



Synthesis of α -Terpineol from the Essential Oil of the Sapu-Sapu Plant Using a Combination of *Citrus x microcarpa* Bunge Natural Acid and Synthetic Acid Catalysts

Sintesis α -Terpineol dari Minyak Atsiri Tanaman Sapu-Sapu Menggunakan Kombinasi Katalis Asam Alami dari *Citrus x microcarpa* Bunge dan Asam Sintetik

Eresti Ependi, Occa Roanisca*, dan Nurhadini

¹⁾Department of Chemistry, Universitas of Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Bangka, Bangka Belitung, 33172

* Corresponding author: occaroanisca@gmail.com

Received: March 19, 2025; Accepted: October 25, 2025 Published: October 31, 2025

ABSTRACT

Key orange (*Citrus x microcarpa* Bunge) was a plant from Bangka Belitung that contained citric acid with a high acidic taste. Its high acidity could be used as a catalyst to accelerate the reaction rate in the synthesis of an α -terpineol compound from α -pinene contained in broomstick essential oil. The synthesis of α -terpineol was carried out using both combined and uncombined catalysts, namely 15% sulfuric acid, 99.5% acetic acid, and natural citric acid derived from key lime juice. This study aimed to determine the optimum composition of the catalyst combination of sulfuric acid, acetic acid, and key lime juice in synthesizing α -terpineol compounds, as well as the level of α -terpineol produced from the synthesis. The optimum result of the catalyst combination that synthesized α -pinene into α -terpineol most effectively was the use of 1 mL of 15% sulfuric acid, 1 mL of 99.5% acetic acid, and 3 mL of citric acid from key orange juice. The α -terpineol content resulting from each catalyst was as follows: Product 1 at 33.14%, Product 2 at 6.36%, Product 3 at 1.00%, Product 4 at 17.32%, and Product 5 at 18.43%.

Keywords: α -Terpineol, Catalyst, Key Orange (*Citrus x microcarpa* Bunge), Essential Oil of the Sapu-Sapu

PENDAHULUAN

Minyak atsiri adalah minyak yang bersifat mudah menguap (volatil), memiliki aroma khas, dan merupakan turunan dari kelompok terpen (Guenther, 1948). Penyusun utama minyak atsiri adalah senyawa-senyawa dari golongan terpenoid, khususnya monoterpena dan seskuiterpena (Simeone *et al.*, 2020). Menurut Supandi *et al.* (2019), komponen utama minyak atsiri dari tumbuhan sapu-sapu

mengandung α -pinene (26,95%), β -pinene (21,55%), dan 1,8-cineole (18,04%). Kandungan α -pinene dalam tumbuhan sapu-sapu lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya, sehingga berpotensi untuk dikonversi lebih lanjut menjadi senyawa turunan yang lebih bernilai, seperti α -terpineol.

α -Terpineol merupakan campuran isomer-isomer dari senyawa alkohol monoterpen monosiklik yang memiliki struktur dasar rantai utama yang sama. Senyawa ini diperoleh

melalui reaksi hidrasi dari α -pinene dalam kondisi asam, menghasilkan campuran kompleks yang terdiri dari monoterpen alkohol dan hidrokarbon (Amilia *et al.*, 2015). Reaksi tersebut terjadi karena α -pinene dalam suasana asam dapat mengalami ekspansi cincin membentuk senyawa kamfen, fensena, dan bornilena, atau membuka cincinnya menjadi limonena, terpinolena, dan α - atau γ -terpinena (Wijayati *et al.*, 2013).

Konversi α -pinene menjadi α -terpineol penting dilakukan karena α -terpineol memiliki aplikasi luas di industri, seperti dalam pembuatan parfum, sampo, sabun, bahan antiseptik, dan produk rumah tangga lainnya, berkat aroma khasnya dan sifat antimikrobanya (Surburg & Panten, 2006). Selain itu, α -terpineol juga digunakan sebagai pelarut dalam formulasi farmasi dan sebagai intermediate dalam sintesis senyawa aroma lainnya.

