

POTENSI MINYAK ATSIRI DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN ISOLAT BAKTERI YANG DITEMUKAN DI CANDI BOROBUDUR

THE POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS IN INHIBITING THE GROWTH OF BACTERIAL ISOLATE FOUND IN BOROBUDUR TEMPLE

Oleh: Absari Hanifah¹, Biologi, FMIPA, UNY

absarihanifah@gmail.com

Evy Yulianti, M.Sc.² [evy_yulianti@ uny.ac.id](mailto:evy_yulianti@uny.ac.id)

¹ mahasiswa biologi UNY

² dosen biologi UNY

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri dari Candi Borobudur dan penghambatan pertumbuhan bakteri dengan minyak atsiri. Tempat penelitian yaitu di Laboratorium Mikrobiologi Balai Konservasi Borobudur, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdapat 16 sampel bakteri yang diambil dari relief Candi Borobudur pada lantai 2. Masing-masing sampel diambil dari 4 sisi bidang relief batu candi. Penelitian terdiri dari tahap persiapan, pengambilan sampel, karakterisasi bakteri, uji mikroskopi, pemilihan bakteri uji, dan uji minyak atsiri. Minyak atsiri yang digunakan adalah temulawak, nilam, dan daun cengkeh dengan konsentrasi masing-masing 10%, 20%, dan 30%. Bakteri yang digunakan sebagai isolat uji dengan minyak atsiri adalah isolat bakteri yang paling banyak ditemukan di batu lapuk dan tidak ditemukan pada batu relief kompak. Hasil menunjukkan minyak atsiri yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan bakteri adalah jenis nilam dengan konsentrasi 30% dengan rata-rata penghambatan 1,075 cm.

Kata Kunci : Bakteri, Minyak Atsiri, Borobudur

Abstract

The aim of this research was to know the inhibition of bacterial growth isolated from Borobudur Temple with essential oils. The research was done in Microbiology Laboratory of Borobudur Conservation Office, used a complete randomized design study technique. Samples taken from the reliefs of Borobudur Temple were 16 samples found on the 2nd floor. Each sample was drawn from 4 sides of the temple stone relief fields. The study consisted of preparation, sampling, bacterial characterization, microscopy test, selection of test bacterial, and antibacterial test using essential oils. Essential oils used were temulawak, patchouli, and clove leaves with concentrations of 10%, 20%, and 30% respectively. The bacterial used as a test isolate with essential oils were the most common bacterial found in decayed stones and were not found in compact stone reliefs. The result showed essential oil wick have the potential to inhibit the growth of bacteria was a type of patchouli with a concentration of 30% with an average of inhibition 1,075 cm.

Key words: Bacteria, Essential Oils, Borobudur.

PENDAHULUAN

Warisan Cagar Budaya dunia kompleks Candi Borobudur berdiri sejak abad ke-8 atau ke-9 Masehi terletak di Jawa Tengah. Dinding dan pembatasnya dihiasi relief yang indah seluas 2500m². Bahkan, ada pula yang memperkirakan dibangun dalam kurun waktu yang cukup lama secara bertahap dari tahun 780 hingga 833 M (Daud Aris Tanudirjo, 2007: 1). Umur batuan candi yang sudah lebih dari ratusan tahun lamanya ini telah masuk dalam daftar warisan dunia yang diakui oleh UNESCO. Batuan candi yang telah tua berisiko terkena berbagai kerusakan dan pelapukan yang harus dijaga. Penjagaan yang dilakukan selama ini adalah dengan melakukan konservasi candi.

