

Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat Aromaterapi Antimikroba dan Aplikasinya

Hermin Pancasakti Kusumaningrum¹, Hersugondo², Muhammad Zainuri³, Lilis Sugiarti⁴

¹Program Studi Bioteknologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomika dan Bisnis, Universitas Diponegoro, Semarang

³Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

⁴Departemen Farmasi, Institut Teknologi Kesehatan Cendekia Utama, Kudus

¹herminpk@live.undip.ac.id

Received: 23 September 2024; Revised: 11 November 2024; Accepted: 10 Desember 2024

Abstract

Essential oil plants are the main characteristic of Batang Regency where its essential oil products are ranked 3rd in Indonesia and mainly consist of clove oil, patchouli, and citronella. Indonesian essential oils have a market share of more than 90% of the world's needs or around 35-40% of the total value of essential oil exports. Batang Regency has around 30 UMKM (Usaha Kecil Menengah dan Mikro) that work synergistically in the field of essential oil production and processing entrepreneurship. However, the price of essential oils is very easy to fluctuate depending on the market. This causes the need for efforts to diversify various essential oil-based products that can be worked on by UMKM and elompo Wanita Tani (KWT) and diversification of essential oil-based products that have quite high economic value. The Community Service Activities carried out aim to teach the manufacture of diversified essential oil-based products. These activities are carried out through training in diversification of essential oil products in the form of making additional antimicrobial aromatherapy paint materials. The results of the activity show that MSMEs and KWT are able to make products that are marketed well and have economic value. Apart from that, they are also very interested in applying antimicrobial aromatherapy paint in their environment to create a healthier environment.

Keywords: *essential oil; diversification; Batang*

Abstrak

Tanaman atsiri merupakan unggulan ciri khas Kabupaten Batang dimana produk minyak atsirinya menempati peringkat ke 3 di Indonesia dan utamanya terdiri dari minyak cengkeh, nilam, dan serai wangi. Minyak atsiri Indonesia mempunyai pangsa pasar lebih dari 90% kebutuhan dunia atau sekitar 35-40% dari total nilai ekspor minyak atsiri. Kabupaten Batang memiliki sekitar 30 UMKM yang bekerja secara sinergis di bidang wirausaha produksi dan pengolahan minyak atsiri. Meskipun demikian, harga minyak atsiri sangat mudah naik turun bergantung pada pasar. Hal ini menyebabkan perlunya upaya diversifikasi berbagai produk berbasis atsiri yang dapat dikerjakan oleh UMKM (Usaha Menengah Kecil dan Mikro) dan Kelompok Wanita Tani (KWT) dan diversifikasi produk berbasis atsiri yang mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi. Pengabdian Masyarakat yang dilakukan bertujuan melatih pembuatan diversifikasi produk berbasis atsiri. Kegiatan dilakukan melalui pelatihan diversifikasi produk atsiri berupa pembuatan bahan tambahan cat aromaterapi antimikroba. Hasil kegiatan memperlihatkan UMKM dan

Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat Aromaterapi Antimikroba dan Aplikasinya

Hermin Pancasakti Kusumaningrum, Hersugondo, Muhammad Zainuri, Lilis Sugiarti

KWT mengerti dan mampu membuat produk yang disuluhkan dengan baik dan bernilai ekonomi. Selain itu mereka juga sangat tertarik untuk mengaplikasikan cat aromaterapi antimikroba di lingkungan mereka agar tercipta lingkungan yang lebih sehat.

Kata Kunci: minyak atsiri; diversifikasi; Batang

A. PENDAHULUAN

Minyak atsiri (essential oil) menjadi salah satu komoditas ekspor agroindustri potensial yang dapat menjadi andalan bagi Indonesia untuk mendapatkan devisa karena menyuplai lebih dari 70% dari kebutuhan dunia. Negara tujuan ekspor seperti USA, Eropa, Australia, Afrika, Cina, India, dan ASEAN (Emmyzar dan Ferry, 2004). Perkembangan industri komestik, parfum, dan farmasi juga menjadi pemicu meningkatnya kebutuhan minyak atsiri di tingkat nasional. Sebagian besar minyak atsiri Indonesia diekspor ke luar negeri (BPPS, 2013). Kebutuhan minyak nilam dunia pada tahun 2010 misalnya, mencapai 1500 ton. Dari jumlah tersebut 700 ton di antaranya dipasok dari Indonesia. Sementara kebutuhan dunia berkisar 1.200 ton/tahun dengan pertumbuhan sebesar 5%.

