

PEMANFAATAN MINYAK ASIRI LIMBAH KULIT JERUK NIPIS (CITRUS AURANTIFOLIA) UNTUK HAND SANITIZER SEBAGAI ANTIBAKTERI

Euis Julaeha^{1*}, Diana Rakhmawaty Eddy², Mohamad Nurzaman³, Tati Herlina⁴, Darwati⁵, E. Evy Ernawati⁶

^{1,2,4,5,6}Departmen Kimia, ³Departmen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

*Korespondensi: euis.julaeha@unpad.ac.id

ABSTRAK. Jeruk nipis (*C. aurantifolia*) merupakan salah satu spesies jeruk yang sangat populer dan bernilai tinggi karena memiliki nutrisi yang berkualitas, rasa yang unik, dan memiliki banyak manfaat kesehatan. Berbagai bagian tumbuhan biasa digunakan dalam pengobatan tradisional untuk penyakit katarak, flu, sakit tenggorokan, demam, nyeri dada, sakit telinga, sakit kepala, sakit perut, serta edema. Umumnya dari tanaman jeruk nipis yang dimanfaatkan bagian sari buahnya, sementara kulit buahnya dibuang begitu saja. Semakin banyak penggunaan jeruk nipis maka limbah kulit buahnya semakin banyak. Hal ini jika tidak ditangani cepat akan menimbulkan bau busuk dan munculnya belatung dan serangga lainnya. Padahal dari kulit buah tersebut terkandung minyak asiri yang memiliki berbagai aktivitas, seperti sebagai antimikroba, pengusir nyamuk, antioksidan, dsb. Masyarakat banyak yang belum mengetahui dalam kulit buah jeruk nipis terkandung minyak yang memiliki berbagai khasiat, khususnya sebagai antibakteri. Dalam rangka memanfaatkan aktivitas antibakteri limbah kulit jeruk nipis, maka kami melaksanakan sosialisasi mengenai pembuatan hand sanitizer berbasis zat aktif antibakteri dari minyak asiri jeruk nipis (*C. aurantifolia*) kepada ibu-ibu PKK di Desa Cileles, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan wawasan kepada ibu-ibu PKK, mengenai kandungan zat aktif pada minyak asiri jeruk nipis yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan hand sanitizer sebagai antibakteri, sehingga ibu-ibu dapat membuat hand sanitizer sendiri. Materi yang diberikan ditunjang dengan hasil-hasil riset yang telah dilakukan sehingga memberikan data yang akurat, khususnya senyawa antibakteri dari kulit jeruk nipis (*C. aurantifolia*).

Kata kunci: Jeruk Nipis; Citrus Aurantifolia; Hand Sanitizer; Antibakteri

ABSTRACT. Lime (*C. aurantifolia*) is one of the most popular Citrus species and has high value because it has quality nutrition; unique taste; and has many health benefits. Various parts of the plant are commonly used in traditional medicine for cataracts; flu; sore throat; fever; chest pain; earache; headache; stomachache; and edema. Generally; the lime plant is used for the juice; while the peels of the fruit are thrown away. The more use of lime; the more waste of fruit peel. If this is not handled quickly; it will cause environmental pollution; bad smell; the appearance of maggots; and other insects. Even though the peel of the fruit contains essential oils that have various activities; such as antimicrobial; mosquito repellent; antioxidant; etc. Many people do not know that the peel of lime contains essential oil that has various properties; especially as an antibacterial. In order to utilize the antibacterial activity of lime peel waste; we carried out socialization regarding the manufacture of hand sanitizers based on antibacterial active substances from lime essential oil (*C. aurantifolia*) to PKK women in Cileles Village; Jatinangor District; Sumedang Regency. The purpose of this activity is to provide knowledge and insight to PKK mothers; regarding the content of active substances in natural ingredients and their applications in daily life. The material provided is supported by the results of research that has been carried out so as to provide accurate data; especially antibacterial compounds from lime peel (*C. aurantifolia*).

