

Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk Lemon (*Citrus Limon*) sebagai Bahan Baku Biopestisida dengan Variasi Perbandingan Konsentrasi Bibit dan Jenis Tween

Elvianto Dwi Daryono*, Miraekel January Ekfar Princessa, Qori Kurrota Aini

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

*Koresponden email: elviantodaryono@lecturer.itn.ac.id

Diterima: 16 Maret 2026

Disetujui: 22 Maret 2026

Abstract

One of the strategies used by farmers to maintain the quality and quantity of their crops is the application of chemical pesticides to control pests. However, over time, the use of chemical pesticides has become increasingly excessive. Considering that chemical pesticides act as environmental pollutants, their use can lead to the formation of free radicals and cause organ damage in humans and non-target animals. The limited public knowledge regarding the differences between chemical and organic pesticides has resulted in only a small number of farmers switching to organic alternatives for pest control. Therefore, this study aims to evaluate the success rate and effectiveness of lemon peel essential oil as a biopesticide and to determine the optimal composition of ingredients for producing a biopesticide that can be easily applied by the community. This study employed two types of variables: fixed variables (total seed volume, Tween concentration, essential oil concentration, number of crickets, and observation time) and independent variables (seed concentration and type of Tween). The results showed that the optimum condition was achieved at a seed concentration of 20% using Tween 80, which resulted in an 87% cricket mortality rate while also minimizing the production cost. Based on these findings, it can be concluded that the limonene compound present in lemon peel essential oil, with a composition ratio of 20% seed concentration and Tween 80, is highly effective as a biopesticide and demonstrates a satisfactory success rate.

Keywords: *biopesticide, limonene, seed concentration, tween 80*

Abstrak

Salah satu upaya yang dilakukan petani untuk menjaga kualitas dan kuantitas hasil panen adalah dengan menggunakan pestisida kimia untuk memberantas hama. Namun, seiring berjalannya waktu penggunaan pestisida kimia semakin berlebihan. Mengingat bahwa pestisida kimia merupakan polutan, penggunaannya dapat menyebabkan terbentuknya radikal bebas serta kerusakan organ pada manusia dan hewan yang bukan menjadi sasaran petani. Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai pestisida kimia dan pestisida organik menyebabkan hanya sedikit petani yang beralih menggunakan pestisida organik untuk mengendalikan hama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan efektivitas minyak atsiri kulit lemon sebagai biopestisida serta memperoleh komposisi perbandingan bahan dalam pembuatan biopestisida yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat. Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel, yaitu variabel tetap (volume total benih, konsentrasi Tween, konsentrasi minyak atsiri, jumlah jangkrik, dan waktu pengamatan) serta variabel bebas (konsentrasi benih dan jenis Tween). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada variabel konsentrasi benih sebesar 20% dengan jenis Tween 80 karena menghasilkan persentase kematian jangkrik sebesar 87% serta dapat meminimalkan biaya produksi. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan senyawa limonena yang terdapat dalam minyak atsiri kulit lemon dengan perbandingan komposisi konsentrasi benih 20% dan Tween 80 sebagai biopestisida sangat efektif dan memiliki tingkat keberhasilan yang memuaskan.

Kata Kunci: *biopestisida, limonen, konsentrasi bibit, tween 80*

1. Pendahuluan

Hama merupakan binatang yang sering ditemui di pertanian [1]. Ancaman serangan hama yang menimbulkan kerusakan pada tanaman ini semakin meluas, sehingga petani terpaksa menggunakan pestisida kimia. Pestisida kimia bersifat polutan bahkan dapat mengakibatkan terbentuknya radikal bebas atau kerusakan sel-sel dan kerusakan organ manusia maupun hewan non-target [2]. Hasil riset yang dilakukan oleh WHO memperkirakan bahwa terdapat 1,5 juta kasus keracunan akibat dari radikal bebas yang dihasilkan oleh pestisida kimia [3].

Pestisida kimia adalah jenis pestisida berbahan dasar sintesis yang termasuk dalam golongan bahan beracun, meninggalkan residu kimia beracun pada produk pertanian sehingga dapat memicu kerusakan sel, penuaan dini dan munculnya penyakit degeneratif [2]. Pestisida organik adalah jenis pestisida berbahan dasar tumbuhan yang mengandung zat aktif dari kelompok metabolit sekunder seperti alkaloid, terpenoid, fenofilik. Bahan aktif ini dapat mempengaruhi hama dengan cara penghalau, penghambat makanan, penarik dan sebagai racun mematikan [4].