Balai Konservasi Borobudur (BKB) merupakan badan berwenang dalam pengelolaan dan konservasi candi dengan mencegah kerusakan benda cagar budaya akibat tumbuhnya bakteri, lumut, dan mikroorganisme perusak batu candi yang lain. Namun selama ini proses konservasi masih menggunakan bahan kimia berbahaya seperti *5-bromo-3-sec-butyl-6-methyluracil (Hyvar-X)*, *xylophene*, *aldrin*, *malathion*, *parathion*, DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*) dan CCA (*Chromated Copper Arsenat*). Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai bahan yang ramah lingkungan sebagai pengganti bahan kimia untuk konservasi candi yaitu dengan minyak atsiri, yang diambil dari tanaman sereh wangi, cengkeh, pala, jahe karena mengandung zat-zat aktif seperti sitronelal, sitronelol, geraniol, eugenol, cineol, dan *camphene* yang dapat membasmi, membunuh, dan mengusir serangga, jamur, dan bakteri. Penggunaan minyak atsiri sebagai bahan konservasi aman terhadap lingkungan, manusia, dan

mampu mencegah kerusakan (Riyanto, 2014: 4). Mikroorganisme penyebab kerusakan yang ditemukan di Candi Borobudur diantaranya adalah jamur, alga, dan bakteri. Bakteri merupakan salah satu jasad renik yang berbentuk seperti batang, peluru, dan sekrup. Bakteri termasuk makhluk hidup yang kasat mata. Untuk dapat mengamati dan mengenal bakteri secara seksama diperlukan mikroskop. Berdasarkan hasil penelitian di Candi Borobudur, bakteri dan jamur dapat mempercepat proses pelapukan. Batuan Candi Borobudur yang kaya mineral penting merupakan tempat yang tepat bagi tumbuhnya organisme saprofit. Mineral-mineral batuan tersebut bereaksi dengan bahan-bahan organik dan makhluk hidup saprofit sehingga terjadilah pelapukan. Mikroorganisme penyebab kerusakan yang ditemukan di Candi Borobudur diantaranya adalah bakteri, alga, dan jamur. Bakteri yang tumbuh di Candi Borobudur di antaranya adalah bakteri fotoautotrof yang dapat mensintesis senyawa organik dengan menggunakan energi cahaya matahari tidak langsung. (Riyanto, 2014: 5). Oleh karena itu, pencegahan dari pertumbuhan mikroorganisme pelapuk batuan perlu dilakukan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan bahan alam minyak atsiri dalam menghambat pertumbuhannya. Dampak adanya bakteri pada batuan candi akan mempercepat proses pelapukan dan menghilangkan tekstur asli batu.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Balai

Konservasi Borobudur selama 1 bulan mulai tanggal 9 Oktober – 9 November 2017.

Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian meliputi semua isolat bakteri yang diambil di lantai 2 Candi Borobudur. Sampel penelitian yaitu 1 isolat bakteri pada relief batu lapuk Candi Borobudur.

Prosedur

Prosedur penelitian ini yaitu terdiri dari tahap persiapan, pengambilan sampel, karakterisasi bakteri, uji mikroskopi, pemilihan bakteri uji, dan uji minyak atsiri. Minyak atsiri yang digunakan adalah temulawak, nilam, dan daun cengkeh dengan konsentrasi masing-masing 10%, 20%, dan 30%.

Teknik Pengumpulan Data

Medium yang ditumbuhi bakteri diberi perlakuan dengan minyak atsiri menggunakan *paperdisk* selanjutnya diukur zona penghambatan *paperdisk* pada medium menggunakan jangka sorong setelah 24 jam.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Karakterisasi Bakteri Isolat Candi Borobudur

Hasil karakterisasi morfologi dari jenis bakteri yang ditemukan pada saat pengambilan sampel di area sisi Barat blok F, Timur Blok D, Selatan blok C, dan Utara blok C pada lantai 2 Candi Borobudur diantaranya ditemukan 5 jenis bakteri yang ditemukan di relief batu lapuk. Sedangkan pada relief batu kompak ditemukan 10 jenis

bakteri. Sehingga jenis bakteri keseluruhan yang ditemukan adalah 15 jenis bakteri..