Keywords: Lime; Citrus Aurantifolia; Hand Sanitizer; Antibacterial

PENDAHULUAN

Penyebaran virus corona saat ini meningkat kembali dengan munculnya varian baru jenis omicron. Termasuk naiknya jumlah kasus yang terinfeksi di Jawa Barat yang makin meningkat dari hari ke hari. Pertambahan kasus infeksi ini bukan hanya menjadi hal yang memprihatinkan. Namun; juga untuk menjadi pengingat bagi kita agar senantiasa waspada dan menjalankan protokol kesehatan.

Protokol kesehatan ini ditujukan untuk mencegah penularan virus corona dan meminimalisir bertambahnya kasus infeksi. Protokol kesehatan tersebut meliputi menggunakan masker saat keluar rumah; mencuci tangan secara berkala dengan sabun dan air mengalir; selalu menjaga jarak minimal 1 meter dan hindari kontak fisik dengan orang lain; membawa *hand sanitizer*/tisu basah; dan membawa peralatan makan sendiri. Tentunya untuk menjalani kebiasaan baru ini bukan hal yang mudah; namun kita harus bekerja keras untuk selalu waspada dan mengingatkan satu sama lain.

Untuk memenuhi salah satu protokol kesehatan yaitu selalu menggunakan dan membawa *hand sanitizer*; maka pada kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) ini kami akan memberikan pembinaan kepada ibu-ibu PKK di Desa Cileles; Kecamatan Jatinangor; Kabupaten Sumedang untuk membuat sendiri (swadaya) *hand sanitizer* dengan menggunakan zat aktif antibakteri alami; yaitu kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).

Buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dari famili Rutaceae merupakan buah yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengawetkan makanan agar terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh bakteri. Bagian terpenting dari tanaman jeruk nipis adalah buahnya. Dalam kehidupan sehari-hari; buah jeruk nipis banyak digunakan di industri jamu; kosmetika; dan industri minuman. Air buah jeruk nipis mengandung vitamin C; zat besi; kalium; gula; dan asam sitrat. Buah ini cocok dikonsumsi oleh segala usia (Rukmana; 2003). Taksonomi tanaman jeruk nipis menurut Sarwono (2001) sebagai berikut:

| | |
|------------|--------------------------------------|
| Regnum | : Plantae |
| Devisi | : Spermatophyta |
| Sub Divisi | : Angiospermae |
| Class | : Dicotyledonae |
| Subclass | : Dialypetalae |
| Ordo | : Rutales |
| Family | : Rutaceae |
| Genus | : <i>Citrus</i> |
| Spesies | : <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle |

Di Indonesia banyak industri yang menggunakan bahan dasar jeruk nipis yang diolah menjadi bermacam-macam produk makanan dan minuman. Pada proses pengolahan jeruk nipis kurang lebih 70% berat dari buah tersebut dibuang yaitu bagian kulit dan bijinya. Dengan demikian; semakin banyak penggunaan jeruk nipis maka akan semakin banyak pula limbah kulit jeruk yang dihasilkan. Selain itu; jika dibiarkan terus menerus limbah kulit jeruk tersebut akan membusuk dan menimbulkan masalah pada lingkungan masyarakat.

Dalam kulit buah jeruk nipis dilaporkan terkandung minyak asiri yang memiliki berbagai aktivitas; diantaranya sebagai antifungi; antibakteri; insektisida; antioksidan (Wahyudi dkk.; 2017); spasmolitik; neuroprotektif (Costa *et al.*; 2014); antivirus; anti-inflamasi; anti-mutagenik; dan anti kanker (Chanthaphon *et al.*; 2008).