Minyak atsiri dikenal dengan nama minyak eteris atau minyak terbang, Minyak atsiri terdapat pada akar, batang, kulit batang, daun, biji, bunga, rimpang dan buah. Minyak atsiri merupakan senyawa organik yang bersifat mudah menguap, mempunyai rasa getir, dan bau mirip tanaman asalnya. atau sering pula disebut minyak essential. Minyak atsiri merupakan bahan baku untuk industri parfum, bahan wewangian, aroma, farmasi, kosmetika, aromaterapi dan bahan penyedap. Beberapa jenis minyak atsiri dapat digunakan sebagai zat pengikat bau (*fixative*) dalam parfum, misalnya minyak nilam, minyak akar wangi dan minyak cendana. Minyak yang berasal dari rempah - rempah digunakan sebagai bahan terapi dan penyedap (*flavoring agent*) misalnya cengkeh, lada, pala, kayu manis, ketumbar dan jahe (Ketaren. 1985).

Kabupaten Batang mempunyai sekitar 30 UKM yang bekerja secara sinergis di bidang wirausaha pengolahan minyak atsiri.

Hal ini terjadi karena Kabupaten Batang mempunyai area bahan baku tanaman atsiri yang sangat luas berupa cengkeh 2081.07 hektar dengan produksi 3139 Kw, diikuti serai wangi dan nilam. Luasnya mencakup tujuh wilayah kecamatan, di antaranya Kecamatan Tersono, Kecamatan Bawang, Kecamatan Reban, Kecamatan Pecalungan, Kecamatan Blado, Kecamatan Bandar, Kecamatan Wonotunggal. Ketersedian yang melimpah akan bahan baku minyak atsiri di Kabupaten Batang menjadikan harganya normal dan tidak membutuhkan biaya transportasi yang tinggi. Selain itu iklim dan kondisi lingkungan sangat mendukung untuk usaha minyak atsiri dimana rata-rata curah hujan tahunan mencapai 299,4 – 304,6 mm dengan rata-rata hari hujan 12-23 hari. Kabupaten Batang terletak antara 6° 51' 46" dan 7° 11' 47" Lintang Selatan dan antara 109° 40' 19" dan 110° 03' 06" Bujur Timur dengan elevasi yang cukup tinggi 0-1000 m (BPS, 2022). Kabupaten Batang mempunyai Gunung Prahu, Gunung Sipandu, Gunung Gajah Mungkur, Gunung Alang dan Gunung Butak. Selain suhu udara yang dingin sebesar 24-31° C, hal ini menyebabkan cukup banyak sumber air yang tersedia sebagai bahan input yang dibutuhkan dalam jumlah besar untuk usaha pengolahan minyak atsiri. Air berfungsi sebagai pendingin pada proses kondensasi dari uap menjadi cair pada proses penyulingan minyak atsiri.

Desa Selorejo Kecamatan Pecalungan mempunyai beberapa jenis tanaman atsiri yang banyak tumbuh yaitu cengkeh (*Syzygium aromaticum*), serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). Minyak atsiri dihasilkan melalui proses penyulingan yang dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara direbus, dikukus, dan penyulingan dengan uap. Daun tanaman atsiri kering dimasukkan dalam ketel berisi air

