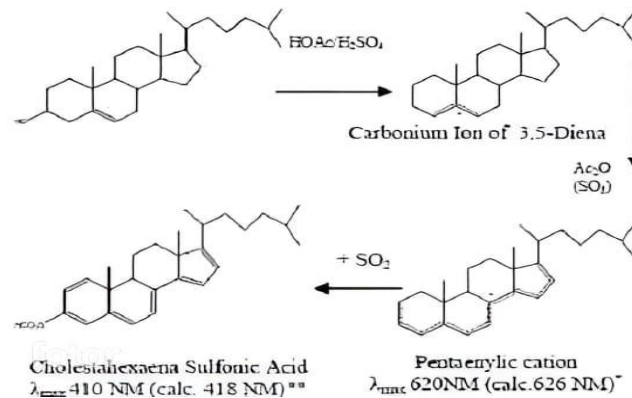
Keterangan : (+) = Mengandung senyawa metabolit sekunder
(-) = Tidak mengandung senyawa metabolit sekunder

Pada fraksi kloroform positif pada uji alkaloid dan steroid. Pada uji alkaloid menggunakan pelarut pereaksi dragendrof uji ini menghasilkan terbentuknya cincin warna jingga yang mengindikasikan adanya senyawa alkaloid pada fraksi kloroform ekstrak kulit jeruk manis. Endapan ini merupakan hasil reaksi antara senyawa alkaloid bereaksi dengan dragendrof. Pada reaksi ini terjadi pergantian ligan dimana nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas pada alkaloid membentuk ikatan kovalen koordinat dengan ion K^+ dari kalium tetraiodobismutat menghasilkan kompleks kalium-alkaloid yang mengendap (Har yati, N.A., 2015). Mekanisme reaksi Reagen Dragendroff Terhadap Senyawa Alkaloid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Reaksi Reagen Dragendroff Terhadap Senyawa Alkaloid
Sumber : Ergina, dkk, 2014

Pada uji steroid menggunakan pelarut Liberman-Burchard dan H₂SO₄ uji ini menunjukan terbentuknya larutan warna hijau yang mengidkasikan adanya senyawa steroid pada fraksi kloroform ekstrak kulit jeruk. Hal ini didasari oleh kemampuan senyawa steroid membentuk warna oleh H₂SO₄ dalam pelarut liberman-Burchard. Mekanisme reaksi Liberman-Burchard dan H₂SO₄ terhadap senyawa steroid pada Gambar 4.



Gambar 4 Reaksi Liberman-Burchard dan H₂SO₄ terhadap senyawa steroid
Sumber :Novitasari,dkk, 2016

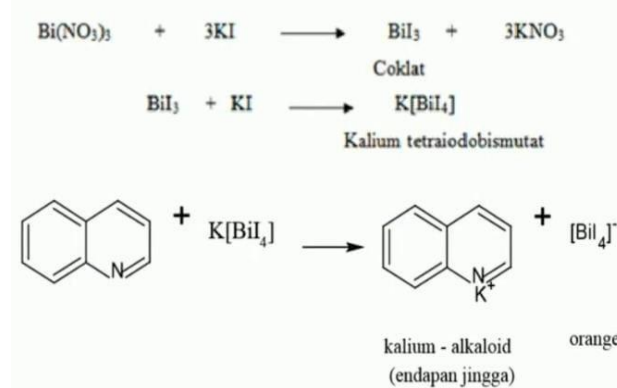
3. Hasil Uji Fitokimia Fraksi n-Heksana

Hasil uji fitokimia pada fraksi n-Heksana ekstrak kulit jeruk manis dapat dilihat pada Tabel 3.
Tabel 3 Hasil Uji Fitokimia Fraksi n-Heksana

No.	Uji metabolit sekunder	Hasil (+/-)	Keterangan
1.	Alkaloid	+	Terbentuknya endapan jingga
2.	Steroid	+	Terbentuknya warna hijau
3.	Triterpenoid	-	Tidak terjadi perubahan warna
4.	Fenolik	+	Terbentuknya endapan hijau kehitaman
5.	Flavonoid	+	Terbentuknya warna kuning
6.	Saponin	-	Tidak terbentuk busa