Dengan banyaknya laporan mengenai aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh minyak asiri kulit buah jeruk nipis ini; menjadi landasan bagi kami untuk menggunakan sumber antibakteri alami pada pembuatan *hand sanitizer* pada kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat kepada ibu-ibu PKK. Dengan demikian; ibu-ibu PKK tersebut dapat menyediakan *hand sanitizer* sendiri baik untuk digunakan di rumah maupun di lingkungan Desa Cileles.

Dari hasil kegiatan PPM ini diharapkan masyarakat dapat membuat sendiri produk *hand sanitizer* berbahan dasar zat aktif dari tumbuhan yang mengandung senyawa bioaktif antibakteri limbah kulit jeruk nipis. Selain itu diharapkan pula masyarakat dapat mengembangkan sendiri dengan menggunakan bahan dasar zat aktif alami lainnya. Dengan demikian masyarakat dapat swadaya membuat *hand sanitizer* bahkan dapat mencari usaha sampingan dengan menjual produk-produk tersebut.

METODE

Khalayak Sasaran

Objek dari kegiatan ini adalah ibu-ibu PKK Desa Cileles; Kecamatan Jatinangor; Kabupaten Sumedang; karena ibu-ibu ini merupakan kader-kader yang dapat memberikan informasi hasil kegiatan ini kepada masyarakat lainnya. Peserta yang mengikuti kegiatan ini kami batasi maksimum 30 orang. Mereka merupakan perwakilan dari masing-masing RW. Ibu-ibu diharapkan dapat memahami landasan ilmiah penggunaan bahan alam khususnya kulit jeruk nipis dalam *hand sanitizer*. Selain itu mereka menjadi mengetahui ternyata limbah kulit jeruk nipis dapat digunakan untuk produk yang lebih bermanfaat. Adapun tahapan kerja yang dilakukan melalui dua bagian: Bagian pertama penyiapan ekstrak dan formulasi di laboratorium dan bagian kedua sosialisasi cara pembuatan *hand sanitizer* dengan masyarakat.

Metode Pelaksanaan Kegiatan

Metode pelaksanaan kegiatan melalui tahapan berikut:

Pengurusan perijinan ke Desa Cileles; Kecamatan Jatinangor; Kabupaten Sumedang dan permohonan ijin ibu-ibu PKK untuk mengikuti kegiatan.

Persiapan bahan- bahan yang diperlukan; meliputi bahan kimia; lidah buaya; kulit jeruk nipis.

Perencanaan; penyiapan materi dan penyiapan kuisener.

Pembuatan *hand sanitizer*.

Pelaksanaan kegiatan:

5.1 Pemberian materi

5.2 Penyiapan *hand sanitizer* dan masker yang akan diserahkan ke peserta.

5.3 Penyiapan masker yang akan diserahkan ke peserta

5.4 Evaluasi hasil pengujian

HASIL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pada pembuatan *hand sanitizer* digunakan sumber bahan aktif antibakteri minyak asiri kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*); selain berdasarkan laporan Costa *et al.* (2014) dan Chanthaphon *et al.* (2008); juga dilatarbelakangi oleh hasil rangkaian penelitian tim kami

sebelumnya. Komposisi kimia minyak asiri kulit jeruk nipis berdasarkan pengukuran GC-MS tercantum pada Tabel 1; dengan empat komponen utamanya yaitu β -pinen; d-limonen; terpinen-4-ol dan α -terpineol (Wahyudi dkk.; 2017).

Aktivitas antibakteri dari kulit jeruk nipis ini tidak terlepas dari komponen kimia pengusunnya. Hal ini telah dibuktikan oleh tim kami bahwa minyak asiri kulit buah jeruk nipis dan senyawa β -pinen yang telah berhasil diisolasi menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* (Arifin *et al.*; 2015; Mulyanti *et al.*; 2020; Julaeha *et al.*; 2021a). Kami pun telah membuktikan sifat aktivitas antibakteri minyak asiri jeruk nipis; limonen sebagai komponen utama; yang dibandingkan dengan