Sintesis α -terpineol dari α -pinene telah banyak dilakukan menggunakan katalis asam karena sifatnya yang mampu mempercepat laju reaksi. Beberapa penelitian telah menggunakan katalis organik maupun anorganik. Menurut Meng *et al.* (2022), katalis asam seperti *Alpha Hydroxy Acid* (AHA) yang mengandung asam sitrat, jika dikombinasikan dengan asam asetat, dapat menghasilkan rendemen α -terpineol sebesar 43,5%. Kombinasi katalis asam sitrat dan asam sulfat menghasilkan rendemen sebesar 43,3%. Penelitian oleh Daryono *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa penggunaan asam sulfat tunggal dapat menghasilkan α -terpineol dengan kadar hingga 67,79%. Selain katalis asam, terdapat pula katalis logam yang telah digunakan dalam sintesis α -terpineol, seperti zeolit dimodifikasi logam dan katalis berbasis aluminium silikat, namun umumnya menghasilkan rendemen lebih rendah dan memerlukan suhu serta tekanan yang lebih tinggi (Ma *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa katalis berbasis asam, khususnya yang berasal dari sumber alami, menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

Kekurangan dari asam sulfat yaitu bersifat sangat korosif dan dapat mencemari lingkungan (Santoso *et al.*, 2013). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan katalis alternatif dari bahan alami. Salah satu sumber asam organik alami adalah jeruk kunci (*Citrus \times microcarpa* Bunge), yang merupakan tanaman lokal Bangka Belitung dan mengandung asam sitrat tinggi sebesar 5–8% (Cheong, 2015).

Selain asam sitrat, jeruk kunci juga mengandung asam askorbat sekitar 29,6 mg/100 ml dan memiliki pH sekitar 2,5–3,0, yang mendukung sifat asamnya dalam reaksi kimia (Atina, 2015; Safitri, 2013).

Berdasarkan pernyataan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis α -terpineol dari α -pinene melalui reaksi hidrasi menggunakan kombinasi katalis alami dan sintetik, yaitu asam sitrat dari jeruk kunci (*Citrus \times microcarpa* Bunge), asam asetat, dan asam sulfat, untuk menghasilkan produk α -terpineol dengan efisiensi tinggi, akan tetapi tetap ramah lingkungan.

METODOLOGI

Alat

Alat yang digunakan adalah botol sampel, labu leher tiga, aluminium foil, stopwatch, spatula, blender, beaker glass 100-500 mL (Iwaki®), erlenmeyer 250 mL (Pyrex®), *hot plate* (IKA C-MAG HS 7), *magnetic stirrer*, labu ukur 100 mL (Pyrex®), termometer (ThermoPro TP-02S), corong pisah (Pyrex®), neraca analitik (OHAUS Pioneer PA214), batang pengaduk (Pyrex®), corong kaca (Pyrex®), kertas saring (Whatman No. 1), pipet tetes (Pyrex®), satu set destilasi Zebra Thailand stainless steel SUS 304 36 cm, satu set alat refluks (Pyrex®) dan GC-MS merek Shimadzu QP 2010 SE.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah air buah jeruk kunci, aquades (Merck), aseton p.a (Merck), minyak atsiri daun sapu-sapu, asam asetat 99,5% (Merck), asam sulfat 15% (Merck) dan indikator pH universal (Merck).

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Sapu-sapu (*Baekkea frutescens* L.)

Proses destilasi dilakukan menggunakan alat destilasi stainless steel SUS 304 berukuran 36 cm. Air dimasukkan hingga batas saringan, kemudian 5 kg sampel daun sapu-sapu yang diperoleh dari Desa Air Anyir, Kabupaten Bangka, diletakkan di atasnya tanpa kontak langsung dengan air mendidih. Pemanasan diatur pada suhu 100–110°C dengan suhu uap 150–300°C, dan proses destilasi berlangsung selama 4 jam hingga minyak atsiri dan hidrosol terkumpul dalam corong pisah. Minyak atsiri yang dihasilkan selanjutnya ditampung untuk perhitungan rendemen (Elicia, 2024).