Berdasarkan karakterisasi morfologi sampel bakteri pada batu lapuk, dihasilkan data terdapat 3 sampel yang memiliki karakteristik sama dan 2 jenis bakteri yang memiliki karakteristik berbeda. Tiga jenis bakteri tersebut adalah yang ditemukan pada lokasi barat, satu sampel pada sisi Utara sampel ke 2, dan satu sampel pada sisi selatan. Memiliki karakteristik bentuk *ireguler*, elevasi *crateriform*, *margin lobate*, dan *kontur smooth*. Sedangkan 1 jenis bakteri yang ditemukan pada sisi Utara sampel ke 1 memiliki karakteristik bentuk *ireguler*, elevasi *umbonate*, *margin lobate*, dan *kontur contoured*, dan satu sampel pada daerah timur ditemukan satu jenis yang berbeda dengan ciri-ciri *ireguler*, *crateriform*, *undulate*, *smooth*.

Berdasarkan karakterisasi morfologi pada sampel yang diambil dari relief batu kompak dihasilkan 9 jenis bakteri yang berbeda-beda karakteristiknya dan tidak terdapat jenis bakteri yang sama. Hal ini membuktikan bahwa jenis bakteri pada batu kompak lebih banyak jenis keanekaragaman bakterinya dibandingkan dengan jenis bakteri yang terdapat pada relief batu lapuk. Namun berdasarkan pengamatan pada batu lapuk ditemukan bakteri yang sama pada beberapa sampel yang diambil. Hal ini menunjukkan terdapat bakteri dominan pada relief batu yang lapuk. Sedangkan berdasarkan pengamatan pula, bakteri yang ditemukan pada relief batu lapuk tidak ada yang sama dengan bakteri yang ditemukan pada batu kompak. Oleh karena itu dapat dijadikan sebagai acuan penelitian dalam pemilihan bakteri yang akan diujikan selanjutnya menggunakan minyak atsiri. Uji penghambatan dengan minyak atsiri akan dipilih jenis bakteri dominan yang tumbuh

pada batu lapuk dan tidak terdapat pada batu kompak. Yaitu bakteri yang ditemukan pada sampel yang diambil di sisi Barat, Utara, dan Selatan dengan kode BL, UL2, dan SL.

Hasil Uji Mikroskopi Bakteri

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, setelah didapatkan data mengenai ciri morfologi bakteri isolat yang diambil dari relief batu Candi Borobudur, kemudian dilakukan pengamatan secara mikroskopi untuk melengkapi ketepatan data dari pengamatan secara morfologi selain itu untuk mengetahui karakteristik bentuk dan jenis bakteri merupakan bakteri positif atau negatif.

Berdasarkan teori yang dikatakan oleh Khairunnisa (2016: 8) mengatakan bahwa ciri-ciri bakteri gram negatif adalah sebagai berikut:

1. Struktur dinding sel nya tipis, sekitar 10-45cm, berlapis tiga atau *multi layer*
2. Dinding selnya mengandung lemak lebih banyak (11-12%), peptidoglikan terdapat pada lapisan kaku, sebelah dalam dengan jumlah sedikit 10% dari berat kering, tidak mengandung asam laktat.
3. Kurang rentan terhadap senyawa penisilin.
4. Tidak resisten terhadap gangguan fisik.

Sedangkan ciri-ciri bakteri gram positif diantaranya adalah:

1. Struktur dindingnya tebal

2. Dinding selnya mengandung lipid yang lebih normal
3. Bersifat lebih rentan terhadap penisilin.
4. Pertumbuhan dihambat secara nyata oleh zat-zat seperti ungu kristal.
5. Komposisi yang dibutuhkan lebih rumit.
6. Lebih resisten terhadap gangguan fisik

Berdasarkan teori yang ada dapat disimpulkan bahwa pengamatan secara morfologi dan mikroskopi menunjukkan bahwa bakteri yang ditemukan pada batu lapuk memiliki ciri berbeda baik dari penampakan morfologi maupun mikroskopi. Oleh karena itu penetapan bakteri yang akan diuji yang diduga dapat mengakibatkan pelapukan adalah bakteri dengan kode isolat yang ditemukan pada sampel yang diambil di sisi Barat, Utara, dan Selatan dengan kode BL, UL2, dan SL. Yaitu jenis bakteri berwarna merah, bentuk basil, dan termasuk bakteri negatif.

