

BAB IV. WEATHERING PREVENTION (WEAPTION) OIL SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN PELAPUKAN BATUAN CANDI PADA SITUS CAGAR BUDAYA BERBASIS MINYAK ATSIRI DARI WASTE ORGANIK

Risna¹, Angelina Amalia Putri², Yusiva Hidayati³, Budi Astuti⁴

¹Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA, Universitas Negeri
Semarang

²Program Studi Pendidikan IPA FMIPA, Universitas Negeri
Semarang

³Program Studi Pendidikan IPA FMIPA, Universitas Negeri
Semarang

⁴Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Email: b_astuti79@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.15294/ka.v1i3.150>

ABSTRAK

Cagar budaya merupakan aset penting bagi Indonesia yang perlu dijaga kelestariannya. Tujuan penelitian ini untuk membuat inovasi produk pencegahan pelapukan dalam pelestarian bangunan candi pada situs cagar budaya berbasis minyak atsiri dari waste organik. Pencegahan pelapukan candi akibat lumut dan pembekuan air dilakukan dengan pelapisan *weaption oil* pada batuan candi. *Weaption Oil* merupakan formulasi minyak atsiri dan nigarin untuk mengatasi biodeteriorasi pada batuan candi. Minyak atsiri diambil dengan metode hidrodestilasi dari bahan alami berupa sereh wangi, kulit jeruk dan jahe dengan perbandingan terbaik 1:2:2 kemudian diformulasikan dengan nigarin. Kandungan senyawa dalam minyak atsiri dari ketiga bahan diketahui dengan pengujian GC-MS dengan hasil senyawa *alfa.-Pinene*, *2.-beta.-Pinene*, *beta.-Phellandrene*, *Cyclohexene*, *Linalool* yang mampu mencegah serta menghambat pertumbuhan lumut dan jamur pada batuan candi. Uji kandungan nigarin (*bittern*) melalui metode uji *Titrimetri*,

Spektrofotometri, Gravimetri, dan AAS untuk mengetahui kandungan dalam *bittern* sehingga mampu dianalisis magnesium sebesar 7,32% mampu mencegah pembekuan air pada pori-pori batuan candi. Selanjutnya dilakukan uji antibakteri untuk mengetahui aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E-coli* dengan zona hambat sebesar 1,2 mm dan pada bakteri *Bacillus subtilis* sebesar 7,1 mm. Terakhir, dilakukan uji pemberian "*Weaption Oil*" dengan perbandingan komposisi minyak atsiri dan nigarin terbaik 4:2 yang diaplikasikan pada batuan candi sehingga mampu mencegah pertumbuhan lumut selama 1 bulan pada suhu 15-20°C.

Kata kunci: Pelapukan, Minyak Atsiri, Organik

PENDAHULUAN

Berdasarkan UU No. 11 Tahun 2010 tentang cagar budaya, pengelolaan cagar budaya dilakukan oleh badan pengelolaan yang telah dibentuk oleh pemerintah, pemerintah daerah, dan/atau masyarakat adat. Benda cagar budaya harus dilindungi keberadaannya dari kepunahan dan kerusakan akibat proses alam seperti hujan asam, jamur, cendawan dan mikroba. Beberapa jenis mikroba yang banyak tumbuh di batuan yaitu fungi, jamur, dan alga. Mikroba tersebut mudah berkembang pada batuan, batu pasir, granit, batu kapur, dan gypsum (Burford *et al.*, 2003). Menurut data Inventarisasi dan Pengklasifikasian Bangunan dan Kawasan Konservasi Kota Semarang Tahun 2012, Kota Semarang memiliki 315 bangunan pusaka dan 16 kawasan pusaka (Puspitasari dan Yuliani, 2019).