Tabel 1. Komposisi kimia minyak asiri jeruk nipis

| No. | Tr (menit) | Luas (%) | Nama Senyawa |
|-----|------------|----------|---|
| 1 | 6,326 | 2,79 | (1R)-2,6,6-trimetilbisiklo [3.1.1] hept-2-ena |
| 2 | 8,334 | 26,66 | β -pinen |
| 3 | 8,534 | 0,92 | β -mirsen |
| 4 | 10,445 | 38,94 | D-limonen |
| 5 | 10,571 | 0,94 | β -pbellandren |
| 6 | 10,846 | 1,88 | o-simen |
| 7 | 13,707 | 1,67 | 1,6-oktadien-3-ol, 3,7-dimetil- |
| 8 | 17,689 | 4,32 | Terpinen-4-ol |
| 9 | 18,697 | 8,29 | α -terpineol |
| 10 | 19,475 | 0,88 | 2,6-oktadien-1-ol, 3,7-dimetil-, (Z) |
| 11 | 20,716 | 1,26 | Geraniol |
| 12 | 21,105 | 2,61 | 2,6-oktadienal, 3,7-dimetil-, (Z) |
| 13 | 22,427 | 3,61 | Sitral |
| 14 | 24,258 | 0,65 | Sikloheksan, 1-etenil-1-metil-2, 4-bis(1-metiletenil)-, [1S-(1 α ,2 β ,4 β)]- |
| 15 | 25,403 | 1,05 | Bisiklo[3.1.1]hept-2-ena, 2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)- |
| 16 | 25,517 | 2,57 | Geraniol acetate |
| 17 | 28,618 | 0,98 | β -bisabolen |

*sumber: (Wahyudi dkk; 2017)

Kontrol positif ampicilin; dan kontrol negatif pelarut *n*-heksan terhadap bakteri Gram positif *S. aureus*; *S. epidermidis*; dan Gram negatif *E. coli*; *K. pneumoniae* ditunjukkan pada Tabel 2. Aktivitas minyak asiri lebih tinggi dibandingkan limonen; dengan demikian terlihat adanya kerja sinergis antara komponen-komponen yang terdapat pada minyak asiri jeruk nipis (Julaeha *et al.*; 2021b).

Tabel 2. Aktivitas antibakteri dari minyak asiri jeruk nipis

| Bakteri | Daya hambat (mm) | | | |
|-----------------------|------------------|--------------|--|--------------------------------|
| | Minyak asiri | Limonen | Ampicillin Kontrol positif (1000 ppm) | n-Heksan Kontrol negatif |
| Gram positif: | | | | |
| <i>S. aureus</i> | 34,25 ± 0,25 | 24,40 ± 0,10 | 35,58 ± 0,57 | Na |
| <i>S. epidermidis</i> | 37,60 ± 0,00 | 31,95 ± 0,40 | 14,95 ± 0,35 | Na |
| Gram negatif: | | | | |
| <i>E. coli</i> | 11,90 ± 0,10 | 27,88 ± 0,43 | 10,55 ± 0,55 | Na |
| <i>K. pneumoniae</i> | 36,68 ± 2,33 | 35,88 ± 0,42 | 10,65 ± 0,35 | Na |

Na = Not active, *Mean ± SD, n = 2

*sumber: Julaeha *et al*; (2021b)

Minyak asiri jeruk nipis mempunyai aktivitas yang sangat kuat pada semua bakteri melebihi kontrol positif ampicillin; kecuali terhadap bakteri *E. coli* termasuk dalam kategori kuat.

Hasil penelitian kami inilah yang menjadi landasan digunakannya kulit buah jeruk nipis sebagai zat aktif antibakteri pada pembuatan *hand sanitizer*. Dengan demikian adanya integrasi hasil penelitian tim kami yang dapat diaplikasikan pada kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat.