dan dipanasi. Sebelumnya bahan yang akan disuling, diperkecil ukurannya melalui proses pemotongan dan pengeringan atau pelayuan. Proses tersebut perlu dilakukan karena minyak nilam di dalam tanaman dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh, kantong minyak atau kelenjar rambut, sehingga bila bahan diperkecil, kecepatan pengeluaran minyak hanya tergantung dari proses difusi yang berlangsung sangat lambat. Pengecilan ukuran bahan biasanya dilakukan dengan pemotongan atau perajangan secara manual atau menggunakan mesin yang bertujuan agar kelenjar minyak dapat terbuka sebanyak mungkin. Proses pengolahan berikutnya adalah proses penguapan bahan dalam ketel air bersuhu lebih dari 100° C. Proses pemanasan dapat menggunakan bahan bakar berupa limbah daun yang telah disuling sebelumnya dengan dikeringkan terlebih dahulu. Kapasitas ketel penyulingan di Kabupaten Batang bervariasi, mulai dari 200 – 2.000 L. Ketel akan mengeluarkan uap, kemudian dialirkan lewat pipa yang terhubung dengan kondensor (pendingin). Uap berubah menjadi air. Air yang sesungguhnya merupakan campuran air dan minyak itu akan menetes di ujung pipa dan ditampung dalam wadah. Selanjutnya, dilakukan proses pemisahan sehingga diperoleh minyak nilam murni. Produksi minyak atsiri dari satu ketel berkapasitas satu ton adalah 4-5 kg. Kelebihan produk minyak atsiri Kabupaten Batang adalah kandungan senyawa kimia dan kualitasnya yang sudah memenuhi standar ekspor. Perkembangan harga minyak atsiri beberapa tahun di Kabupaten Batang dan Nasional untuk minyak nilam Rp 550.000-2.000.000/kg, minyak cengkeh Rp220.000. 1100.000/kg dan minyak serai wangi 220.000-900.000/kg.

Minyak atsiri dapat digunakan sebagai aromaterapi dan anti mikroba yang aman bagi lingkungan karena senyawa kimia yang dikandungnya. Minyak serai wangi misalnya mengandung neral, isoneral, geranial, isogeranial, geraniol, geranyl acetate, citronellal, citronellol, germacrene-D, and elemol, linalool L, asam butanoat, isopulegol, Tricyclo[5.2.1.0(1,5)]decane, dan citronellyl

acetate (Hossain *et al.*, 2020; Mukarram *et al.*, 2022). Minyak nilam mengandung senyawa patchouli alcohol, α -patchoulene, β -patchoulene, α -bulnesene, seychellene, norpatchoulenol, pogostone, eugenol and pogostol (Swamy and Sinniah, 2015). Senyawa kimia dalam cengkeh yang mempunyai aktivitas antimikroba adalah eugenol, (E)- β -caryophyllene, α -humulene, eugenol acetate, α -humulene, β -caryophyllene, dan eugenol (Linan-Atero *et al.*, 2024)

Aktivitas antimikroba minyak atsiri telah terbukti melawan bakteri *Edwardsiella* spp., *Vibrio* spp., *Aeromonas* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Flavobacterium* spp., *Pseudomonas* spp. dan *Streptococcus* spp. (Wei and Wee, 2013), melawan jamur *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* dan *Stachybotrys* (paten US11033024B2) dan alga yang berbahaya (paten KR20130038016A). Mikroba tersebut dapat menyebabkan cat tembok atau cat dinding rumah menjadi rusak, umumnya menimbulkan warna hitam dan bisa menyebabkan cat terkelupas. Tembok atau dinding pada permukaan suka ditempeli jamur *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* dan *Stachybotrys*. Selain itu beberapa mikroalga berbahaya juga suka merusak tembok antara lain dari golongan Cyanophyta, Chlorophyta, dan Streptophyta. Ketel penyulingan biasanya dibuat dari bahan antikorosi, seperti stainless steel, besi, atau tembaga berlapis aluminium. Meskipun demikian, tidak hanya korosi pada besi yang dapat merusak ketel namun juga mikroba.

Permasalahan utama yang dihadapi UKM Sumber Mulia Atsiri di Desa Selokarto Kecamatan Pecalungan Kabupaten Batang adalah kualitas alat produksi atsiri yang terbatas yaitu dari bahan yang dapat rusak lapisan luar ketel akibat mikroba yang dapat mengganggu kelangsungan produksi minyak atsiri. Permasalahan lain adalah tidak stabilnya harga minyak atsiri yang berakibat pada penurunan pendapatan pada saat nilai minyak atsiri terpuruk. Salah satu solusi yang telah diberikan dalam mengatasi masalah ini adalah pengembangan diversifikasi produk minyak

Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat Aromaterapi Antimikroba dan Aplikasinya

Hermin Pancasakti Kusumaningrum, Hersugondo, Muhammad Zainuri, Lilis Sugiarti

atsiri. Produk turunan minyak atsiri yang diproduksi UMKM dan KWT Sumber Mulia Atsiri perlu ditambah variasinya. Saat ini, produk yang dikembangkan berbasis atsiri berupa *handsanitizer*, pembersih lantai, sabun cuci piring dan parfum. Minat konsumen terhadap produk tersebut dinilai perlu ditingkatkan karena banyaknya pesaing produk serupa. Cara untuk mengatasi hal tersebut adalah pengembangan variasi produk diversifikasi minyak atsiri yang sesuai dengan kebutuhan UMKM, KWT dan konsumen. Kegiatan ini akan memberikan pelatihan pembuatan bahan tambahan cat aromaterapi antimikroba dari kombinasi berbagai minyak atsiri.