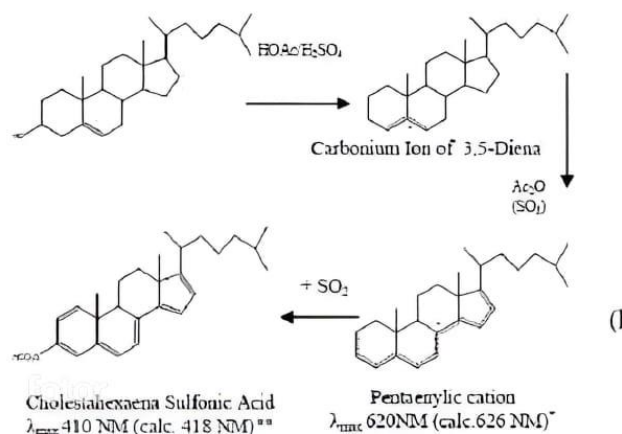
Keterangan : (+) = Mengandung senyawa metabolit sekunder
(-) = Tidak mengandung senyawa metabolit sekunder

Pada fraksi n-heksana positif pada uji alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid. Pada uji alkaloid menggunakan pelarut pereaksi dragendrof uji ini menghasilkan terbentuknya endapan warna jingga yang mengidkasikan adanya senyawa alkaloid pada fraksi n-heksana ekstrak kulit jeruk. Hal ini didasari oleh kemampuan senyawa steroid membentuk warna oleh H₂SO₄ dalam pelarut liberman-Burchard. Mekanisme reaksi reagen dragendroff terhadap senyawa alkaloid dapat dilihat pada Gambar 5.



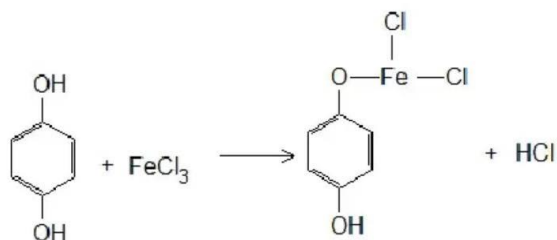
Gambar 5 Reaksi Reagen Dragendroff Terhadap Senyawa Alkaloid
Sumber : Ergina, dkk, 2014

Pada uji steroid menggunakan pelarut pereaksi Liberman-Burchard dan H₂SO₄ uji ini menghasilkan terbentuknya warna jingga yang mengindikasikan adanya senyawa steroid pada fraksi n-heksana ekstrak kulit jeruk dengan mekanisme reaksi liberman-burchard dan H₂SO₄ terhadap senyawa steroid dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Reaksi Liberman-Burchard dan H₂SO₄ terhadap senyawa steroid
Sumber : Novitasari,dkk,2016

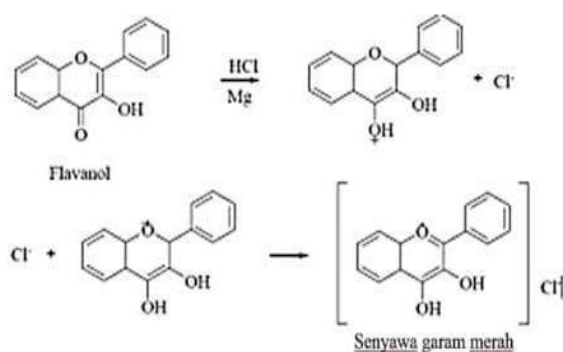
Pada uji fenolik menggunakan pelarut FeCl₃ 10% dan H₂SO₄ uji ini menghasilkan terbentuknya endapan hijau kehitaman yang mengindikasikan adanya senyawa fenolik pada fraksi n-heksana ekstrak kulit jeruk dengan mekanisme reaksi FeCl₃ terhadap senyawa fenolik dapat dilihat pada Gambar 7.



(Attaway, 2004).

Gambar 7 Reaksi FeCl₃ Terhadap Senyawa Fenolik
Sumber:Attaway,2024

Pada uji flavonoid menggunakan 2 mg serbuk Mg dan HCL pekat menghasilkan warna larutan kuning, penambahan HCl pekat digunakan menghidrolisis flavonoid menjadi aglikonnya, yaitu dengan menghidrolisis O-glikosil. Warna kuning mengindikasikan adanya senyawa flavonoid pada fraksi n-heksana ekstrak kulit jeruk dengan mekanisme reaksi HCl dan serbuk Mg terhadap senyawa flavonoid dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Reaksi HCl dan serbuk Mg Terhadap Senyawa flavonoid
Sumber : Tandi, dkk, 2020