Hama merupakan makhluk hidup yang sering ditemukan di tanaman. Hama dapat menyebabkan kerusakan dengan cara menggigit, menghisap, memakan, melukai akar, meletakkan telur dan pengantar penyakit. Contoh hama yaitu ulat kantong, kutu loncat, ulat grayak, *Epepeotes luscus*, kupu kuning dan jangkrik [5]. Jangkrik sering ditemukan pada tanaman padi utama dan tanaman ratun [6].

Minyak atsiri merupakan senyawa hasil ekstraksi dari bagian tumbuhan dan diperoleh melalui proses penyulingan [7]. Minyak atsiri merupakan jenis cairan hidrofobik pekat yang semua senyawanya mengandung antioksidan dan antimikroba alami [8]. Salah satu minyak atsiri yang dihasilkan dari kulit buah adalah minyak atsiri kulit jeruk lemon [9]. Beberapa kandungan minyak atsiri kulit jeruk lemon yaitu Limonene, Caryophyllene, Sabinene, α -Pinene dan Myrcene dengan manfaat sebagai antioksidan dan antimikroba alami [10]. Senyawa Limonene telah dibuktikan dalam beberapa penelitian dapat memberikan efek insektisida terhadap beberapa jenis kutu [11].

Emulsi merupakan campuran dari dua senyawa berfase cair yang tidak dapat saling terlarut dalam kondisi normal. Emulsifier merupakan suatu senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan [12]. HLB merupakan nilai untuk mengukur tingkat efisiensi surfaktan, semakin tinggi nilai HLB surfaktannya maka semakin tinggi kepolarannya [13]. Nilai HLB dibagi menjadi dua, yaitu 1-10 (lipofilik) dan 10-20 (hidrofilik). Emulsi HLB dengan nilai (4-6) akan larut dalam minyak dan meningkatkan emulsi air dalam minyak, sedangkan emulsi dengan HLB (8-18) larut dalam air dan meningkatkan emulsi minyak dalam air [14].

Mekanisme emulsifier yaitu mematahkan ikatan hidrogen pada permukaan dengan menarik kepala hidrofiliknya (suka air) pada permukaan air karena bersifat polar dengan ekor hidrofobiknya (suka lemak) terentang menjauhi permukaan air karena bersifat non polar [12]. Tween merupakan campuran surfaktan non-ionik hidrofilik yang memiliki tingkat toksisitas rendah, harganya murah sehingga banyak diimplementasikan dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi [15]. Tween (Polysorbat) adalah senyawa ester stearate dan palmitat dari sorbitol dan anhidridanya berkopolimerisasi dengan ± 20 molekul etilen oksida untuk tiap molekul sorbitol dan anhidrida sorbitol [16]. Tween 20 (*Polysorbat 20*) memiliki kandungan *Polyoxyethylen (20) Sorbitan Monolaurate* [16] atau $C_{26}H_{50}O_{10}$ [17]. Berbentuk cairan, berwarna kuning hingga coklat muda, berbau khas, serta dapat larut dalam air, etanol, etil asetat, methanol, dan dioksan akan tetapi tidak dapat larut dalam minyak mineral [18]. Tween 20 memiliki nilai HLB 16,7 [19].

Tween 60 (*Polysorbat 60*) memiliki kandungan *Polyoxyethylen (60) Sorbitan Monostearate* [16] atau $C_{24}H_{46}O_6(C_2H_4O)_n$ [17]. Berbentuk seperti minyak atau semi gel, berwarna kuning hingga jingga, berbau khas lemah, serta dapat larut dalam air, etil asetat, dan toluene akan tetapi tidak dapat larut dalam minyak mineral dan minyak nabati [16]. Tween 60 memiliki nilai HLB 14,9 (Rowe, et al., 2009). Tween 80 (*Polysorbat 80*) memiliki kandungan *Polyoxyethylen (80) Sorbitan Monooleate* [16] atau $C_{46}H_{92}N_5O_8P$ [17]. Berfase seperti minyak, jernih berwarna kuning hingga coklat muda, berbau khas yang lemah, memiliki rasa pahit dan hangat, sangat mudah larut dalam etanol, etil asetat, akan tetapi tidak larut dalam minyak mineral [16]. Tween 80 memiliki nilai HLB 15, memiliki sifat cenderung dapat larut dalam air, tidak menimbulkan alergi dan menaikkan laju kelarutan produk [13].