Pada saat pelaksanaan kegiatan kondisi di Jatinangor sedang PPKM; maka kami membatasi peserta yang mengikuti kegiatan yaitu sebanyak 30 orang; dan menyiapkan *hand sanitizer* di laboratorium. Kepada peserta diberikan sosialisasi mengenai khasiat dan kandungan zat aktif dari kulit buah jeruk nipis; sehingga digunakan sebagai zat antibakteri pada pembuatan *hand sanitizer* ini.

Preparasi Minyak Asiri dari Kulit Jeruk Nipis

Kulit buah jeruk nipis; dapat dikumpulkan dari pedagang-pedagang yang menggunakan bahan baku buah jeruk nipis. Namun pada praktek kegiatan ini; kulit buah disiapkan dari buah utuh. Langkah-langkah preparasi minyak asiri; seperti terlihat pada Gambar 1.

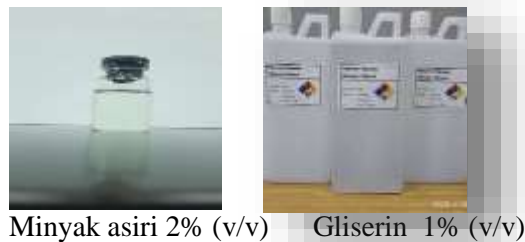
Preparasi minyak asiri dimulai dari menyiapkan buah jeruk nipis yang telah dicuci bersih. Kulit dipisahkan dari buahnya dan dipotong-potong. Selanjutnya didestilasi menggunakan metode hidrodestilasi; dipilih metode ini; karena cocok bagi minyak asiri yang bersifat mudah menguap; perolehan minyak asiri cukup banyak dengan kualitas yang baik. Hidrodestilasi dilakukan selama 3 jam (Başer and Buchbauer; 2010; Julaeha *et al*; 2018). Minyak asiri diperoleh berwarna kuning pucat; dengan aroma segar khas jeruk nipis.



Gambar 1. Tahapan preparasi minyak asiri dari kulit jeruk nipis

Pembuatan *Hand Sanitizer*

Bahan yang digunakan untuk membuat *hand sanitizer* yaitu: (1) Minyak asiri jeruk nipis (*C. aurantifolia*) 2% (v/v); berfungsi sebagai zat aktif antibakteri; (2) Lidah buaya (*Aloe vera*) berfungsi untuk melembutkan kulit; (3) Gliserin 1% (v/v); berfungsi untuk menjaga kulit tetap lembab; dan Etanol 96% sebagai antiseptik; mencegah infeksi. Lidah buaya dan etanol dibuat dengan perbandingan (8:2). Semua bahan pada Gambar 2; dicampurkan dan diaduk sampai merata.



Minyak asiri 2% (v/v) Gliserin 1% (v/v)



(etanol + lidah buaya 8 : 2)

Etanol



Hand sanitizer

Gambar 2. Pembuatan *hand sanitizer*

Pelaksanaan Kegiatan dan Partisipasi Peserta

Kegiatan dilaksanakan di Aula Cileles Kecamatan Jatinangor; Kabupaten Sumedang; peserta yang berpartisipasi adalah ibu-ibu kader perwakilan dari masing-masing RW; karena peserta dibatasi sebanyak 30 orang. Hal ini dilakukan karena pada saat pelaksanaan kondisi sedang PPKM. Sebelum pelaksanaan kegiatan kami membagikan masker; *hand sanitizer*; daftar hadir; dan kuisioner untuk diisi oleh peserta.

Selanjutnya pemberian materi terkait kandungan senyawa bioaktif dalam tumbuhan; khususnya senyawa antibakteri dalam minyak asiri kulit jeruk nipis (*C. aurantifolia*). Pelaksanaan kegiatan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3.

Pelaksanaan kegiatan dengan ibu-ibu PKK di Desa Cileles Kecamatan Jatinangor; Kabupaten Sumedang.