Peninggalan-peninggalan bersejarah ini perlu dijaga agar tetap utuh, sehingga dapat menceritakan sejarah masa lampau. Pada kenyataannya, akibat beberapa faktor seperti pelapukan, bangunan bersejarah kini semakin rapuh dan rusak. Sifat dan karakteristik batuan sangat penting untuk mengetahui kemungkinan penyebab terjadinya pelapukan sehingga lebih efektif dalam penanganannya.

Selanjutnya, pertumbuhan mikroba pada cagar budaya tergantung pada faktor lingkungan seperti ketersediaan air, pH,

iklim, sumber nutrisi, komposisi batuan, porositas, dan permeabilitas batuan. Selama ini proses pelestarian pada cagar budaya masih menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya dan beracun seperti 5-bromo-3-sec-butyl-6methyluracil (Hyvar-X), xylophene, aldrin, malathion, parathion, DDT (Dichloro Diphenyl Trichloroethane) dan CCA (Chromated Copper Arsenat). Bahan-bahan tersebut bersifat karsinogenik dan mutagenik sehingga penggunaannya tidak diperbolehkan oleh Badan Pelestarian Cagar Budaya (Riyanto, 2014).

Sebagai salah satu negara tropis Indonesia memiliki keanekaragaman tanaman penghasil minyak atsiri seperti serai dapur, minyak cengkeh (*Eugenia aromatica*), minyak serai wangi (*Andropogon nardus*), Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe), kulit jeruk dan minyak kayu manis (*Cinnamomum* spp.), yang mengandung senyawa pestisida berbasis minyak atsiri telah lolos registrasi dari EPA (Environmental Protection Agency) dan dinyatakan aman dari GRAS (Generally Recognized as Safe) (Koul *et al.*, 2007) sehingga ramah terhadap manusia dan lingkungan.

Batuan pada cagar budaya khususnya candi sebagian besar terdiri atas batuan andesit yang memiliki ciri berpori banyak. Pori yang banyak pada batuan andesit menyebabkan bervariasinya nilai porositas sehingga memungkinkan untuk tertampungnya air. Penampungan air pada pori-pori batuan andesit menyebabkan terbentuknya lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan mikroorganisme perintis dan menyebabkan terjadinya biodeteriorasi (Konservasi Borobudur, 2012; Kanaori *et al.*, 2000; Buscot, 2000). Biodeteriorasi batuan merupakan adanya agen biodeteriogen berupa mikroorganisme yang berperan dalam proses pelapukan batuan. Adanya proses pelapukan yang disebabkan oleh biodeteriogen antara lain dari bakteri, algae, lichen, maupun lumut (Habibi, 2016).

Permasalahan kerusakan batuan cagar budaya yang disebabkan oleh biodeteriorasi dapat dicegah melalui analisa penanganan melalui zat alami sebagai salah satu upaya mempertahankan keberadaan Cagar Budayanya. Sehingga minyak atsiri yang berasal dari Jahe, kulit jeruk dan serai wangi yang

divariasikan dengan nigarin atau sari bahari dapat dijadikan sebagai alternatif pelestarian cagar budaya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Qualitative research* (riset kualitatif), merupakan jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang tidak dapat dicapai dengan menggunakan prosedur statistik atau cara kuantifikasi lainnya. Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Candi Gedongsongo yang beralamat di Desa Candi, Bandungan, dan Desa Jubelan, Sumowono, Semarang, Jawa Tengah pada tanggal 10 September 2019 - 28 Januari 2020. Penelitian dimulai dari tahap pengumpulan data yang meliputi: (1) Study Literatur yang dilakukan dengan cara mempelajari dan membaca buku, literatur baik dari media elektronik maupun media cetak yang ada hubungannya dengan permasalahan yang menjadi obyek penelitian. (2) Observasi yang menggunakan teknik observasi kualitatif yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung ketempat obyek penelitian dan melakukan pengamatan di lingkungan masyarakat sekitar, serta pengunjung- pengunjung yang berkunjung ke objek penelitian. (3) Wawancara dan sosialisasi kepada beberapa narasumber dari Juru Pelihara Cagar Budaya BPCB Jawa Tengah di Kawasan Candi Gedongsongo, Kepala Bagian Seksi Cagar Budaya Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Kendal, serta Staff Seksi Cagar Budaya Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Kendal. (4) Dokumentasi berupa hasil pemotretan candi itu sendiri dan pemotretan terhadap narasumber-narasumber beserta peneliti ketika melakukan penelitian di Kawasan Candi Gedongsongo. (5) Uji Laboratorium untuk menguji kandungan minyak atsiri dari Jahe, Kulit jeruk, dan Sereh wangi serta nigarin sebagai bahan utama dari pembuatan produk bahan alami pencegah pelapukan pada bebatuan candi Gedongsongo.