Limbah kulit jeruk lemon berpotensi digunakan sebagai bahan pembuatan pestisida organik karena jumlahnya yang melimpah, sumber bahan pangan murah dan dapat diperbaharui [20]. Kulit jeruk yang diekstrak mengandung limonen dan linalool yang dapat membunuh hama seperti tungau, lalat buah, semut, jangkrik [21]. Berdasarkan rangkuman tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan efektivitas minyak atsiri kulit jeruk lemon sebagai biopestisida serta memperoleh komposisi perbandingan bahan pembuat biopestisida yang dapat diaplikasikan oleh Masyarakat. Sehingga, penelitian ini layak dilakukan karena dapat membantu petani dalam upaya mengganti pestisida kimia menjadi pestisida organik agar tidak merusak lingkungan dan menimbulkan resiko penyakit pada manusia.

2. Metode Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan yang dibutuhkan adalah *aquadest*, minyak atsiri kulit jeruk lemon, Tween 20, Tween 60 dan Tween 80. Peralatan yang digunakan antara lain batang pengaduk, *beakerglass*, botol *aquadest*, botol semprot, gelas ukur, pipet tetes, pipet ukur dan wadah jangkrik.

Variabel Penelitian

Variabel tetap adalah volume total bibit 10 mL, konsentrasi Tween 5%, konsentrasi minyak atsiri 95%, jumlah jangkrik 15 ekor dan waktu pengamatan 3 jam. Variabel berubah adalah konsentrasi bibit (5%, 10%, 15%, 20%, 100%) dan jenis Tween (20, 60, 80).

Tahap Persiapan

Minyak atsiri kulit jeruk lemon diukur volumenya sebanyak 9,5 mL menggunakan pipet ukur dan masukkan ke dalam *Beakerglass*. Tween 20, 60, 80 masing-masing diukur volumenya sebanyak 0,5 mL menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke dalam *Beakerglass*. *Aquadest* diukur volumenya sesuai kebutuhan masing-masing variabel konsentrasi bibit dengan menggunakan gelas ukur dan dimasukkan ke dalam *beakerglass* yang berisikan bibit (pada tahap pembuatan biopestisida). Jangkrik dimasukkan ke dalam wadah percobaan dengan masing-masing wadah sebanyak 15 ekor.

Pembuatan Biopestisida

Minyak atsiri kulit jeruk lemon dan Tween yang telah dipersiapkan pada prosedur sebelumnya dicampur dengan volume total 10 mL dan diaduk dengan gelas pengaduk pada *Beakerglass*. Bibit (Tween + minyak atsiri kulit jeruk lemon) yang telah dibuat diencerkan dengan *Aquadest* yang diukur volumenya hingga mencapai konsentrasi bibit 5%, 10%, 15%, 20%, 100% pada *Beakerglass*.

Uji Toksisitas

Cairan biopestisida yang telah dibuat dimasukkan ke dalam botol semprot. Cairan biopestisida disemprotkan sebanyak 3 semprotan (atas, samping kanan, samping kiri) ke dalam wadah yang berisikan jangkrik. Parameter pengamatan yang digunakan yaitu jumlah kematian jangkrik dalam 3 jam dengan dilakukan uji toksisitas. Data pengamatan yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis data perhitungan untuk memperoleh data dalam bentuk persentase (%). Perhitungan persentase kematian jangkrik menggunakan rumus, yaitu:

$$\text{Kematian (\%)} = \frac{n_1}{n_2} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- n₁ = Jumlah kematian jangkrik dalam satu variabel
- n₂ = Jumlah variabel jangkrik sebagai media percobaan

