Jurnal Ilmu Lingkungan, Maret 2022, p.87-99 **Volume 16, Nomor 1**
p-ISSN 1978-5283 DOI 10.31258/jil.16.1.p.87-99
e-ISSN 2721-4583 https://jil.ejournal.unri.ac.id/index.php/JIL

POTENSI BIJI PALA FAKFAK *(Myristica argantea warb)* DAN KULIT BUAH NAGA MERAH SEBAGAI BAHAN ADITIF SABUN DALAM PENERAPAN KIMIA HIJAU: REVIEW ANALISIS

Isma Yanti Vitarisma[1*], Atikah[1*], Yudhi Utomo[1,2], Eli Hendrik Sanjaya[2]
[1]*Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang*
[2]*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang*
Jalan Semarang No.5, Sumbersari, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia
Email : [1*]***ismayantivitarismasputri@gmail.com***

(Diterima 18 Desember 2021 |Disetujui 18 Januari 2021 |Diterbitkan 31 Maret 2022)

POTENTIAL FAKFAK NUTMEG SEEDS (MYRISTICA ARGANTEA WARB) AND RED DRAGON FRUIT PEEL AS SOAP ADDITIVES IN THE APPLICATION OF GREEN CHEMISTRY : ANALYSIS REVIEW

Abstract

Fakfak nutmeg seeds contain 6% of essential oil and 11-34% of fat. Trimyristin contained in nutmeg seeds reaches 80%. The oil and fat content of nutmeg seeds were used as an ingredient in soap production, perfume, and other industrial materials. Reflux system using were performed using acetone and then tested again with gas chromatography to isolate and purify nutmeg essential oil. Extraction of anthocyanin pigments from red dragon fruit peel waste using maceration method with distilled water and 10% citric acid with a ratio of 1:6. The test parameters used pH values and absorbance values were measured using spectrophotometry with the UV-Visible method to determine and analyze the brightness level of the anthocyanin red dye content. The results of the content of trimyristin which can be potential as a soap additive and can be tested for anti-bacterial and anti-fungal properties combined with the principle of green chemistry.

Keywords*: Dragon Fruit, Fakfak nutmeg seed, green chemistry, trimyristin, soap.*

PENDAHULUAN

Tanah Papua memiliki beragam jenis pala diantaranya pala Fakfak, pala Banda, pala hasil persilangan alami dan pala hutan. Tanaman pala memiliki ciri khas tersendiri baik dari fisik, morfologi dan genetik. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada jenis pala yang tumbuh di bumi Papua. Misalnya, buah pala Fakfak memiliki buah yang lebih besar dan daun yang cenderung lebih besar dan tebal dibandingkan dengan pala Banda. Selain itu, pada buah pala Fakfak bagian batang memiliki warna yang gelap atau sawo kehitaman sehingga terdapat perbedaan pada buah dan biji (Musaad, *et al*. 2017).

© 2021 Program Studi Magister Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau

Penelitian mengenai buah pala yang menunjukkan terdapat bahan-bahan alami yang mampu menjadi alternatif sebagai antibakteri dimana memiliki kemampuan bakteristatik atau biasa disebut dengan daya hambat atau daya bunuh biasa disebut dengan bakterisida terhadap suatu penyakit. Menurut Suwiryo (2001) mengatakan kandungan minyak pada biji buah pala memiliki aktivitas yang berpotensi sebagai bakterisida dan juga residu sisa destilasi yang akan di ekstraksi lagi sehingga dapat menghasilkan kandungan kadar trimiristin mengandung kadar lemak yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif sabun. Sabun yang mengandung bahan aktif trimiristin dapat berfungsi sebagai antioksidan, analgesik, anti fungi, anti inflammasi dan antibakteri yang dapat digunakan sebagai pemutih atau *whitening agent* (Idrus, *et al*. 2014).

Bahan dasar peralatan mandi khususnya sabun dalam kehidupan sehari-hari seringkali menggunakan jenis pelarut yang memiliki sifat beracun dan menggunakan pelarut asam kuat. Upaya dalam mengatasi suatu masalah ini dapat menggunakan berbagai cara untuk mengembangkan suatu teknologi sederhana dalam pembuatan ester menggunakan cara yang cukup sederhana, jauh lebih aman menggunakan bahan baku alami, lebih hemat dan mudah didapatkan. Pembuatan produk sabun mandi dengan pemanfaatan kandungan lemak trimiristin buah pala dapat dikombinasikan dengan prinsip *green chemistry* cabang ilmu kimia yang menganjurkan desain produk yang dapat mengurangi bahkan menghilangkan pembentukan serta penggunaan bahan kimia atau pembentukan senyawa kimia berbahaya dalam proses pembentukan kimianya.