Kehadiran ibu-ibu dalam mengikuti kegiatan ini tinggi terlihat dari banyaknya yang hadir dari jumlah peserta yang diundang 30 orang; yang hadir 29 orang. Satu orang tidak hadir karena ada keperluan mendadak; dan satu orang tidak mengisi daftar hadir dikarenakan lupa mengisi daftar hadir. Begitu juga antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan ini begitu terlihat dengan banyaknya pertanyaan-pertanyaan yang dilontarkan ketika pada waktu sesi tanya jawab. Bahkan sebelum dibuka tanya jawab peserta meminta ijin untuk bertanya. Selain itu; terlihat juga pada saran yang mereka sampaikan agar kegiatan seperti ini sering dilaksanakan. Mereka juga mengatakan bahwa kegiatan seperti ini sangat bagus; menambah wawasan bagi mereka.

Hasil Evaluasi Kuisioner

Untuk mengetahui sejauhmana pengetahuan peserta mengenai jeruk nipis; baik khasiat; kandungan minyak asiri dan peranannya. Begitu juga mengenai manfaat dari kegiatan ini. Maka kami memberikan kuisioner; hasil jawabannya seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk menggali pengetahuan mengenai sebelum mengikuti sosialisasi ini apakah peserta mengetahui dalam kulit jeruk nipis mengandung senyawa kimia yang memiliki berbagai berkhasiat. Sebanyak 89% peserta menjawab ya; dan 11% tidak.

Untuk mengetahui bahwa di dalam kulit jeruk nipis terdapat minyak asiri yang memiliki berbagai aktivitas dan memberikan aroma yang khas. Sebanyak 96% menjawab ya; dan 4% menjawab tidak.

Untuk mengetahui alasan kenapa jeruk nipis digunakan untuk bahan *hand sanitizer* karena peran kandungan aktif antibakteri dari minyak asiri dan nonasirinya. Sebanyak 93% menjawab ya; dan 7% menjawab tidak.

Untuk apakah dengan mengikuti kuliah umum ini menambah wawasan bagi sdr/i? Sebanyak 100% menjawab ya; dan tidak ada yang menjawab tidak.

Tabel 1. Evaluasi hasil kuisioner

| No | Pertanyaan | Jawaban | |
|----|--|---------|-------|
| | | Ya | Tidak |
| 1. | Sebelum mengikuti sosialisasi ini saya tidak mengetahui bahwa kulit jeruk nipis mengandung senyawa kimia yang memiliki berbagai berkhasiat. | 25 | 3 |
| 2. | Saya baru mengetahui bahwa di dalam kulit jeruk nipis terdapat minyak asiri yang memiliki berbagai aktivitas dan memberikan aroma yang khas. | 27 | 1 |
| 3. | Saya baru mengetahui alasan kenapa jeruk nipis digunakan untuk bahan <i>hand sanitizer</i> karena peran kandungan aktif antibakteri dari minyak asiri dan nonasirinya. | 26 | 2 |
| 4. | Apakah dengan mengikuti kuliah umum | 28 | 0 |

| | | | |
|----|---|----|---|
| | ini menambah wawasan bagi sdr/i? | | |
| 5. | Apakah kegiatan sosialisasi seperti ini perlu sering diadakan di lingkungan sdr/i | 27 | 1 |

Untuk mengetahui apakah kegiatan sosialisasi seperti ini perlu sering diadakan di lingkungan sdr/i. Sebanyak 96% menjawab ya; dan 4% yang menjawab tidak.

Secara umum dari hasil kuisioner menunjukkan bahwa di atas 86% partisipan pengetahuan mereka mengenai kandungan senyawa bioaktif dalam tumbuhan dan peranannya bagi kesehatan masih belum mengetahui. Sehingga dengan diberikannya pengetahuan seperti ini menjadikan menambah wawasan bagi mereka. Pada awalnya pemikiran mereka mendengar nama zat kimia merupakan suatu berhubungan dengan racun dan berbahaya. Tidak terpikirkan tumbuh-tumbuhan yang berkhasiat itu karena peran serta komposisi kimia yang terkandung dalam tumbuhan tersebut.