3. Hasil dan Pembahasan

Uji Toksisitas

Berdasarkan hasil uji toksisitas yang telah dilampirkan pada **Tabel 1** dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum kematian jangkrik berada pada konsentrasi bibit 100% dengan jenis Tween 20, 60 dan 80 dengan jumlah rata-rata kematian jangkrik sebesar 100%. Hal ini terjadi karena tidak terdapat penambahan *aquadest* dan hanya dilakukan penambahan Tween sebagai variabel tetap dan berubah. Akan tetapi, mengingat salah satu tujuan penelitian untuk memperoleh komposisi perbandingan bahan pembuat biopestisida yang dapat dijangkau masyarakat maka konsentrasi bibit pada variabel 20% dengan jenis Tween 80 dengan jumlah persentase kematian jangkrik sebesar 87% dapat menjadi opsi tepat. Ini karena, jenis Tween 80 memiliki fase yang paling mendekati fase minyak daripada jenis Tween yang lain dan Tween 80 merupakan jenis asam lemak tak jenuh karena terdapat rangkap satu pada rantai hidrokarbonnya. Emulsi yang dihasilkan antara Tween 80 dengan minyak atsiri kulit jeruk lemon dan *aquadest* lebih stabil atau termasuk jenis emulsi O/W (*Oil in Water*). Selain itu, pada persen konsentrasi bibit sebesar 20% mengandung volume *aquadest* yang paling sedikit sehingga dosis antara *aquadest*, Tween dengan minyak atsiri akan lebih banyak dosis minyak atsiri.

Tabel 1. Data Pengamatan Hasil Uji Toksisitas

| Konsentrasi Bibit (%) | Jenis Tween | Kematian Jangkrik (Ekor) | Kematian Jangkrik (%) |
|-----------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| 5 | 20 | 2 | 13 |
| 10 | | 3 | 20 |
| 15 | | 7 | 47 |
| 20 | | 8 | 53 |
| 100 | | 15 | 100 |
| 5 | 60 | 3 | 20 |
| 10 | | 4 | 27 |
| 15 | | 8 | 53 |
| 20 | | 10 | 67 |
| 100 | | 15 | 100 |
| 5 | 80 | 4 | 27 |
| 10 | | 8 | 53 |
| 15 | | 11 | 73 |
| 20 | | 13 | 87 |
| 100 | | 15 | 100 |

Beberapa teori menjelaskan bahwa dosis agen atau bahan kimia akan berpengaruh pada tingkat toksisitas terhadap target biologis [22]. Dapat diketahui juga minyak atsiri merupakan jenis cairan hidrofobik pekat [8] sehingga pemilihan Tween sebagai emulsi sudah tepat karena fase Tween yang cenderung ke minyak [16]. Jika dilihat dari perbandingan jumlah struktur rantai hidrokarbon, jumlah ikatan rangkap dari masing – masing Tween yaitu, Tween 20 (12:0), Tween 60 (18:0) dan Tween 80 (18:1). Pemilihan Tween 80 sebagai kondisi optimum dapat dilihat dari perbandingan tersebut karena jika semakin banyak rantai hidrokarbonnya maka semakin stabil untuk mengikat minyak. Selain itu, Tween 80 memiliki rangkap dua sehingga efektivitas untuk mengikat minyak atsiri kulit jeruk lemon semakin tinggi karena senyawa yang terkandung di dalam minyak atsiri tersusun atas senyawa hidrokarbon. Tween 80 memiliki nilai HLB sebesar 15, memiliki sifat yang cenderung dapat larut dalam air, tidak menimbulkan alergi, tidak berbau dan menaikkan laju kelarutan produk [13].

Cara pengontakan biopestisida pada jangkrik dapat mengakibatkan kematian karena dilakukan dengan cara disemprotkan sehingga akan melewati jaringan tubuh atau melalui pernafasan dan masuk ke sistem saraf [23]. Ciri-ciri yang muncul ketika biopestisida dikontakkan ke jangkrik adalah mengalami kejang-kejang, ada beberapa jangkrik yang loncat-loncat dan banyak jangkrik yang kehilangan kendali atau kontrol pada tubuhnya. Gejala ini berlangsung selama kurang lebih 15 – 30 menit kemudian jangkrik banyak yang mati dengan posisi tubuh terbalik karena *Xenobiotic* sudah menyerang sistem saraf.

Analisa GC-MS

Berdasarkan analisa GC-MS pada minyak atsiri kulit jeruk lemon yang telah dilakukan dapat diketahui kegiatan ini merupakan analisa yang digunakan untuk mengetahui komponen apa saja yang terkandung pada minyak atsiri kulit jeruk lemon. Hal ini perlu dilakukan karena faktor utama biopestisida dapat membunuh hama adalah senyawa Limonene, semakin tinggi kadar Limonene maka semakin tinggi juga efek toksik yang dihasilkan [24].