Prosedur Kerja

Pembuatan produk "*Weaption Oil*" dalam penelitian ini meliputi: a) Pengumpulan bahan baku (*pre-treatment*) berupa jahe,

kulit jeruk, serai wangi, dan nigarin dan juga peralatan berupa alat destilasi, pisau, baskom, blender, dan penyaring. b) Pencucian (*washing*) bahan berupa jahe, kulit jeruk, serai wangi hingga bersih menggunakan air mengalir. c) Pemotongan (*cutting*) bahan baku jahe, kulit jeruk, dan serai wangi dengan menggunakan pisau yang bertujuan untuk memperkecil ukuran bahan sehingga mempermudah dalam proses penghalusan. d) Penghancuran (*smashing*) bahan baku berupa jahe, kulit jeruk, dan serai wangi yang telah dipotong, dihancurkan dengan menggunakan blender yang bertujuan untuk mengeluarkan minyak dari ketiga bahan. e) Penyaringan (*Filtering*) berupa jahe, kulit jeruk, dan serai wangi yang telah dihaluskan dengan menggunakan kain kasa untuk memisahkan sarinya. f) Penyulingan (*Distillation*) dilakukan dengan alat distilasi buatan untuk memisahkan air dan minyak atsiri melalui metode hidrodestilasi yaitu suatu metode dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah mengalami pemecahan struktur kimia pada suhu 70°C menjadi fase gas yang kemudian dilakukan pendinginan menggunakan aliran air sehingga menghasilkan minyak berupa minyak atsiri. g) Pendinginan (*Cooling*) bertujuan untuk mengurangi suhu panas pada minyak atsiri sebelum pencampuran dengan nigarin.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Weapon Oil Berbasis Minyak Atsiri

Minyak atsiri diperoleh dari proses destilasi dari bahan-bahan seperti serai wangi, kulit jeruk dan belimbing wuluh. Proses destilasi yang digunakan adalah tiga tahap dan dari hasil destilasi tahap ketiga bahan sebanyak 750 gram serai wangi, 1500 gram kulit jeruk, dan 1500 gram belimbing wuluh diperoleh minyak atsiri sebanyak 20 gram. Yield minyak atsiri dari proses destilasi di hitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Yield Minyak atsiri} = \frac{\text{massa minyak atsiri}}{\text{massa total bahan minyak atsiri}} \times 100\%$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh bahwa Yield minyak atsiri sebesar 0,534%, yang artinya bahwa hampir separuh dari bahan

dasar yang digunakan dapat menghasilkan minyak atsiri. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa produksi minyak atsiri dari bahan waste organic cukup efektif sebagai salah satu Langkah atau Gerakan untuk mengurangi limbah organic dengan nilai ekonomi yang cukup tinggi dan bermanfaat luas sebagai anti bakteri (Karimah & Aryani, 2021; Cui *et al.*, 2019), Anti Inflamasi (Cendana *et al.*, 2021), anti mikroba (Motelica *et al.*, 2021), antibacterial pada food packaging (Ju *et al.*, 2019) dan lain-lain. Warna minyak Atsiri yang dihasilkan dari bahan serai wangi, kulit jeruk dan blimbing wuluh

Pada proses pembuatan *weapon oil* berbasis minyak atsiri dilakukan dengan cara mencampurkan minyak atsiri dengan air suling dan nigarin dengan komposisi seperti ditunjukkan Tabel 4.1.