Warna suatu produk yang sangat beragam menjadikan produksi barang menjadi lebih bervariasi terhadap produk atau barang yang akan dibuat berdasarkan selera konsumen sehingga mampu menciptakan kemajuan di bidang teknologi dengan tujuan menciptakan berbagai varian warna zat pewarna sintetis atau buatan (Pujilestari, 2016). Tetapi, zat pewarna buatan atau pewarna sintetis tersebut dapat menyebabkan permasalahan yang berkaitan dengan kesehatan dan beresiko yang berdampak pada lingkungan kita walaupun menggunakan zat pewarna alami yang digunakan lebih beragam, praktis dan warna yang dihasilkan lebih kuat. Alternatif yang dapat kita ambil yaitu dengan menggunakan zat pewarna alami yang tidak memiliki sifat *toxic* yang dapat kita diperbaharui *(renewable),* mudah untuk terdegradasi dan ramah terhadap lingkungan (Pujilestari, 2016). Banyak kita temukan dalam lingkungan sekitar kita sumber zat pewarna alami dari tumbuhan, binatang dan mikroorganisme dimana hampir semua bagian tumbuhan seperti pada bagian akar, batang/kayu, kulit, biji, daun dan buah yang dapat diekstrak dan menghasilkan kandungan zat warna di dalamnya.

Kulit buah naga merah mengandung pigmen warna *anthosianin* seperti *cyanidin-3-glucoside* dan *cyanidin-3-sophoroside* yang memberikan zat pewarna merah pada buah naga sebagai pewarna alami. Senyawa *anthosianin* pada kulit buah naga daging merah lebih besar di bandingkan dengan zat *anthosianin* pada kulit buah naga putih yaitu 22,59335 ppm pada kulit buah naga merah dan 16,73593 ppm pada kulit buah naga putih (Handayani & Rahmawati, 2012). Senyawa *anthosianin* adalah pigmen warna merah hingga ungu pekat yang tergolong flavonoid dan dapat larut dalam air (Simanjuntak, *et al*. 2014). Senyawa *anthosianin* kulit buah naga merah dapat diperoleh dengan metode ekstraksi secara maserasi menggunakan jenis pelarut asam yaitu campuran pelarut aquades dan pelarut asam sitrat 10% dengan memperhatikan rasio perbandingan 1:6, artinya 600 ml yang digunakan selama 3 hari diperoleh rendemen nilai pH sebesar 62,68%. Proses penambahan ekstrak kulit buah naga pada pembuatan sabun selain

berfungsi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan juga dapat berfungsi sebagai zat pewarna alami (Purwanto, *et al*. 2019).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) merupakan metode *literature review* dengan cara mengidentifikasi, menginterpretasi dan menilai hasil dari temuan-temuan yang diperoleh pada suatu jenis penelitian sehingga dapat menjawab rumusan pertanyaan pada penelitian (*research question)* yang telah ditetapkan (Kitchenham & Charters, 2007).

Rumusan pertanyaan penelitian pada review analisis artikel ini berdasarkan kriteria yang dibutuhkan penulis dalam penelitian, yaitu: (1) Bagaimana metode isolasi trimiristin yang paling efektif agar didapatkan persentase rendemen terbanyak? (2) Bagaimana kandungan ekstraksi kulit pada buah naga merah yang bermanfaat sebagai bahan aditif pembuatan sabun? (3) Bagaimana penerapan *green chemistry* dalam pembuatan sabun dengan bahan aditif alami? (4) Bagaimana kandungan produk sabun yang dihasilkan setelah penambahan bahan aditif?

Proses Penelusuran Pustaka

Proses pencarian sumber data dan referensi yang relevan pada tahap ini agar dapat menjawab *research question/*pertanyaan penelitian pada penelitian ini. Proses pencarian data literatur menggunakan website *Google Scholar* dengan beberapa kata kunci. Hasil proses pencarian artikel dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pencarian Berdasarkan Kata Kunci

No	Kata Kunci	Hasil Pencarian
1	Pemanfaatan Trimiristin dari biji pala Fakfak	13 artikel
2	Ekstraksi kulit buah naga merah pada pembuatan sabun	330 artikel
3	Penerapan kimia hijau pada lingkungan	15.600 artikel

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tahapan ini dilakukan ekstraksi semua data yang ditemukan apakah layak dan memenuhi kriteria inklusi atau tidak. Berikut kriteria inklusi pada penelitian ini, yaitu: (1) Data diperoleh dari *google scholar*; (2) Data yang digunakan 10 tahun terakhir; dan (3) Data berfokus pada pemanfaatan trimiristin biji pala dan ekstraksi kulit buah naga dalam penerapan kimia hijau.