Berdasarkan **Gambar 2** dapat dilihat bahwa terdapat beberapa komponen yang terkandung dalam minyak atsiri kulit jeruk lemon yang digunakan. Beberapa komponen yang terkandung yaitu α -Thuyene sebesar 0,03%, α -Pinene sebesar 0,13%, Sabinene sebesar 0,26%, β -Pinene sebesar 1,58%, p-Cymene sebesar 0,27%, Limonene sebesar 54,21%, γ -Terpinene sebesar 13,91%, α -Terpineol sebesar 1,11%, Neral sebesar 3,22%, Geranial sebesar 6,9%, β -Bisabolene sebesar 2,18%, Neryl Acetate 3,21%, Geranyl Acetate sebesar 1,27%, β -Myrcene 0,37%, β -Caryophyllene 1,14%.

Penggunaan minyak atsiri kulit jeruk lemon berhasil membunuh jangkrik sebagai media karena beberapa kandungan senyawa yang mendukung keberhasilan pembuatan biopestisida seperti Limonene, Caryophyllene, Sabinene, α -Pinene dan Myrcene karena memiliki manfaat sebagai antimikroba, antrioksidan dan larvasida. Tingginya kandungan Limonene sebagai senyawa utama yang digunakan yaitu sebesar 54,21% juga mendukung tingkat toksisitas pada biopestisida. Selama proses penelitian tidak menimbulkan iritasi jika terkena kulit dan sesak napas pada peneliti. Beberapa faktor di atas sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa Limonene memiliki toksisitas yang cukup rendah. Penelitian membuktikan bahwa Limonene tidak menimbulkan mutagenik, karsinogenik, atau resiko nefrotoksik untuk manusia [25].



Gambar 2: Hasil analisa GC-MS minyak atsiri kulit jeruk lemon

4. Kesimpulan

Hasil penelitian biopestisida minyak kulit lemon dapat disimpulkan bahwa penggunaan minyak atsiri kulit lemon sangat efektif digunakan sebagai bahan baku pembuatan biopestisida, hal ini dibuktikan dengan kandungan Limonene yang dihasilkan pada analisa GC-MS sebesar 54,21%, sehingga semakin tinggi kandungan Limonene maka semakin tinggi pula tingkat efektivitasnya. Komposisi pestisida yang mudah dijangkau oleh masyarakat berada pada variabel konsentrasi bibit 20% dengan jenis tween 80, karena menghasilkan kematian jangkrik sebesar 87%. Pembuatan biopestisida dari minyak atsiri kulit jeruk lemon sudah memenuhi syarat menurut SNI 01-6729-2002 karena tidak terbuat dari tembakau.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kaprodi Teknik Kimia dan asisten laboratorium Minyak Atsiri Institut Teknologi Nasional Malang yang telah mendukung dan membantu pelaksanaan penelitian ini sehingga bisa berjalan dengan baik.

6. Singkatan

| | |
|-------|----------------------------------|
| HLB | Hydrophilic–Lipophilic Balance |
| % | Percentage |
| GC-MS | Gas Chromatography-Mass Spectrum |
| SNI | Standard Nasional Indonesia |

7. Daftar Pustaka

- [1] Octavian, I. & Ikawati, S., 2022. Inventarisasi Hama dan Musuh Alami pada Tanaman Padi di Kecamatan Pulau Laut Timur. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 10(1), pp. 24-36.
- [2] Insani, A. Y., Marchianti, A. C. N. & Wahyudi, S. S., 2018. Perbedaan Efek Paparan Pestisida Kimia dan Organik terhadap Kadar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), pp. 63-67.
- [3] Yuantari, M. C., Widiarnako, B. & Sunoko, H. R., 2013. Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 2(1), pp. 142-148.
- [4] Astuti, W., 2016. Pestisida Organik Ramah Lingkungan Pembasmi Hama Tanaman Sayur. *Jurnal Rekayasa*, 14(2), pp. 115-120.
- [5] Untung, K., 2010. *Diklat Dasar-Dasar Ilmu Hama Tanaman*. Yogyakarta: UGM.