Oleh karena itu; kegiatan seperti ini dirasakan bermanfaat bagi ibu-ibu PKK ini. Diharapkan para kader ini dapat menjadi perwakilan untuk menyampaikan kepada ibu-ibu lainnya yang tidak diundang pada kegiatan ini.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi dari kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa kegiatan ini bermanfaat sekali dan menambah wawasan bagi peserta dalam hal ini ibu-ibu PKK Desa Cileles; Kecamatan Jatinnagor; Kabupaten Sumedang. Manfaat yang dirasakan oleh peserta dapat melakukan swadaya membuat *hand sanitizer* serta menambah wawasan pengetahuan landasan ilmiah penggunaan minyak asiri sebagai antibakteri alami.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran atas dana yang diberikan melalui Hibah Internal Unpad mengenai pelaksanaan PPM dengan Kontrak Nomor: 2202/UN6.3.1/PM.00/2022; Tanggal 20 Mei 2022; dan ALG dengan Kontrak Nomor

2203/UN6.3.1/PT 00/2022 dengan Ketua Euis Juleha; sehingga Pengabdian kepada Masyarakat ini dapat berjalan seperti yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aripin; D.; Julaeha; E.; Dardjan; M.; and Cahyanto; A. (2015). Chemical composition of Citrus spp. and oral antimicrobial effect of Citrus spp. peels essential oils against *Streptococcus mutans*. *Padjadjaran Journal of Dentistry*. 27(1): 1–11.
- Baser; K.H.C. and Buchbauer; G. (2010). *Handbook of Essential Oils Science; Technology; and Applications*. CRC Press. New York.
- Chanthaphon; S.; Chanthachum; S.; & Hongpattarakere; T. (2008) Antimicrobial activities of essential oils and crude extracts from tropical Citrus spp . against food-related microorganisms. . 30(April); 125–131.
- Costa R.; Bisignano; C.; Filocamo; A.; Grasso; E.; Occhiuto; F.; dan Spadaro; F. 2014. Antimicrobial activity and chemical composition of *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle essential oil from Italian organic crops. *Journal of Essential Oil Research*. 26(6); 400-408.
- Rukmana; R. (2003) *Jeruk nipis; prospek agribisnis; budidaya dan pascapanen*. Yogyakarta: kanisius.
- Sarwono; B. 2001. *Khasiat dan manfaat jeruk nipis: Mengenal jeruk nipis*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Julaeha; E.; Nugeraha; R.; Nurzaman; M.; Kurnia; D.; Wahyudi; T.; and Rosandi; Y. 2018. Characterization of Ethyl Cellulose (EC) Microcapsules for Lime Oil Encapsulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 1080: 1-5.
- Julaeha; E.; Herlina; T.; Nurzaman; M.; Mayanti; T.; Kurnia; D.; and Fitriana; S.E. S. 2021a. The antibacterial effect of β -pinene derived from lime (*Citrus aurantifolia*) peel towards oral *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *Padjadjaran Journal of Dentistry*. 33(1): 88-93.
- Julaeha; E.; Puspita; P.; Rakhmawaty; D. E.; Wahyudi; T.; Nurzaman; M.; Nugraha; J.; Herlina ; T. and Al Anshori; J. 2021b. Microencapsulation of lime (*Citrus aurantifolia*) oil for antibacterial finishing of cotton fabric. *RSC Advances*.; 11: 1743–1749.
- Wahyudi; T.; Mulyawan; A.S.; Kasipah; C.; Prayudie; U.; & Julaeha; E. (2017) Pembuatan Mikrokapsul Minyak Jeruk (*Citrus aurantifolia*) untuk Aplikasi pada Penyempurnaan Tekstil. *Arena Tekstil*. 32 (1); 1-8.