Pengumpulan Data dan Data Analisis

Ekstraksi data dalam pengumpulan dan pengolahan data dapat dilakukan apabila semua data yang terkumpul telah memenuhi syarat yang telah diklasifikasikan untuk semua data yang diperoleh. Selanjutnya pada proses *screening* dilakukan, hasil dari proses ekstraksi data dapat kita ketahui dari jumlah awal data yang dimiliki. Data yang telah memenuhi syarat dan kriteria inklusi untuk di analisis berjumlah 15 data yang akan dikaji lebih jauh kemudian memparafrase kembali hasil dari artikel yang telah diperoleh. Keseluruhan data tersebut dibagi menjadi tiga

pokok kajian yang akan dianalisis, yaitu 8 data digunakan untuk mengkaji isolasi trimiristin biji buah pala Fakfak, 5 data digunakan untuk mengkaji kandungan ekstrak kulit buah naga merah, dan 2 data digunakan untuk mengkaji penerapan kimia hijau dalam pembuatan sabun dengan bahan alami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Trimiristin Biji Buah Pala Fakfak

Kajian sistematik terhadap berbagai hasil publikasi menghasilkan delapan artikel yang dikaji membahas mengenai isolasi trimiristin biji buah pala Fakfak. Pala Fakfak *(Myristica argantea warb)* merupakan salah satu tanaman spesifik yang menjadi sumber utama masyarakat dalam menghasilkan produk olahan makanan, sebagai potensi pembuatan sabun, minyak wangi dan sebagainya. Pala Fakfak dapat tumbuh dan berkembangbiak pada secara alami sehingga masyarakat Fakfak banyak memanfaatkan tanaman ini sebagai sumber penghasilan utama mereka. Tiga bagian utama dari tanaman pala yaitu biji pala, bunga pala (fuli) dan buah pala. Bagian-bagian tersebut memiliki nilai guna, nilai jual dan nilai olah yang tinggi dan memiliki banyak potensi untuk dimanfaatkan (Waromi, 2021). Bagian bunga biasa dimanfaatkan untuk bahan baku kosmetik. Buahnya biasa digunakan untuk industri rumah sebagai bahan produksi makanan seperti manisan pala basah dan kering, sirup pala, jus pala, selai pala dan sebagainya. Sedangkan biji pala dapat diolah menjadi bahan dapur (rempah-rempah), bahan pengharum, dan bahan pengawet.

Biji pala dapat diolah menjadi bahan pembuatan kosmetik salah satunya sabun karena mengandung minyak trimiristin. Sifat fisik trimiristin adalah berupa serbuk berwarna putih, tidak larut dalam air, larut dalam minyak dan dapat mencair pada suhu 45°C. Kandungan trimiristin ini cocok dengan tubuh manusia karena termasuk dalam lemak jenuh yang memiliki sifat yang stabil dan tidak dirusak dengan reaksi oksidasi (Ma'mun, 2013). Kandungan trimiristin sebagai bahan yang memiliki potensi dan kemampuan yang sangat tinggi sebagai agen pemutih (*whitening agent*) yang sangat sesuai dengan tekstur kulit manusia (John, *et al*. 1978). Metode yang paling sering digunakan untuk isolasi trimiristin pada biji buah pala adalah dengan menggunakan teknik ekstraksi dengan metode maserasi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengisolasi trimiristin dengan berbagai metode disajikan pada tabel 2.

Rata-rata perolehan rendemen trimiristin dari minyak biji buah pala adalah antara 8 – 80% bergantung pada metode yang digunakan dan jumlah sampel biji buah pala yang diekstraksi. Penelitian yang dilakukan oleh Kapelle dan Laratmase (2014) memperoleh hasil sebanyak 11% dengan metode maserasi menggunakan destilasi uap-air selama 8 jam (Kapelle & Laratmase, 2014). Sementara itu, metode maserasi dengan metode kloroform yang digunakan pada penelitian Teresa, *et al.* (2016) hanya memperoleh 8,23%. Metode destilasi uap yang digunakan pada penelitian Astuti hanya menghasilkan 2% rendemen minyak atsiri (Astuti, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa selain metode, isolasi trimisristin dari piji buah pala juga dipengaruhi oleh waktu isolasi dan jenis pelarut.

Tabel 2. Berbagai metode yang dilakukan dalam isolasi trimiristin dari biji buah pala

No	Metode	Hasil	Penulis (Tahun)
1	Destilasi uap-air dengan metode maserasi selama 8 jam.	Padatan berwarna putih agak kekuningan sebanyak 17 g (11%).	Kapelle & Laratmase (2014)
2	Kondensor refluks (eter).	Hasil isolasi trimiristin pada minyak pala Banda diperoleh rendemen sebesar 80,02% dengan tingkat kemurnian sebesar 99,35%.	Idrus, *et al.* (2014)
3	Metode ekstraksi, filtrasi dan kristalisasi	Senyawa trimiristin berupa kristal berwarna putih sebesar 39,09 gr atau sekitar 18,36%.	Torry (2014)
4	Ekstraksi metode maserasi selama 3 hari menggunakan pelarut kloroform	Rasio jumlah pelarut kloroform dan biji pala 1:11 dengan rendemen mencapai 8,23%.	Teresa (2016)
5	Proses destilasi uap	Minyak biji pala yang dihasilkan pada penelitian ini sebanyak 2 gram dengan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan adalah 2%.	Astuti (2019)
6	Ekstraksi menggunakan etanol	Rendemen trimiristin mencapai 79,55% dengan tingkat kemurnian sebesar 99,20%.	Ma'mun (2013)
7	Refluks dengan pelarut etil asetat, etanol, dan air (4,5:4,5:1) pada suhu tinggi 56-58^0	Rendemen kering sebanyak 0,16 g atau 8%.	Lugemwa (2012)
8	Ekstraksi dengan bantuan surfaktan	Kombinasi surfaktan dimer (gemini surfactant) dengan pelarut n-heksana paling efektif digunakan untuk isolasi trimiristin dari biji buah pala.	Yildirim, *et al.*(2020)