Hasil Pengujian Penghambatan Bakteri dengan Minyak Atsiri

Tabel 7. Hasil Uji Rata-Rata Penghambatan Bakteri

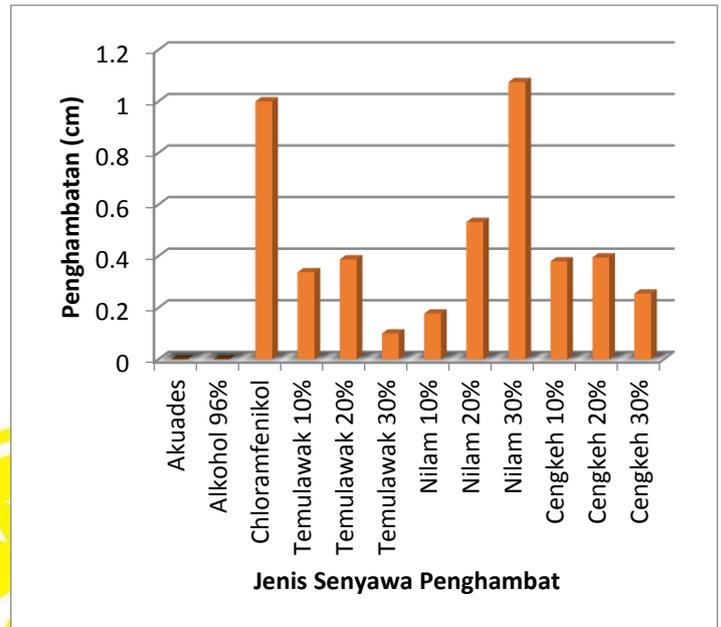
Senyawa yang digunakan	Rata-Rata Penghambatan (cm)
Akuades	0
Alkohol 96%	0
<i>Chloramfenikol</i>	1,0075
Temulawak 10%	0,3375
Temulawak 20%	0,3875
Temulawak 30%	0,1
Nilam 10%	0,1775
Nilam 20%	0,5325
Nilam 30%	1,075
Cengkeh 10%	0,38
Cengkeh 20%	0,395
Cengkeh 30%	0,255

Berdasarkan hasil rata-rata menunjukkan bahwa kontrol positif dan kontrol negatif bekerja secara efektif, yaitu sebagai kontrol positif *chloramfenikol* berhasil menghambat 1,0075cm, kemudian alkohol 96% dan akuades tidak menghambat. Selain itu minyak atsiri potensial yang dapat menghambat bakteri terbanyak adalah minyak atsiri nilam dengan konsentrasi 30% dengan diameter penghambatan 1,075cm melebihi dari kontrol positifnya yaitu *chloramfenikol*.

Hasil rata-rata penghambatan yang berpotensi sebagai antibakteri dari tiap minyak atsiri diantaranya adalah Nilam dengan konsentrasi 30%, Temulawak konsentrasi 20% dengan diameter

penghambatan 0,3875cm, dan Cengkeh konsentrasi 20% dengan diameter penghambatan 0,395cm.

Hasil rata-rata tersebut disajikan pada grafik dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Rata-Rata Penghambatan Pemberian Larutan Terhadap Bakteri Isolat Candi Borobudur

menunjukkan bahwa minyak atsiri paling efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri isolat Candi Borobudur adalah minyak atsiri Nilam konsentrasi 30% dengan diameter penghambatan 1,075cm yang melebihi penghambatan *chloramfenikol* dengan diameter penghambatan 1,0075cm.