B. PELAKSANAAN DAN METODE

Kegiatan yang dilakukan berupa pembuatan formulasi bahan tambahan cat aromaterapi antimikroba dan antikorosi, pelatihan dan penerapan teknologi inovasi formulasi cat dengan kombinasi minyak atsiri dan nanopartikel dengan standar mutu yang telah ditentukan. Pembuatan bahan tambahan cat aromaterapi antimikroba dan antikorosi menggunakan bahan-bahan yang diproduksi oleh UMKM sendiri yaitu minyak cengkeh, minyak serai wangi, minyak nilam dan silver nano partikel. Cat yang dipakai dalam kegiatan ini adalah cat komersial. Penggunaan formula yang tepat telah diuji dulu dan dipatenkan dengan nomor pendaftaran S00202209188 (Kusumaningrum dkk., 2020). Pelatihan dilaksanakan di UKM Sumber Mulia Atsiri dan KWT. Pelaksanaan pelatihan dan pendampingan produksi dilakukan selama tiga bulan untuk meningkatkan kemandirian UKM dan kualitas produk yang dihasilkan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Selokarto merupakan salah satu daerah di Kecamatan Pecalungan yang mempunyai potensi produksi minyak atsiri yang cukup tinggi. Hal ini terbukti dengan terdapatnya beberapa tempat penyulingan di daerah tersebut seperti contoh yang diperlihatkan pada Gambar 1.

Keunggulan yang dimiliki oleh UMKM dan KWT di Desa tersebut adalah kemauan yang tinggi untuk selalu belajar, bekerja dan mengembangkan produk-produk yang dihasilkan menggunakan pendekatan Teknologi Tepat Guna. Hal ini terbukti dimulai utamanya saat pandemi COVID19 dimana minyak atsiri digunakan sebagai salah satu bahan untuk membuat hand sanitizer yang sangat dibutuhkan saat itu. Selanjutnya produk tersebut berkembang menjadi produk kebutuhan rumah tangga sehari-hari seperti pembersih lantai, sabun cuci piring dan parfum yang mampu menambah nilai ekonomi bagi Ibu-Ibu anggota KWT Desa Selokarto khususnya dan masyarakat pada umumnya.



Gambar 1. Tempat Penyulingan Minyak Atsiri di Desa Selokarto

Hasil kegiatan memperlihatkan bahwa masyarakat sangat antusias dalam membuat cat aromaterapi antimikroba (Gambar 2). Mereka ingin mencoba membuat sendiri, bahan ada yang ingin mengaplikasikannya di rumah mereka dan sekitarnya setelah mereka mencium aroma cat yang dihasilkan. Mereka sangat aktif bertanya tentang formula terbaik dan aman untuk digunakan di beberapa ruang di dalam rumah.

Aplikasi cat aromaterapi juga mengurangi bau menyengat yang ada di lingkungan sekitar. Pada Gambar 3 terlihat bahwa cat aromaterapi diterapkan pada Posko UMKM Sumber Mulia Atsiri dan KWT di

Desa Selokarto Kecamatan Pecalungan Kabupaten Batang. Pasca aplikasi cat tersebut, Posko mengeluarkan bau aromaterapi dan menghangatkan. Hal ini sangat membantu karena posko berdekatan dengan kandang kambing.



Gambar 2. Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Cat Aromaterapi Antimikroba pada Posko UMKM

Selain itu, aplikasi cat aromaterapi juga mampu menjaga dinding posko terhindar dari mikroba walaupun terletak di alam terbuka dan terkena hujan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, kandungan utama dalam minyak atsiri yang mempunyai aktivitas antimikroba utama adalah pada Serai wangi adalah citronellal dan citronellol (Kusumaningrum *et al.*, 2020; Kusumaningrum dkk., 2020).