Berdasarkan tabel 2. terlihat bahwa rata-rata perolehan rendemen trimiristin dari minyak biji buah pala adalah antara 8-80% bergantung pada metode yang digunakan dan jumlah sampel biji buah pala yang diekstraksi. Penelitian yang dilakukan oleh Kapelle dan Laratmase (2014) memperoleh hasil sebanyak 11% dengan metode maserasi menggunakan destilasi uap-air selama 8 jam. Sementara itu, metode maserasi menggunakan metode kloroform yang digunakan hanya memperoleh 8,23% (Teresa *et al*. 2016). Metode destilasi uap yang digunakan hanya menghasilkan 2% rendemen minyak atsiri (Astuti, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa selain

metode, isolasi trimiristin dari biji buah pala juga dipengaruhi oleh waktu isolasi dan jenis pelarut.

Selain jenis pelarutnya, perbandingan rasio campuran pelarut juga mempengaruhi hasil rendemen pada proses ekstraksi trimiristin biji buah pala. Hasil rendemen diperoleh sebesar 0,16 g atau sekitar 8% dengan menggunakan metode refluks pelarut etil asetat, etanol, dan air dengan perbandingan 4,5:4,5:1 pada suhu 56-58° (Lugemwa, 2012). Inovasi metode lain yang dikembangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Yildirim, *et al.* (2020) yaitu metode ekstraksi menggunakan pelarut yang dikombinasikan dengan surfaktan. Hasilnya, kombinasi terbaik adalah ekstraksi dengan pelarut n-heksana yang ditambah dengan surfaktan dimer (gemini) (Yildirim, *et al*. 2020). Surfaktan dimer (gemini surfactant) adalah senyawa yang terdiri dari lebih dari satu gugus kepala hidrofilik dan gugus ekor hidrofobik yang dihubungkan oleh pengatur jarak yang kaku atau fleksibel dekat gugus kepala.

Kristal putih yang mengandung senyawa trimiristin sebanyak 18,36% diperoleh dengan metode ekstraksi, filtrasi, dan kristalisasi (Torry, 2014). Rendemen tersebesar didapatkan sebanyak 80,02% dengan kemurnian 99,35% yang diekstrak menggunakan metode kondensor refluks pelarut eter (Idrus, *et al*. 2014). Selain itu, metode ekstraksi menggunakan pelarut eter juga diperoleh hasil rendemen 79,55% dengan kemurnian 99,20% (Ma'mun, 2013). Dari berbagai penelitian yang telah dianalisis, diketahui bahwa metode paling baik untuk mengisolasi minyak trimiristin dari biji buah pala adalah metode ekstraksi dengan kondensor refluks menggunakan pelarut eter atau etanol.

Kandungan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

Berdasarkan kajian sistematik terhadap berbagai hasil publikasi menghasilkan lima artikel yang dikaji membahas mengenai kandungan ekstrak kulit buah naga merah serta cara isolasinya. Kandungan buah naga (*Hyocereus polirizhus*) termasuk tumbuhan dalam famili *Cactaceae* dan subfamili *Hylocereanea* seperti pada tumbuhan kaktus yang dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Tanaman ini juga pada proses pertumbuhannya tidak tergantung pada musim sehingga sering dijadikan sebagai tanaman hias (Purwanto, *et al*. 2019). Buah yang dihasilkan pada tanaman buah naga juga memiliki buah yang bisa dikonsumsi sehingga disukai masyarakat dan memiliki manfaat bagi kesehatan. Konsumsi buah naga diantaranya dapat menurunkan kolesterol, menurunkan kadar lemak, menguatkan daya kerja otak, dapat menyeimbangkan kadar gula darah dalam tubuh dan mampu mencegah resiko penyakit jantung (Purwanto, *et al*. 2019).