Hasil Pengujian Penghambatan Bakteri dengan Kontrol Positif dan Negatif

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dibandingkan dengan teori

yang ada, penghambatan pertumbuhan bakteri oleh minyak atsiri merupakan salah satu alternatif pemanfaatan bahan alam yang tidak berbahaya untuk diaplikasikan bagi manusia sendiri dibandingkan dengan zat kimia berbahaya sebagai antibakteri. Proses penghambatan bakteri oleh minyak atsiri terjadi dikarenakan kemampuannya untuk berikatan dengan protein ekstraseluler dan dinding sel bakteri. Semakin bersifat lipofilik, maka semakin dapat melakukan disrupti terhadap membran sel bakteri. Mekanisme penghambatannya diduga melalui merusak lipid bilayer membran sel akibat gugus hidrofobik yang dimilikinya. (Gunawan, 2010: 106-107). Sedangkan menurut Bakkali *et al.* (dalam Diastri, 2015: 12) mekanisme kerja minyak atsiri dalam membunuh bakteri adalah dengan cara mengubah permeabilitas membran sel, menghilangkan ion-ion dalam sel, menghalangi proton-pump, dan menurunkan produksi adenosin trifosfat (ATP). Minyak atsiri bersifat lipofilik yang dapat melewati dinding bakteri karena dinding bakteri terdiri atas polisakarida, asam lemak, dan fosfolipid. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga dapat membunuh bakteri. Mekanisme kerja minyak atsiri adalah dengan menghambat stabilitas membran sel bakteri dan menyebabkan material sitoplasma menghilang.

Kandungan yang ada pada minyak atsiri nilam, temulawak, dan cengkeh sebagian besar memiliki kandungan unsur yang hampir sama yang berpotensi sebagai antibakteri. Berdasarkan pendapat dari Gunawan (2010) mengatakan bahwa sebagian besar komponen penyusun minyak atsiri adalah senyawa golongan fenil propana. Senyawa ini mengandung cincin fenil C6 dengan rantai samping berupa propana C3. Sebagai contoh senyawa golongan fenil ini adalah sinamilaldehida, anetol, eugenol, feniletil, anisaldehida, dan metil salisilat. Berdasarkan uji kandungan unsur pada minyak atsiri dihasilkan komponen utama senyawa minyak atsiri temulawak adalah *Longipinene* 27,15% area, *α -Curcumene* 20,55% area, *Phenol* 13,37% area, dan *Camphor* 9,79% area (Sri Wahyuni, 2015: 17-18). Dan komponen senyawa utama minyak atsiri nilam adalah *patchouli* alkohol 24,62% area, Δ -*Guaiene* 17,07% area, *α -Guaiene* 13,62% area, *α -Patchoulene* 8,76% area. Senyawa *Patchouli* alkohol merupakan komponen utama minyak ilam bersama dengan *α -Patchoulene* (Sonwa dalam Sri Wahyuni, 2015: 15-16).

Selain itu menurut Putra dalam (Diastri, 2015: 11-12) sifat daya hambat senyawa fenol terhadap mikroba disebabkan karena gugus hidroksil yang dimilikinya dapat berinteraksi dengan protein membran sel mikroba melalui

ikatan hidrogen sehingga protein tersebut kehilangan fungsinya. Gugus hidroksil dapat menjadi donor hidrogen yang sangat baik untuk membentuk ikatan hidrogen dengan gugus karbonil pada protein. Protein dan fosfolipid merupakan senyawa penting yang menyusun membran sel mikroba, yang mana protein di sini berfungsi sebagai pengatur keluar-masuknya material dari dan ke dalam sel.

Oleh karena itu, kandungan yang dimiliki oleh ketiga jenis minyak atsiri yaitu nilam, cengkeh, dan temulawak terbukti berpotensi sebagai antibakteri. Karena memiliki beberapa kandungan utama seperti fenol yang dapat memberikan efek sebagai antibakteri pada bakteri uji hasil isolate dari Candi Borobudur.

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian penghambatan bakteri dengan minyak atsiri yang paling berpotensi menghambat adalah minyak nilam dengan konsentrasi 30% dengan rata-rata penghambatan 1,075 cm. Sedangkan urutan minyak atsiri yang berpotensi dalam penghambatan pertumbuhan bakteri Candi Borobudur adalah minyak atsiri nilam, cengkeh, kemudian temulawak.

Saran

Saran yang dapat dilakukan selanjutnya adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian mengenai identifikasi bakteri yang lebih lengkap dari isolat yang didapatkan di Candi Borobudur.

2. Perlu dilakukan pengujian menggunakan jenis minyak atsiri yang lain untuk mengetahui potensi yang lebih baik sebagai antibakteri..