Hossain *et al.*, 2020; Mukarram *et al.*, 2022). Minyak nilam mengandung senyawa patchouli alcohol, patchoulene dan eugenol sebagai senyawa utama antimikrobia (Swamy and Sinniah, 2015; Kusumaningrum *et al.*, 2023a). Senyawa kimia dalam cengkeh yang mempunyai aktivitas antimikroba utama adalah eugenol yang menyusun 50-70% dari komposisi semua senyawa kimia yang dikandungnya (Kusumaningrum *et al.*, 2023b; Linan-Atero *et al.*, 2024)



Gambar 3. Aplikasi Cat Aromaterapi Antimikroba pada Posko UMKM dan KWT
Cat aromaterapi yang diaplikasikan juga mencegah menempelnya nyamuk di dinding. Komposisi cat anti nyamuk yang berbahaya terdiri dari emulsi polimer, insektisida, biosida, pigmen, zat pendispersi, bahan pengisi, dan air. Insektisida berada dalam jumlah berkisar 0,9 hingga 1,1% massa dari total massa komposisi cat anti nyamuk (Menhrothra and Marathe, 2017; Kusumaningrum dkk, 2024).

Selanjutnya cat aromaterapi juga diaplikasikan pada ketel penyuling minyak atsiri untuk mencegah kerusakan dinding ketel akibat mikroba. Aplikasi tersebut diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Aplikasi Cat Aromaterapi Antimikroba pada Ketel Penyulingan Minyak Atsiri

Aplikasi cat aromaterapi pada ketel ternyata mencegah munculnya biofilm yang disebabkan oleh sekelompok mikroba yang bekerjasama. Akibatnya dinding ketel akan

Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat Aromaterapi Antimikroba dan Aplikasinya

Hermin Pancasakti Kusumaningrum, Hersugondo, Muhammad Zainuri, Lilis Sugiarti

semakin cepat rusak. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Dhouibi *et al.*, (2021). Dampak positif lain dari aplikasi cat aromaterapi pada dinding ketel maupun bangunan lain di UKM adalah manfaat kesehatan yang diperoleh oleh pekerja dan masyarakat. Selain itu, pembuatan cat aromaterapi telah menimbulkan minat pada UMKM untuk memproduksi dalam bentuk bahan tambahan cat yang dapat dicampur dengan cat komersial untuk mengurangi dampak negatif dari kandungan kimia cat bagi kesehatan.

D. PENUTUP

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat aromaterapi antimikroba dan aplikasinya, telah dilaksanakan dengan baik.

Simpulan

Pemberdayaan UMKM Atsiri Desa Selokarto Batang dalam Pembuatan Cat aromaterapi antimikroba dan aplikasinya, telah membuat masyarakat mengerti teknologi yang digunakan dalam pembuatannya dan mampu membuat secara mandiri. Selain itu pelatihan dan aplikasi yang dilakukan mampu meningkatkan minat masyarakat untuk membuat, mengaplikasikan dan menjual produk tersebut sehingga menjadi peluang ekonomi baru bagi masyarakat untuk membuat produk baru berbasis minyak atsiri. Selain itu dampak aplikasi cat aromaterapi antimikroba mampu meningkatkan kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Saran

Berdasarkan hasil kegiatan yang telah dilakukan maka perlu dilakukan evaluasi dan pendampingan dalam pemasaran produk bahan tambahan cat aromaterapi antimikroba yang telah dihasilkan agar terjadi keberlanjutan kegiatan.

Ucapan Terima Kasih

Tim pengabdian masyarakat mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada DRTPM Kemendikbudristek yang telah membiayai kegiatan ini melalui Program Diseminasi Inovasi dan Teknologi