Air Suling



Minyak Atsiri



Nigarin

Uji Antibakteri Minyak Atrisi (Jahe, Serai Wangi, dan Kulit Jeruk)

Uji antibakteri minyak atsiri yang berasal dari jahe, serai wangi dan kulit jeruk mampu menghambat pertumbuhan mikroba uji dengan variasi rata-rata diameter daerah bebas mikroba yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena kandungan beberapa komponen senyawa aktif dalam minyak atsiri seperti linalool. Uji Antibakteri dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya hambat minyak atsiri dari serai wangi, kulit jeruk dan jahe

terhadap mikroba. Uji tersebut dilakukan di Laboratorium Kimia FSM Universitas Kristen Satya Waca pada tanggal 24 Januari 2020. Minyak atsiri (serai wangi, jahe, dan kulit jeruk) mempunyai zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* sebesar 1,2 mm. Sedangkan zona hambat minyak atsiri terhadap bakteri *Bacillus subtilis* sebesar 7,1 mm.

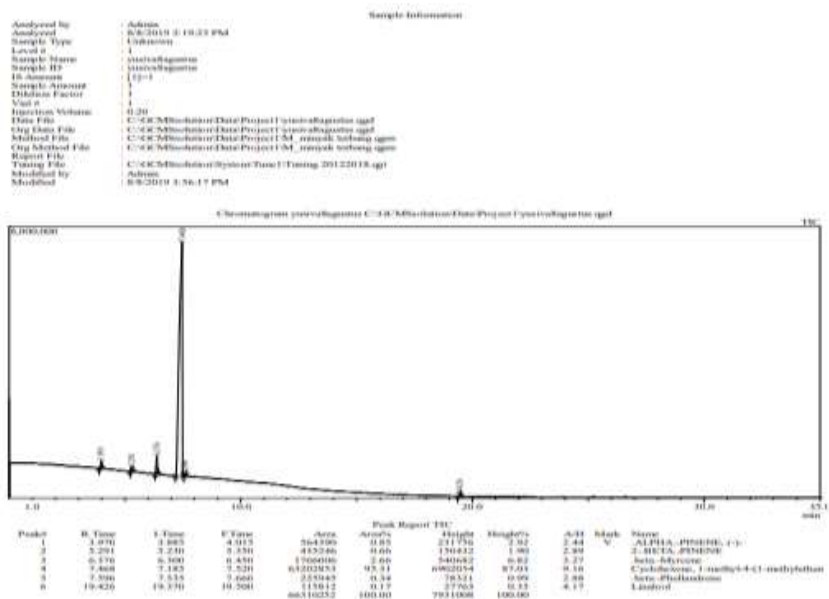
Uji GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*)

Uji GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia minyak atsiri dari serai wangi, kulit jeruk dan jahe di dalam protein yang terdapat di dalam "Weaption Oil". Uji tersebut dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang pada tanggal 15 September 2019. Data hasil pengujian GC-MS kandungan minyak atsiri dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Uji Kandungan Senyawa "*Weaption Oil*"

R. Time	Nama Senyawa	Area %
3.970	<i>Alpha Pinene</i>	0.85
5.291	<i>2 - Beta Pinene</i>	0.66
6.376	<i>Beta Myrcene</i>	2.66
7.468	<i>Cyclohexene</i>	95.31
7.596	<i>Beta Phellandrene</i>	0.34
19.426	<i>Linalool</i>	0.17