Daftar Pustaka

AATCC Technical Manual. (2004). *AATCC Test Method 100-1999, Antibacterial Finishes on Textile Materials*,

AATCC Technical Manual. (2004). *AATCC Test Method 147-1998, Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials*.

Arrachman, Khairunnisa. (2016). *Mikrobiologi Pewarnaan*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.

Chaerun, S.K. (2010). *Presentasi Kuliah Biomineralogi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Danni, G.H. (2011). *Proses Pembentukan Biopatina Pada Batuan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Daud Aris Tanudirjo. (2007). Borobudur yang Inspirational. *Jurnal*. Volume 1, Nomor 1. Hlm.: 1-4.

Diastri, N.S.D. (2015). Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Batang Sereh (*Cymbopogon Citratus*) Terhadap *Propioni bacterium Acnes* Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Jember: UNJ.

Golan, Oded. (2011). *Organic Chemistry, 5 EthPrinsip dan Mekanisme Biomineralisasi The Authenticity of the James Ossuary and the Jehoash Tablet Inscriptions – Summary of Expert Trial Witnesses*. Rangkuman Testimoni, Israel Antiquities Authority: Tel Aviv.

Gunawan Didik, Sri Mulyani. (2010). *Ilmu Obat Alam (Farmakognosi)* jilid I. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal 106-107.

Ihwan. (2011). Balai Konservasi Borobudur profil. <http://konservasiborobudur.org/balai-konservasi->

- _____. [borobudur.html](#). diakses pada 1 Oktober 2017.
- _____. (2014). Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur. *Jurnal*. Volume 8, Nomor 2, Desember 2014, Hal 4-10.
- Koul, O., S. Walia, and G. S. Dhaliwal. (2008). *Essential oils as green pesticides: Potential and constrains. Biopesticides*. Int. 4 (1): 63-84.
- Krumbein, Wolfgang E. (1997). *Cultural Heritage – a Geomicrobiologist's Perspective. Biotechnologies in Cultural Heritage Protection and Conservation: Biodeterioration and its control Patina*.
- Madigan, Michael T; Martinko, John M; Dunlap, Paul V; dan Clark, David P. (2009). *Brock: Biology of Microorganism 12th editon*. Pearson Benjamin Cucmings: San Francissco.
- Pratiwi, Arini Eka. (2015). Isolasi Seleksi dan Uji Aktivitas Antibakteri Mikroba Endofit dari Daun Tanaman *Garcinia benthami* Piere Terhadap *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *S. dysenteriae*, dan *S. typhimurium*. *Skripsi*. Jakarta: UIN.
- Pratiwi, Sylvia T. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Gelora Aksara Pratama. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Riyanto. (2014). Minyak Atsiri sebagai Bahan Aktif Konservasi Benda Cagar Budaya. *Journal*. Volume 1, Nomor 1, Hal 4-10.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. FMIPA Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sudaryani, T dan Sugiharti, E. (1992). *Budidaya dan Penyulingan Nilam*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tatang Wahyudi Doni Sugiyana, Qomarudin Helmy. (2011). Sintesis Nano Partikel Perak dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. *Journal*. Volume 1, Nomor 1, Hal 56.
- Undri Rastuti, Senny Widyaningsih, Dwi Kartika, Dian Riana Ningsih. (2013). Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Pala Dari Banyumas Terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* Serta Identifikasi Senyawa. *Skripsi*. UNSOED: FMIPA.
- Wahyuni, Sri. (2015). Minyak Atsiri untuk Cagar Budaya Berbahan Batu. *Journal*. Volume 1, Nomor 1, Hal 15-18.
- Wahyuni, Sri. (2016). Minyak Atsiri untuk Cagar Budaya Berbahan Batu. *Journal*. Volume 2, Nomor 2, Hal 17.
- Wasitaningrum, Ika Dyah Ayu. (2009). Uji Resistensi Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dari Isolat Susu Sapi Segar Terhadap Beberapa Antibiotik. *Skripsi*. Surakarta: UMS.
- Winda Diah P, Hari Setyawan, Dian Eka Puspita. (2010). *Kearsitekturan Candi Borobudur Seri-3*. Balai Konservasi Borobudur hal 1-2.