(PDTI) melalui pendanaan No. 468/UN7.D2/PM/2024 dan Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi sehingga kegiatan dapat berlangsung dengan baik.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2013). Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial-Ekonomi Indonesia. Trends of Selected Socio-Economic Indicators of Indonesia. Februari, Katalog BPS : 3101015, Statistics Indonesia
- Badan Pusat Statistik.(2022) Kabupaten Batang dalam Angka
- Dhouibi, I., Masmoudi, F., Bouaziz, M., Masmoudi, M. 2021. A study of the anti-corrosive effects of essential oils of rosemary and myrtle for copper corrosion in chloride media. Arabian Journal of Chemistry. 14(2), 102961, <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.102961>.
- Emmyzar & Ferry, Y.. 2004. Pola budidaya untuk peningkatan produktifitas dan mutu minyak nilam (*Pogostemon cablin* benth). Balai penelitian tanaman rempah dan obat. Perkembangan teknologi tro xvi(2)
- Hossain, S.MZ., Razzak, S.A. & Hossain, M. M.. (2020). Application of Essential Oils as Green Corrosion Inhibitors. Review Article – Chemical Engineering. 45, 7137–7159
- Ketaren. S. 1985. Pengantar Teknologi Minyak Atsiri . Balai Pustaka.
- Kusumaningrum, H.P., Zainuri, M., Hersugondo, Sugiarti, L.(2024). Formula campuran cat aromaterapi anti nyamuk menggunakan sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan minyak atsiri. Formulir permohonan pendaftaran paten sederhana Indonesia no. S00202408137.
- Kusumaningrum, H.P., Zainuri, M., Hersugondo, Subagio, A.(2023). Formula cat kapal berbahan tambahan minyak atsiri dan silver nanopartikel. Formulir permohonan pendaftaran paten sederhana Indonesia no. S00202312404.
- Kusumaningrum, H.P., Ni'mah, R.S.

- Nurlindasari, Y., Imrani, A., Arrois, S., Purnomo, E., Arfiansyah, F.R., Setyowati, E., Loka, B.D. (2023a). Patchouli oil analysis of chemical components using FT-IR and GCMS method. AIP Conference Proceedings. 2738 040026-1 - 040026-7
- Kusumaningrum, H.P., Agung, G.W., Khoirudin, F.A., Khoiriyah, L., Amrullah, A.F., Hanifah, F., Listyanto, H.A., Zainuri, M., Widiassa, I.N., Gunawan, I. (2023b) Analysis of Chemical Compound in Essential Oil from Clove Stem Using the FTIR and GCMS Methods. AIP Conference Proceedings. 040028-1 - 040028-8
- Kusumaningrum, H.P., Zainuri, M., Hersugondo, Subagio, A.(2023c). Metode Pembuatan Cat Antimikroba Pemeriksaan substantif lanjut Paten Sederhana Indonesia no. S00202209188
- Kusumaningrum, H.P., Zainuri, M., Endrawati, H., Purbajanti, E.D., Ulya, H. (2020). Characterization of citronella grass essential oil of *Cymbopogon winterianus* from Batang region, Indonesia. IOP Journal of Physics: Conference Series 1524 (1), 012057. DOI 10.1088/1742-6596/1524/1/012057
- Liñán-Atero, R., Aghababaei, F., García, S.R., Hasiri, Z., Ziogkas, D., Moreno, A., & Hadidi, M. Clove Essential Oil: Chemical Profile, Biological Activities, Encapsulation Strategies, and Food Applications (2024). Antioxidants (Basel). 2024 Apr; 13(4): 488. doi: 10.3390/antiox13040488.
- Menhrothra & Marathe. (2017). An anti mosquito paint composition and a process for preparation thereof. WO2019025841A1
- Mukarram, M., Choudhary, S., Khan, M.A., Poltronieri, P., Khan, M.M.A, Ali, J., Kurjak, D., Shahid, M.(2021) Lemongrass Essential Oil Components with Antimicrobial and Anticancer Activities. Antioxidants (Basel). 22;11(1):20. doi: 10.3390/antiox11010020
- Swamy, M.K., & Sinniah, UR. (2015). A Comprehensive Review on the Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Pogostemon cablin* Benth.: An Aromatic Medicinal Plant of Industrial Importance. Molecules. 2015 May; 20(5): 8521–8547. doi: 10.3390/molecules20058521
- Wei LS, Wee W. Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon nardus* citronella essential oil against systemic bacteria of aquatic animals. Iran J Microbiol. 2013 Jun;5(2):147-52. PMID: 23825733; PMCID: PMC3696851.
- Xu, J.G., Liu, T., Hu, Q.P., & Cao, X.M. (2016) Chemical Composition, Antibacterial Properties and Mechanism of Action of Essential Oil from Clove Buds against *Staphylococcus aureus*. Molecules. 2016 Sep 8;21(9):1194. doi: 10.3390/molecules21091194.