Dari data yang diperoleh, kandungan minyak atsiri pada produk *Weaption Oil* mampu digunakan sebagai bahan alami pencegah serta penghambat pertumbuhan lumut pada batuan candi. Dengan kandungan senyawa aktif di antaranya *.ALPHA-PINENE*, *2-BETA-PINENE*, *beta-Phellandrene*, *Cyclohexene*, *Linalool* yang terdapat pada minyak atsiri mampu mencegah serta menghambat pertumbuhan lumut dan jamur pada batuan candi. Hasil Uji GC-MS kandungan minyak atsiri dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil Uji GC-MS Kandungan Minyak Atsiri

Uji Kandungan Nigarin

Nigarin atau bittern merupakan larutan sisa pembuatan garam dengan proses kristalisasi dan peningkatan konsentrasi pada air laut. Uji kandungan nigarin atau bittern melalui metode uji Titrimetri, Spektrofotometri, Gravimetri, dan uji AAS yang dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dalam Bittern sehingga mampu dianalisis senyawa magnesium mampu menghambat pertumbuhan lumut dan pembekuan air pada pori-pori batuan candi. Uji tersebut dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya. (Terlampir) Dari data yang diperoleh, kandungan magnesium sebesar 7,32% pada produk "Weaption Oil" mampu digunakan sebagai bahan alami pencegah pembekuan air pada pori-pori batuan candi.

Uji Rendemen Efektifitas "Weaption Oil"

Hasil isolasi minyak atsiri pada serah wangi, kulit jeruk dan jahe yang diperoleh dengan metode hidrodistilasi menggunakan alat destilasi. Dari hasil destilasi ketiga bahan sebanyak 750 gram jahe, 1500 gram kulit jeruk, dan 1500 gram serai wangi diperoleh

minyak atsiri sebanyak 30 gram. Penggunaan “*Weaption Oli*” dapat diaplikasikan sebagai bahan pencegah dan pembasmi lumut atau jamur pada batuan candi. Minyak atsiri yang digunakan adalah campuran dari minyak atsiri jahe, kulit jeruk, dan sereh wangi dan nigarin.

Dari sebanyak 3750 gram bahan mentah diperoleh minyak atsiri sebanyak 30 gram (b/b) dengan persentase sebesar 0,8 % yang diperoleh dari perhitungan berikut:

$$x = \frac{\text{Berat Minyak Atsiri}}{\text{Berat (sereh+kulit jeruk+jahe)}} \times 100\% \quad (1)$$

$$x = \frac{30 \text{ gram}}{3750 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$x = 0,8\%$$

Pengolahan minyak atsiri pada penelitian ini dengan menggunakan metode hidrodistilasi yaitu suatu metode dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas yang kemudian dilakukan pendinginan menggunakan aliran air sehingga menghasilkan minyak berupa minyak atsiri. Variasi bahan dalam pembuatan minyak atsiri yang berasal dari ketiga bahan yaitu serai wangi, kulit jeruk dan jahe yang akan dicampurkan sebelum proses destilasi.

Tabel 4.2. Variasi Perbandingan Serai Wangi, Kulit Jeruk dan Jahe Dalam Pembuatan Minyak Atsiri

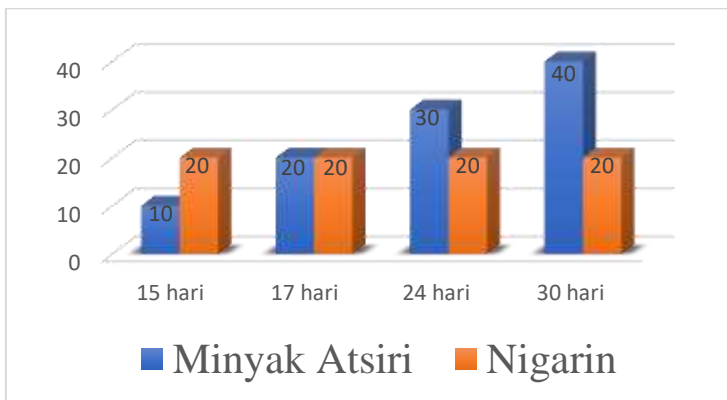
No	Pembuatan Minyak Atsiri			Perolehan Minyak (ml)	Rendemen (%)
	Jahe	Kulit Jeruk	Serai Wangi		
1.	750	1500	750	17	0,567%
2.	750	750	750	12	0,533%
3.	750	1500	1500	30	0,8%
4.	1500	750	1500	25	0,667%