4. Hasil Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis*)

Uji toksisitas menggunakan metode BSLT dengan larva *artemia salina leach*. Digunakan larva udang dalam percobaan ini karena larva udang merupakan *general bioassay* sehingga semua zat dapat menembus masuk dinding sel larva tersebut. *Bioassay* adalah suatu pengujian tentang toksisitas pada suatu produk alam yang potensial yang biasanya menggunakan makhluk hidup sebagai sampel. Larutan fraksi air, kloroform dan n-heksana dari ekstrak kulit jeruk manis dibuat dengan konsentrasi masing-masing 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Masing-masing larutan diuji dengan 10 ekor larva selama 24 jam. Uji kontrol dilakukan pada larva udang yang ditetaskan menggunakan media air laut yang menunjukkan hasil bahwa larva udang dapat hidup hingga 50 jam. Pada pengujian sampel setelah 24 jam diamati jumlah larva yang mati pada tiap larutan dan dihitung persen kematian yang didapat, hasil persen kematian udang setiap larutan ditentukan untuk mendapatkan nilai probit. Hasil uji persen kematian larva *Artemia salina Leach* dan nilai probit dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Persen Kematian Larva *Artemia Salina Leach* dan Nilai Probit pada Fraksi Air.

No.	Konsentrasi (ppm)	Jumlah larva yang mati		(% Kematian Ekor)	Nilai Probit (%)
		I	II		
1.	100	1	2	15	3,96
2.	200	3	3	30	4,48
3.	300	3	4	35	4,61
4.	400	5	4	45	4,87
5.	500	7	6	65	5,39

Berdasarkan tabel 4 diperoleh persamaan regresi linier pada fraksi air adalah $y = 1,8633x + 0,19$ sehingga nilai LC_{50} pada fraksi air adalah 381,417 ppm. Ekstrak fraksi air dapat mematikan larva udang *Artemia salina* sebanyak 50% dengan konsentrasi 381,417 ppm. Nilai LC_{50} yang dihasilkan pada fraksi air ini tergolong toksik moderat (sedang).

Tabel 5 Hasil Uji Persen Kematian Larva *Artemia Salina Leach* dan Nilai Probit pada Fraksi Kloroform

No.	Konsentrasi (ppm)	Jumlah larva yang mati		% Kematian Ekor	Nilai Probit
		I	II		
1.	100	5	6	55	5,13
2.	200	7	9	80	5,84
3.	300	8	9	85	6,04
4.	400	9	9	90	6,28
5.	500	9	10	95	6,64

Berdasarkan tabel 5 hasil persamaan regresi linier pada fraksi kloroform yaitu $y = 3,68x - 2,448$ sehingga diperoleh nilai LC_{50} adalah 105,438 ppm. Ekstrak fraksi kloroform dapat mematikan larva udang *Artemia salina* sebanyak 50% dengan konsentrasi 105,438 ppm. Nilai LC_{50} yang dihasilkan pada fraksi kloroform ini tergolong toksik moderat (sedang).

Tabel 6 Hasil Uji Persen Kematian Larva *Artemia salina Leach* dan Nilai Probit pada Fraksi n-Heksana

No.	Konsentrasi (ppm)	Jumlah larva yang mati		% Kematian ekor	Nilai Probit
		I	II		
1.	100	5	7	60	5,25
2.	200	8	8	80	5,84
3.	300	9	10	95	6,4
4.	400	9	10	95	6,64
5.	500	10	10	100	8

Berdasarkan tabel 6 hasil persamaan regresi linier pada fraksi n-heksana yaitu $y = 3,48x - 1,878$ sehingga diperoleh nilai LC_{50} adalah 94,623 ppm. Ekstrak fraksi n-heksana dapat mematikan larva udang *artemia salina* sebanyak 50% dengan konsentrasi 94,623 ppm. Nilai LC_{50} yang dihasilkan pada fraksi n-heksana ini tergolong toksik beracun.

Hasil uji toksisitas yang telah dilakukan pada masing-masing fraksi ekstrak kulit jeruk manis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Uji Toksisitas Fraksi Ekstrak Kulit Buah Jeruk Manis

No.	Fraksi ekstrak	Nilai LC ₅₀ (ppm)	Kategori Toksik
1.	Air	381,417	Moderat (sedang)
2.	Kloroform	105,438	Moderat (sedang)
3.	N- heksana	94,623	Beracun

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa fraksi n-heksana memiliki efek toksisitas tertinggi. Hal itu disebabkan oleh kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid. Nilai LC₅₀ pada fraksi air dan kloroform sama-sama termasuk kategori toksik moderat (sedang).