Kulit buah naga merupakan komponen atau bagian terbesar dari buah naga yaitu mencapai 30-35% namun seringkali hanya dibuang begitu saja tanpa di manfaatkan dan digunakan kembali (Handayani & Rahmawati, 2012). Padahal, pada bagian kulit buah naga banyak zat yang mengandung antioksidan yang tinggi yang dapat berfungsi sebagai pencegah radikal bebas (Purwanto, *et al*. 2019). Beberapa penelitian dilakukan untuk mengetahui kandungan ekstrak kulit pada buah naga merah serta pemanfaatannya. Berbagai kandungan ekstrak kulit pada buah naga disajikan pada tabel 3.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian diketahui bahwa kulit buah naga mengandung senyawa pectin, pigmen warna antosianin dan betasianin, antioksidan yang cukup tinggi. Senyawa pectin adalah ester termetilasi dari asam poligalakturonat yang populer digunakan pada industri

makanan. Pectin sebagai pengental, emulsifier, penambah tekstur, stabilizer, dan agen pembentuk gel jika ditambahkan pada selai atau jeli. Penelitian Thirugnanasambandham (2014) diperoleh 7,5% ekstrak pectin dalam kulit buah naga. Metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut aquades dan asam sitrat dengan perbandingan tertentu untuk mengekstrak antosianin dari kulit buah naga. Sedangkan menurut Simanjuntak, *et al*. (2014) memperoleh rendemen 62,68% dengan nilai pH 2, berbeda dengan Handayani dan Rahmawati (2016) memperoleh kadar antosianin 26,4587 ppm.

Tabel 3. Berbagai kandungan dalam ekstrak kulit pada buah naga merah

No	Identifikasi Kandungan	Metode	Hasil	Penulis (Tahun)
1	Pectin	Ekstraksi dengan bantuan microwave menggunakan daya 400 W, suhu 450C, waktu ekstraksi 20 menit, dan perbandingan cairan-padatan 24 g/mL.	Didapatkan 7,5% ekstrak pectin dari berbagai perlakuan yang diterapkan pada penelitian.	Thirugnanasambandham, *et al*., (2014)
2	Anthosianin	Metode yang digunakan adalah ekstraksi maserasi selama 3 hari menggunakan pelarut aquades dan asam sitrat 10% dengan perbandingan 1:6 (600 ml).	Nilai rendemen 62,68% dengan nilai pH 2.	Simanjuntak, *et al.* (2014)
3	Anthosianin	Ekstraksi dengan seperangkat alat refluks dan hotplate dengan pelarut larutan asam sitrat.	Ekstraksi kulit buah naga daging merah menghasilkan kadar antosianin tertinggi yaitu 26,4587 ppm menggunakan pelarut aquades dan asam sitrat dengan perbandingan 5 : 1	Handayani & Rahmawati (2012)
4	Betasianin	Analisis pigmen warna menggunakan HPLC.	Hasil penelitian menghasilkan senyawa betasianin yang bersifat polar karena waktu retensi puncak yang keluar sangat cepat, yaitu 3,458 menit untuk puncak pertama, 5,64 menit untuk puncak kedua, dan 6,165 menit untuk puncak ketiga.	Faridah, *et al*. (2015)
5	Antioksidan	Ekstraksi maserasi dengan etanol 70% rasio 1:10 selama 3 hari tanpa dilakukan penggantian pelarut.	Ekstraksi kulit buah naga mengandung senyawa aktif antioksidan dengan kategori kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 91.5 µg/ml.	Purwanto, *et al*. (2019)

Tabel 3. menunjukkan bahwa kulit buah naga mengandung senyawa pectin, pigmen warna antosianin dan betasianin, antioksidan yang cukup tinggi. Senyawa pectin adalah ester termetilasi

dari asam poligalakturonat yang populer digunakan pada industri makanan. Pectin berfungsi sebagai pengental, emulsifier, penambah tekstur, stabilizer, dan agen pembentuk gel jika ditambahkan pada selai atau jeli. Thirugnanasambandham, *et al*. (2014) mengatakan diperoleh 7,5% ekstrak pectin dalam kulit buah naga. Metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut aquades dan asam sitrat dengan perbandingan tertentu dilakukan untuk mengekstrak antosianin dari kulit buah naga. Simanjuntak, *et al*. (2014) memperoleh rendemen 62,68% dengan nilai pH 2. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Handayani & Rahmawati (2012) memperoleh kadar antosianin 26,4587 ppm.

Selain pigmen antosianin, sebuah penelitian menunjukkan bahwa kulit buah naga juga mengandung pigmen warna betasianin. Senyawa betasianin banyak digunakan pada industri pangan sebagai pewarna alami karena kaya akan antioksidan, antimikroba, antiproliferative dan radical savenging (Faridah, *et al*. 2015). Penelitian menggunakan HPLC tersebut menunjukkan bahwa kulit buah naga mengandung senyawa betasianin yang bersifat polar karena waktu retensi puncak yang keluar sangat cepat, yaitu puncak pertama muncul pada waktu retensi 3,458 menit, puncak kedua pada 5,64 menit, dan puncak ketiga pada 6,165 menit (Faridah, *et al*. 2015).