Pengaplikasian Weaption Oil secara langsung pada batuan candi menggunakan metode True Experiment. Metode ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian Weaption Oil dengan berbagai variasi sebagai bahan pencegah pertumbuhan lumut pada batuan candi dan benda cagar budaya berdasarkan lama waktu pencegahan. Setelah itu dilakukan variasi perbandingan antara minyak atsiri dan nigarin yang akan dicampurkan.

Tabel 4.3. Variasi Perbandingan Jumlah Bahan terhadap Waktu

No	Sampel	Minyak Atsiri (mL)	Nigarin (mL)	Waktu (Hari)
1.	A1	10	20	15
2.	A2	20	20	17
3.	A3	30	20	24
4.	A4	40	20	30

Dari data diatas, menunjukkan bahwa setiap penambahan minyak atsiri mampu meningkatkan efisiensi pencegahan pertumbuhan lumut dan jamur pada batuan candi pada suhu 15-200C. Sehingga pada data diatas dapat diketahui bahwa sampel 4 merupakan sampel produk yang paling efisien dalam pencegahan. Grafik efisiensi lama pertumbuhan lumut dapat dilihat dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Jumlah Bahan (mL) terhadap Waktu (Hari)

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa kenaikan efisiensi lama pertumbuhan lumut pada batuan candi dipengaruhi oleh kandungan dalam minyak atsiri. Semakin banyak minyak atsiri maka efisiensi produk akan lebih maksimal. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa kimia seperti Linanool, Cyclohexene yang terdapat pada minyak atsiri mampu mencegah serta menghambat pertumbuhan lumut dan jamur pada batuan candi.

Analisis SWOT (Strenght, Weakness, Opportunity, Threat)

Sasaran produk "*Weaption Oil*" adalah Badan Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) dan Dinas Kebudayaan serta Pengelola Kawasan Pusaka Cagar Budaya khususnya Candi. Penjualan produk *Weaption Oil* dilakukan secara langsung maupun tidak langsung melalui media sosial dan berkolaborasi dengan beberapa influencer. Pengaplikasian produk "*Weaption Oil*" dapat dilakukan dengan cara mengoleskan atau menyemprotkan produk "*Weaption Oil*" pada batuan candi sehingga melindungi batuan tersebut dari lumut dan pembekuan air pada pori-pori batu. Penggunaan "*Weaption Oil*" tidak terdapat banyak kendala, karena terbuat dari bahan alami yang ketersediaannya melimpah dan memiliki harga yang cukup terjangkau.

Dalam pengimplementasian produk "*Weaption Oil*" perlu dilakukan sosialisasi terhadap stakeholder yaitu, Badan Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) dan Dinas Kebudayaan khususnya Bidang Cagar Budaya untuk merekomendasikan produk kepada Pengelola Kawasan Pusaka Cagar Budaya. Dalam produk ini, kami menggunakan analisis SWOT yang menggambarkan secara umum tentang usaha yang akan di laksanakan dalam "*Weaption Oil*" sebagai usaha inovatif dan kreatif. Adapun analisis SWOT sebagai berikut:

1. Strength (Kekuatan)

"*Weaption Oil*" merupakan produk pencegah pelapukan kombinasi bahan alami yaitu minyak atsiri dan nigrin yang mampu digunakan untuk mencegah dan menghambat pertumbuhan lumut serta pembekuan air pada pori-pori batuan tanpa merusak struktur fisiknya.

2. *Weakness (Kelemahan)*

Dilihat dari aspek weakness adalah proses pembuatan salah satu bahan baku "*Weaption Oil*" yaitu minyak atsiri membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain itu minyak atsiri juga bersifat mudah menguap/volatil dan beberapa jenis mudah teroksidasi sehingga minyak atsiri mudah mengalami kerusakan.