SIMPULAN

Simpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Golongan senyawa metabolit sekunder pada fraksi ekstrak air kulit jeruk manis yaitu fenolik dan flavonoid, fraksi ekstrak kloroform yaitu alkaloid dan steroid dan fraksi ekstrak n-heksana yaitu alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid.
- 2) Nilai toksisitas LC₅₀ fraksi ekstrak air adalah 381,417 ppm dengan kategori toksik moderat (sedang), fraksi ekstrak kloroform adalah 105,438 ppm dengan kategori toksik moderat (sedang) dan fraksi ekstrak n-heksana adalah 94,623 ppm dengan kategori toksik beracun. Toksisitas tertinggi adalah n-heksana karena mengandung senyawa metabolit seperti sekunder alkaloid, steroid, fenolik dan flavonoid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Samarinda, dan Jurusan Teknik Kimia yang telah turut membantu dalam kelancaran penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, (2020). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). Tanah Grogot, Kalimantan Timur Politeknik Negeri Samarinda Kampus Paser.
- Ahmad, M., & Mahmud, H. (2006). Anti Inflammatory Activities of *Nigella sativa* Linn (Kalongi, black seed). *Science International-Lahore*, 18(2), 179.
- Anderson, J. E., Goetz, C. M., McLaughlin, J. L., & Suffness, M. (1991). A Blind Comparison Of Simple Bench-Top Bioassays And Human Tumour Cell Cytotoxicities As Antitumor Prescreens. *Phytochemical analysis*, 2(3), 107-111.
- Badan Pusat Statistik, (2022). Badan Pusat Statistik Produksi Tanaman Buah-buahan.
- Darmawi, A. W. (2011). Optimasi proses ekstraksi, pengaruh pH dan jenis cahaya pada aktivitas antioksidan dari kulit buah naga (*H. polyrhizus*).
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia, Penentuan Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerjemah: Patmawinata, K. Terbitan Kedua. Bandung: Penerbit ITB.

- Hinwood, J. B., Poots, A. E., Dennis, L. R., Carey, J. M., Houridis, H., Bell, R. J., & Young, P. C. (1994). Drilling activities. Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia-The Findings of an Independent Scientific Review. Australian Petroleum Exploration Society, Sydney, 123-207.
- Ibrahim. (2013). *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lenny, S. (2006). Senyawa Flavonoid, Fenil Propanoida (20 April 2024) dan Alkaloida.
- Marfu'ah, dkk (2020). Aktivitas Ekstrak Kulit Jeruk Manis Sebagai Antioksidan dan Toksisitas Terhadap *Artemia salina*.
- Marinova, D., dkk. (2005). "Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables." *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 40(3): 255-260.
- McLaughlin, J. L., Rogers, L. L., & Anderson, J. E. (1998). The use of biological assays to evaluate botanicals. *Drug information journal*, 32(2), 513-524.
- Meyer, B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E, dan McLaughlin, J.L, 1982. *Brine Shrimp*: A Convenient General Bioassay for Active Plant Constituents. *Planta Medica* 45: 31-34.
- Moelyono, M. W. (1996). Panduan praktikum analisis fitokimia. Bandung: Laboratorium Farmakologi Jurusan Farmasi FMIPA. Universitas Padjadjaran.
- Munikadsikba.blogspot.com. (2018). Triterpenoid (online). <http://munikadsikba.blogspot.com/2018/08/terpenoid.html?m=1>. Diakses 27 Mei 2024.
- Mutiasari, I. R. (2012). Identifikasi Golongan senyawa Kimia Fraksi Aktif, *journal*. Jakarta: FMIPA-UI.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., Gresinta, E., Biologi, P., & Teknik, F. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin) Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19-29.
- Nugrahani, R.(2015). Analisis Potensi Serbuk Ekstrak Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) sebagai Antioksidan. Magister). Universitas Mataram.
- Poedjadi, A. (2009). *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Raharjo, A. (2013). Teori-Teori Pembangunan Ekonomi: pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan wilayah. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Raharjo, T. J. (2013). *Kimia Hasil Alam*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Riyani, S. W. (2013). *Modul Kimia Organik Bahan Alam*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Robinson, T., (1995). *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*, Edisi VI, Hal 191-216. Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata. Bandung: ITB.
- Rohaya, dkk(2014). Efek Pemberian Ekstrak Kulit Jeruk Keprok (*Citrus Reticulata*) terhadap *Cell-Cycle G1 Arrest* dan Apoptosis Pada Sel Kultur Retinoblastoma.
- Saleh, C. (2014). *Kimia Triterpenoid*. Samarinda: Mulawarman University Press.
- Sastrohamidjojo, H.(1996). *Sintesis Bahan Alam*. Yogyakarta: UGM Press.
- Wagner, H., & Bladt, S. (1996). *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. Springer Science & Business Media.
- Xia, E. Q., Deng, G. F., Guo, Y. J., & Li, H. B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International journal of molecular sciences*, 11(2), 622-646.
- Yustinah, Fanandara, D.,(2016). Ekstrak Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Sabun. *Konversi*.5(1),25-29.