Kulit buah naga juga mengandung antioksidan dengan kategori kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 91.5 µg/ml (Purwanto, *et al*. 2019). Senyawa yang memiliki nilai $IC_{50} < 50$ µg/ml memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat, nilai IC_{50} 50-100 µg/ml termasuk kategori antioksidan kuat, nilai IC_{50} 100-150 µg/ml termasuk kategori antioksidan sedang, dan nilai IC_{50} 150-200 µg/ml termasuk kategori antioksidan lemah, sedangkan rentang nilai IC_{50} 200-1000 µg/ml tergolong kategori antioksidan yang sangat lemah (Budilaksono, *et al*. 2014).

Penerapan Green Chemistry dalam Pembuatan Sabun dengan Bahan Alami

Kajian sistematik terhadap berbagai hasil publikasi menghasilkan dua artikel yang dikaji berkaitan dengan penerapan kimia hijau dalam pembuatan produk yang memanfaatkan bahan alami. *Green chemistry* adalah paradigma yang menerapkan prinsip untuk memperkecil maupun menghilangkan penggunaan atau pembentukan bahan kimia yang beracun serta berbahaya (Prabawati, *et al. 2015)*. Penerapan *green chemistry* ditandai dengan perencanaan pembuatan bahan kimia dan desain molekul dengan cermat untuk mengurangi dampak yang merugikan. Penerapan *green chemistry* merupakan langkah penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan. Terdapat 12 prinsip *green chemistry* yang harus dipenuhi ketika seorang ilmuwan ingin mencapai pembangunan yang berkelanjutan (Anastas & Eghbali, 2010).

Pembuatan sabun mandi dengan bahan dasar minyak trimiristin dari buah pala Fakfak dan pemanfaatan kulit buah naga merah sebagai pewarna merupakan salah satu penerapan *green chemistry*. Hal ini karena pemanfaatan bahan alam merupakan salah satu langkah yang dapat diterapkan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dalam pembuatan sabun secara umum. Selain itu, kulit buah naga merah yang biasanya hanya dibuang sebagai sampah dapat di daur ulang dan memiliki nilai jual lebih. Hal ini sesuai dengan tujuan dari *green chemistry* untuk menyelamatkan lingkungan dari pencemaran. Anastas mencetuskan 12 prinsip yang harus dipenuhi agar suatu teknologi dapat dikatakan menerapkan *green chemistry* disajikan pada tabel 4 (Anastas & Eghbali, 2010).

Tabel 4. Prinsip *Green Chemistry* Pada Pembuatan Sabun dengan Bahan Alami

No	Prinsip *Green Chemistry*	Pembuatan Sabun dari Bahan Alami
1	Tidak menghasilkan sampah baru	✓
2	Desain bahan kimia dari produk yang aman	✓
3	Desain sintesis kimia yang tak berbahaya	✓
4	Sumber Daya Alam yang digunakan bersifat renewable	✓
5	Menggunakan katalis untuk mempercepat reaksi	✓
6	Tidak menggunakan bahan kimia yang bersifat derivatif	✓
7	Desain sintesis dengan hasil akhir (produk) yang mengandung proporsi maksimum bahan mentah	-
8	Pelarut dan kondisi reaksi yang digunakan aman	✓
9	Efisiensi energi dapat ditingkatkan	-
10	Desain bahan kimia dan produk yang dapat terurai	✓
11	Mencegah polusi	✓
12	Menghindari potensi kecelakaan kerja	✓

Tabel 4. terlihat bahwa 10 dari 12 prinsip *green chemistry* dapat terpenuhi pada pembuatan sabun dari bahan alami seperti minyak trimiristin dari ekstrak biji pala dan pewarna alami kulit buah naga. Dua prinsip yang belum dapat dipastikan dapat terpenuhi adalah desain sintesis dengan hasil akhir (produk) yang mengandung proporsi maksimum bahan mentah dan peningkatan efisiensi energi. Dua prinsip ini tidak dapat dipastikan karena perlu dilakukan percobaan secara langsung untuk pembuatan sabun dari bahan alami minyak trimiristin dari ekstrak biji pala dan pewarna alami kulit buah naga.

Produk Sabun Trimiristin dan Zat Warna Anthosianin dalam Penerapan Kimia Hijau

Minyak atsiri merupakan bahan alam yang dapat menjadi bahan alterhatif. Hal ini telah dibuktikan pada beberapa penelitian bahwa minyak atsiri memiliki daya hambat (bakteristatik) atau daya bunuh (bakterisida) terhadap penyakit tanaman. Minyak pala ini diperoleh dari biji pala dengan cara penyulingan air dan uap sehingga menghasilkan senyawa miristisin dan monoterpena-monoterpena lainnya (Torry, 2014).