3. *Opportunity (Peluang)*

"*Weaption Oil*" merupakan produk baru dari bahan alami yang mampu mencegah pelapukan yang aman tanpa menimbulkan kerugian/ efek samping dalam pengaplikasiannya. Selain itu pengaplikasian "*Weaption Oil*" sangat mudah dan memiliki daya tahan mencegah pertumbuhan lumut dan pembekuan air pada pori-pori batuan yang relatif lama.

4. *Threat (Ancaman)*

Produk "*Weaption Oil*" produk baru yang dikhawatirkan tidak diminati dengan baik karena banyak produk penghambat pertumbuhan lumut yang lebih efisien menggunakan bahan kimia. Dalam mengatasi masalah tersebut maka promosi dan sosialisasi produk ini dilakukan melalui berbagai media.

Penerapan pada Kehidupan Sehari-hari

"*Weaption Oil*" diproduksi dalam kemasan botol 120 ml dan 4 buah produk *Weaption Oil* mampu digunakan untuk satu buah bangunan candi dengan daya tahan pencegahan selama satu bulan pada suhu 15-20°C. Sasaran produk "*Weaption Oil*" adalah Badan Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) dan Dinas Kebudayaan serta Pengelola Kawasan Pusaka Cagar Budaya khususnya Candi.

Selain ditujukan utamanya untuk pencegahan pelapukan batuan candi, produk ini juga dapat dimanfaatkan padatrand rumah saat ini yang menggunakan batuan alam sebagai hiasan dinding. Finishing fasa di "*Weaption Oil*" ini dapat digunakan untuk melindungi ornamen pada bangunan rumah tinggal yang terbuat dari batuan alam, seperti hiasan berupa burung, patung dari batuan dan juga relief dari batuan pada dinding rumah-rumah mewah.

SIMPULAN

Simpulan yang didapat dari penulisan ini adalah proses pembuatan “*Weaption Oil*” melalui tahapan *pre-treatment, cutting, smashing, filtering, distillation and cooling*. “*Weaption Oil*” efektif sebagai produk pentabelcega pelapukan batuan candi dengan daya hambat selama 30 hari pada situs cagar budaya. “*Weaption Oil*” terbuat dari campuran minyak atsiri dengan kandungan senyawa aktif berupa *alpha-pinene, betha-pinene, betha-philendrene, cyclohexene* dan *linalool* yang mampu menghambat perkembangan jamur serta kandungan magnesium dalam nigrin yang mampu mencegah pembekuan air pada pori batuan. “*Weaption Oil*” dapat meningkatkan nilai jual pada limbah kulit jeruk yang didistilasikan dengan jahe dan serai wangi sehingga memiliki kandungan minyak atsiri tinggi dengan rendemen keefektifan sebesar 0,8%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Zainudin selaku Juru Pelihara Cagar Budaya BPCB Jawa Tengah di Kawasan Candi Gedongsongo, Bapak Suwandi selaku Kepala Bagian Seksi Cagar Budaya Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Kendal, Bapak Isnaeni Setyawan, dan Bapak Bapak Yuhan selaku Staff Seksi Cagar Budaya. Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Kendal.

DAFTAR PUSTAKA

- Burford, P.E., Kierans, M., & Gadd, M.G., 2003. Geomycology: Fungi in Mineral Substrata. *Mycologist*, 17, pp.98-107.
- Buscot, F., 2000. *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*. Berlin: Springerlink, pp.65-66.
- Cendana, Y., Adrianta, K.A., & Suena, Ni M.D.S., 2021. Formulasi Spray Gel Minyak Atsiri Kayu Cendana (*Santalum album L.*) sebagai Salah Satu Kandidat Sediaan Anti Inflamasi. *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 7(2), pp.84-89.