- [6] Hanif, K. I., Herlinda, S., Suwandi & Karenina, T., 2017. Efikasi Bioinsektisida *Bacillus thuringiensis* Barliner Terhadap *Gryllus bimaculatus* De Geer (Orthoptera: Gryllidae) pada Tanaman Padi Utama dan Ratan. *Journal of Suboptimal Lands*, 6(1), pp. 1-105.
- [7] Aryani, F., Noorcahyati & Arbiansyah, 2020. *Pengenalan Atsiri (Melaleuca cajuputi) Prospek Pengembangan, Budidaya dan Penyulingan*. Samarinda: Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- [8] Aprilia, N. et al., 2021. *Potensi Antioksidan Senyawa a-Pinena dari Minyak Atsiri*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [9] Daryono, E. D., Anggorowati, D. A., Verdina, F. P. & Laily, V. N., 2023. Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) dengan Pretreatment Microwave dan Distilasi Air-Uap. *Teknik Kimia USU*, 12(2), pp. 116-123.
- [10] Shiyani, S., Pratiwi, G., Sari, R. A. & Alta, U., 2022. Narrative Review: Profil Fitokimia dan Potensi Farmakologi Citrus Limon. *Jurnal Aisyiyah Medika*, 7(2), pp. 34-48.
- [11] Yustinah, 2016. Ekstraksi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Sabun. *Jurnal Konversi*, 5(1), pp. 25-30.
- [12] Noor, Z., Sibuea, P. & Santoso, U., 2017. Oksidasi Minyak dalam Emulsi O/W: Mekanisme dan Pengendaliannya. *Agritech*, 24(4), pp. 210-216.
- [13] Puspawati, G. A. K. D., Isabella, D. P. & Wiadnyani, A. A. I. S., 2022. Pengaruh Konsentrasi Tween 80 Terhadap Karakteristik Serbuk Pewarna Daun Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) Pada Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(1), pp. 112-122.
- [14] Murtiningrum, S., L. Z., Cepeda, G. N. & Olong, N., 2013. Stabilitas Emulsi Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* L.) Pada Berbagai Nilai Hydrophile-Lyphophile Balance (HLB) Pengemulsi. *Teknologi Industri Pertanian*, 23(1), pp. 30-37.
- [15] Nuwarda, F. R. & H. Y., 2018. Review: Perbedaan Emulsi dan Mikroemulsi pada Minyak Nabati. *Farmaka*, 16(1), pp. 133 - 140.
- [16] Jańczuk, B., Zdziennicka, A. & Szymczyk, K., 2018. Adsorption and Aggregation Properties of Some Polysorbates at Different Temperatures. *Journal of Solution Chemistry*.
- [17] Asmara, Shinta Dian. "Optimasi Komposisi Polysorbate 80 Dan Sorbitan Monooleat 80 Sebagai Emulsifying Agent Dalam Formula Moisturizing Lotion Virgin Coconut Oil (VCO): Aplikasi Desain Faktorial." *Skripsi S-1. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*.
- [18] Dolatabadi, N. E. J., Hamishehkar, H. & Eskandani, M., 2013. Cyto/Genotoxicity Study of Polyoxyethylene (20) Sorbitan Monolaurate (Tween 20). *DNA and Cell Biology*, 32(9), pp. 498 - 503.
- [19] Rowe, C. R., Sheskey, P. J. & Quinn, M. E., 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients Ed: 6th*. London: The Pharmaceutical Press.
- [20] Indrastuti, N. & Aminah, S., 2019. Potensi Limbah Kulit Jeruk Lokal Sebagai Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(2), pp. 122-129.
- [21] Tahar, T. N. L. et al., 2022. Penggunaan Bio-Pestisida Kulit Jeruk Terhadap Mortalitas Semut Api (*Solenopsis*) pada Tumbuhan Pohon Rambutan (*Nephelium lappaceum*). *Sinta Journal*, 3(1), pp. 41-48.
- [22] Hoedjojo R, Z., 2013. *Pengendalian Vektor: Parasitologi Kedokteran*. Ed 4 ed. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [23] Riana, E. N. et al., 2023. *Toksikologi Dasar*. Bandar Lampung: Yayasan Kita Menulis.
- [24] Krisnawan, A. H., Budiono, R., Sari, D. R., & Salim, W. 2018. Potensi antioksidan ekstrak kulit dan perasan daging buah lemon (*Citrus lemon*) lokal dan impor. *Prosiding SEMNASTAN*, 30-34.
- [25] Fitrianti, A. et al., 2016. Penentuan Kadar Minyak Atsiri Kulit Jeruk Sunkist (*Citrus sinensis* L. Osbeck) sebagai Alternatif Peluruh Styrofoam Alami. *Jurnal IJPST*, 3(2), pp. 47-52.