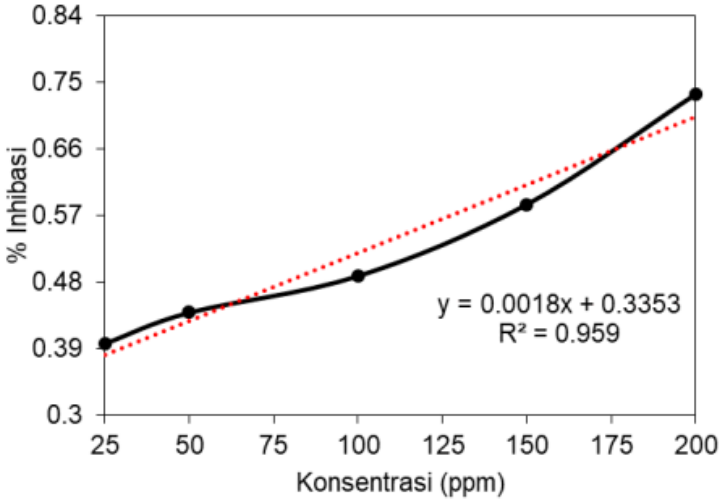
Mengacu pada penelitian Ma'mun (2013), minyak atsiri biji pala yang dihasilkan melalui proses penyulingan adalah sebesar 3,11% dan memiliki aktivitas sebagai bakterisida. Minyak atsiri sisa destilasi yang dihasilkan dapat di ekstraksi dan di isolasi untuk mengdapatkan trimiristin murni yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif pembuatan sabun. Biji pala mengandung trimiristin dengan rata-rata 79,55% dan kemurnian 99,20%. Nilai ini tergolong tinggi jika dibandingkan dengan trimiristin dari sumber lain. Trimiristin dapat dimanfaatkan untuk industri kosmetik, sabun, lotion, bahan pelumas, dan sebagai substitusi lemak pangan (Ma'mun, 2013).

Selain menggunakan trimiristin sebagai bahan aditif pembuatan sabun, kulit buah naga merah juga ditambahkan sebagai pewarna alami. Kulit buah naga yang selama ini dianggap sebagai limbah organik ternyata mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat, diantaranya zat warna merah *anthosianin* dan antioksidan yang tinggi dibandingkan dengan buah-buahan lain. Penggunaan zat warna alami pada kulit buah naga dapat mengurangi dampak negatif dari

penggunaan pewarna sintetis (Pujilestari, 2016). Pewarna sintetis dapat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan karena pewarna dapat terdegradasi menjadi senyawa yang bersifat karsinogenik dan beracun, serta menyebabkan pencemaran lingkungan.

Kulit buah naga memiliki kandungan antioksidan dengan nilai inhibition concentration (IC_{50}) sebesar 31.4 mg/l. Antioksidan merupakan senyawa fitokimia yang berperan sebagai pendonor electron kepada radikal bebas yang bersifat oksidan. Antioksidan digunakan sebagai pencegah terjadinya proses oksidasi yang menyebabkan kerusakan dan ketengikan serta kerusakan fisik lainnya (Purwanto, *et al*. 2019). Hasil penelitian menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah naga murni maupun sediaan sabun yang telah ditambahkan ekstrak kulit buah naga di dalamnya (Purwanto, *et al*. 2019).

Persamaan regresi dapat digunakan untuk menentukan nilai aktivitas antioksidan (Purwanto, *et al*. 2019). Persamaan regresi dari konsentrasi ekstrak kulit buah naga murni (sumbu x) dengan persen (%) inhibasi aktivitas antioksidan (sumbu y) adalah y = 0,0018x + 0,3353, dengan nilai koefisien korelasi 0,959 yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik penentuan nilai IC_{50}

Besarnya aktivitas antioksidan dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi yang bernilai positif sehingga diikuti dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak kulit buah naga merah. Adapun hasil pengujian ekstrak kulit buah naga murni menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 91,5 µg/ml. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga mengandung senyawa aktif antioksidan dengan kategori kuat (Purwanto, *et al*. 2019).

Berdasarkan pemikiran diatas yang menunjukkan potensi trimiristin dan zat pewarna alami *anthosianin* pada kulit buah naga, maka akan diproses lebih lanjut pembuatan sabun yang mengandung bahan aditif tambahan dan diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai pembersih.

KESIMPULAN

Pemanfaatan biji pala yang mengandung trimiristin dilakukan dengan metode isolasi minyak trimiristin dengan kondensor refluks pelarut eter berhasil mengekstrak rendemen minyak trimiristin sebanyak 80,02% dengan kemurnian 99,35%. Pemanfaatan zat pewarna alami kulit buah naga merah selain mengandung zat warna anthosianin dan betasianin, kulit buah naga merah juga mengandung antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 91.5 µg/ml. Pemanfaatan biji buah pala fakfak dan zat pewarna kulit buah naga merah menggunakan prinsip *green chemistry* dengan mengurangi bahkan menghilangkan penggunaan dan pembuatan bahan kimia berbahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penelitian ini didukung oleh bapak dosen pengampu mata kuliah Manajemen Lingkungan serta teman-teman mahasiswa Pascasarjana S2 Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang yang senantiasa selalu mendukung dan berbagi pengetahuan berharga kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*, *39*(1), 301–312. https://doi.org/10.1039/b918763b

Astuti, R. (2019). Pengaruh Waktu Distilasi Minyak Biji Pala (Myristica fragrans) dengan Metode Distilasi Uap dan Identifikasi Komponen Kimiawi. *Indonesian Journal of Laboratory*, *1*(2), 36–40.