- Chutia, M., Bhuyan, DP., Pathak, MG., Sarma, TC., & P, Boruah., 2009. Antifungal Activity and Chemical Composition of Citrus Reticulata Blanco Essential Oil Against Phytopathogens from North East India. *Journal Food Science and Technology*, 42, pp.777-780.
- Cui, H., Zhang, C., Li, C., & Lin, L., 2019, Antibacterial Mechanism of Oregano Essential Oil, *Industrial Crops and Products*, 139(1), pp.111498.
- Habibi, Moh., 2016. Identifikasi Biodeteriogen sebagai Langkah Awal Konversi Benda Cagar Budaya. *Jurnal Konversi Cagar Budaya Borobudur*, 10(2), pp.23-30.
- Irwan, A., & Rosyidah, K., 2019. Potential of Essensial Oils from Limau Kuit: Local Lime Fruit of Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Basah*, 4(1), pp.197-202.
- Ju,J., Chen, X., Xie, Y., Yu, H., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, He., & Yao, W., 2019, Application of Essential Oil as a Sustained Release Preparation in Food Packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 92, pp.22-32.
- Kanaori, Y., Anaka, K., & Chigira, M., 2000. *Engineering Geological Advances in Japan for the New Millenium*. Amsterdam: Elsevier, pp.315.
- Kasuan, N., Muhammad, Z., Yusoff, Z., Rahiman, M.H.F., Taib, M.N., & Haiyee, A.Z., 2013. Extraction of Citrus hystrix d.c. (kaffir lime) Essential Oil Using Automated Steam Distillation Process: Analysis of Volatile Compounds. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 17(3), pp.359-369.
- Konservasi Borobudur., 2012. *Candi Borobudur*.
- Koul, O., Singh, G., Singh, R., & Singh, J., 2007. Mortalityand Reproductive Performance of Tribolium castaneum Exposed to Anethole Vapours at High Temperature. *Biopestic*, 3, pp.126-137.
- Manadiyanto., & Arthantiani, F.Y., 2011. Pemanfaatan Limbah Pembuatan Garam sebagai Upaya Peningkatan Pendapatan Petambak Garam di Pulau Madura. *Jurnal Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 2011.

- Nakahara, K., Alzoreky, S.N., Yoshihashi, T., Nguyen, H.T., & Trakoontivakorn, G., 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil From *Cymbopogon nardus* (Citronella grass). *JARQ Japan: Japan International Research Center for Agricultural Sciences*, 37(4), pp.249-52.
- Karimah, N., & Aryani, R., 2021. Studi Literatur Aktivitas Antibakteri Penyebab Jerawat dari Minyak Atsiri dan Formulasinya dalam Sediaan Mikroemulsi. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), pp.46-54.
- Motelica, L., Fikai, D., Oprea, O., Fikai, A., Trusca, R.D., Andronescu, E., Holban, D.M., 2021, Biodegradable Alginate Films with ZnO Nanoparticles and Citronella Essential Oil—A Novel Antimicrobial Structure. *Pharmaceutics*, 13(7), pp.1-24.
- Nurmansyah., 2016. Uji Efektivitas Beberapa Minyak Atsiri terhadap Pertumbuhan *Microsporum Canis* Secara in Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(1), pp.49-52.
- PDSPK Kemdikbud Statistik Kebudayaan., 2019. *Pusat Data dan Statistik Pendidikan dan Kebudayaan*. Jakarta: Setjen, Kemdikbud.
- Puspitasari, A.Y., & Yuliani, E., 2019. Konsep Pemanfaatan Bangunan Cagar Budaya di Kawasan Kota Lama Semarang. *Jurnal Planologi*, 16(1), pp.121-135.
- Riyanto., 2014. Minyak Atsiri sebagai Bahan Aktif Konservasi Benda Cagar Budaya. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 8(2).
- Kementerian Negara Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia., 2010. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2010 Tentang Cagar Budaya*. Jakarta: Kementerian Negara Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.