Budilaksono, W., Wahdaningsih, S., & Fahrurroji, A. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Kloroform Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus lemairei Britton dan Rose) Menggunakan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil). *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, *1*(1), Hlm. 1-11.

Faridah, A., Holinesti, R., & Syukri, D. (2015). Identifikasi Pigmen Betasianin Dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus). *Jurnal Pendidikan Dan Keluarga*, *7*(18), 147–154.

Handayani, P. A., & Rahmawati, A. (2012). Pemanfaatan Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) Sebagai Pewarna Alami Makanan Pengganti Pewarna Sintetis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, *1*(2), 19–24.

Idrus, S., Kaimudin, M., Torry, R. F., Biantoro, R., Riset, B., Ambon, I., & Perindustrian, K. (2014). *Isolasi Trimiristin Minyak Pala Banda Serta the Isolation of Trimyristin From Banda Nutmeg Oil and Its*. 23–32.

John, M., Finley, J. W., & Hurst, W. J. (1978). *Principles of biochemistry*, vol. 6, no. 4. 1978.

Kapelle, I. B. D., & Laratmase, M. S. (2014). Trimyristin Isolation From Nutmeg and Synthesis of Methylester Using Heterogen Catalyst. *Ind. J. Chem. Res*, *2*, 160–165.

Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, Technical Report EBSE 2007-001*, Keele University and Durham University Joint Report.

Lugemwa, F. N. (2012). Extraction of Betulin, Trimyristin, Eugenol and Carnosic Acid Using Water-Organic Solvent Mixtures. *Molecules*, *17*(8), 9274–9282. https://doi.org/10.3390/molecules17089274

Ma'mun. (2013). Karakteristik Minyak dan Isolasi Trimiristin Biji Pala Papua (Myristica argentea). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, *19*(2), 72. https://doi.org/10.21082/jlittri.v19n2.2013.72-77.

Musaad, I., Tubur, H. W., Wibowo, K., Santoso, B. (2017). *Pala Fakfak*, Alfabeta : Bandung.

Pujilestari, T. (2016). Review: Sumber dan Pemanfaatan Zat Warna Alam untuk Keperluan Industri. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, *32*(2), 93. https://doi.org/10.22322/dkb.v32i2.1365

Prabawati, Susi Yunita., & A. Wijayanto. 2015. Penerapan *Green Chemistry* dalam Praktikum Kimia Organik (Materi Reaksi Nitrasi pada Benzena). *Jurnal*. Vol.3. 1-8.

Purwanto, M., Yulianti, E. S., Nurfauzi, I. N., & Winarni, W. (2019). Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Sabun padat dengan Penambahan Ekstrak Kulit Buah Naga (Hylocereus polyrizhus). *Indonesian Chemistry and Application Journal*, *3*(1), 14. https://doi.org/10.26740/icaj.v3n1.p14-23

Simanjuntak, L., Chairina, S., & Fatimah, F. (2014). Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus). *Jurnal Teknik Kimia USU*, *3*(2), 25–29. https://doi.org/10.32734/jtk.v3i2.1502

Suwiryo, P. T. (2001). *Tantangan Pengembangan dan Fakta Jenis Tanaman Rempah*. Bogor: Yayasan Prosea Indonesia.

Teresa, Y., Hidayati, N., & Nugrahani, R. A. (2016). Pengaruh Rasio Pelarut Kloroform (V/V) pada Ekstraksi Trimiristin Biji Pala (Myristica fragrans houtt). *Teknik Kimia*, *2*(November), 3–6.

Thirugnanasambandham, K., Sivakumar, V., & Prakash Maran, J. (2014). Process Optimization and Analysis of Microwave Assisted Extraction of Pectin from Dragon Fruit Peel. *Carbohydrate Polymers*, *112*, 622–626. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.06.044

Torry, F. R. (2014). Pemanfaatan Trimiristin Sebagai Lemak Pala dalam Sabun Mandi. *Majalah Biam*, *10*(1), 37–42.

Waromi, J. (2021). Keberlanjutan Agroindustri Pala Fakfak : A Sistematic Literature Review. *Median*, *13*(1), 32–43.

Yildirim, A., Öztürk, S., Türkdemir, H., Kolali, A., Atalay, B. G., & Kocataş, H. (2020). An Improved Isolation of Trimyristin From Myristica Fragrans as a Renewable Feedstock with the Assistance of Novel Cationic Gemini Surfactant. *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, *7*(2), 545–560. https://doi.org/10.18596/jotcsa.605805