Preparasi Katalis Asam Buah Jeruk Kunci (*Citrus x microcarpa* Bunge)

Katalis yang digunakan pada penelitian ini adalah buah jeruk kunci (*Citrus x microcarpa* Bunge.) yang berasal dari Desa Sungai Selan, Kabupaten Bangka Tengah. Buah jeruk kunci yang masih muda, diambil airnya dengan cara diperas. Selanjutnya air buah jeruk kunci disaring untuk menghilangkan serat-serat beserta pengotor. Air buah jeruk kunci yang diperoleh siap dijadikan sebagai katalis (Nazrun, 2021).

Pembuatan Larutan Asam Sulfat 15%

Pembuatan larutan asam sulfat konsentrasi 15% dilakukan dengan memasukkan asam sulfat sebanyak 15 mL ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas (Amelina et al., 2015).

Pengukuran pH

Kertas pH universal diletakkan pada air buah jeruk kunci, asam asetat 99,5% dan asam sulfat 15% untuk dilakukan pengujian. Pembacaan hasil didasarkan pada persamaan warna melalui pencokan warna standar.

Konversi α -Pinene Menjadi α -Terpineol dengan Variasi Komposisi Katalis

Minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu dengan kandungan α -pinene yang dihasilkan, digunakan untuk mengkonversi α -pinene menjadi α -terpineol dengan katalis asam sulfat 15%, asam asetat 99,5% dan asam alami air buah jeruk kunci yang dilakukan sebanyak 5 variasi. Setiap variasi dibuatkan minyak atsiri sapu-sapu sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aseton p.a 30 ml serta akuades 2 ml. Kemudian pada campuran tersebut ditambahkan katalis tanpa kombinasi variasi komposisi yaitu asam sulfat 15% 5 ml, asam asetat 99,5% 5 ml dan asam buah jeruk kunci 5 ml. Selain itu pada konversi ini dilakukan penambahan katalis dengan kombinasi variasi komposisi yaitu asam sulfat 15%, asam asetat 99,5% dan asam buah jeruk kunci (1:1:3) dan (1:2:2) secara berturut-turut. Kemudian campuran diaduk menggunakan magnetik stirrer dan di refluks pada suhu 60-70°C selama 4 jam. Setelah di refluks, larutan didinginkan dan dipisahkan antara lapisan minyak dan aseton (Muharani et al., 2014). Perhitungan konversi α -pinene dengan persamaan berikut (Khikmah & Utami, 2019):

$$\text{Konversi } \alpha\text{-pinene } (\%) = \frac{(\alpha\text{-pinene awal}) - (\alpha\text{-pinene akhir})}{\alpha\text{-pinene awal}}$$

Analisis α -Terpineol Menggunakan Instrument GC-MS

Identifikasi komponen golongan senyawa α -pinene menjadi α -terpineol menggunakan instrumen alat GC-MS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*) Shimadzu QP 2010 SE. Sebanyak 1 μ l hasil reaksi dari setiap campuran larutan di injeksikan dalam instrumen GC-MS pada suhu injektor diatur menjadi 280°C, suhu kolom 60-310 °C, dan waktu pengambilan sampel 1 menit. Gas pembawanya adalah helium dengan tekanan 13,7 Kpa, aliran kolom 0,55 ml/m, aliran total 58,8 ml/m, dan jenis pengion ion elektron (electron impact) 70 eV (Muharani et al., 2014) untuk mendapatkan informasi mengenai kadar α -terpineol yang terbentuk. Perhitungan kadar α -terpineol dengan persamaan berikut (Daryono, 2015):

$$(\%) \text{ Kadar } \alpha\text{-terpineol} = \frac{\text{Luas puncak } \alpha\text{-terpineol}}{\text{Total luas seluruh puncak senyawa}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Katalis Asam Alami Buah Jeruk Kunci (*Citrus x microcarpa bunge*)

Jeruk kunci (*Citrus x microcarpa bunge*) mempunyai sifat asam yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis dalam sintesis α -terpineol. Sifat asam yang terkandung dalam jeruk kunci adalah senyawa asam sitrat. Air dari buah jeruk kunci dijadikan sebagai katalis (Gambar 1). Berdasarkan pengujian menggunakan metode spektro UV-VIS didapatkan kadar kandungan asam sitrat pada jeruk kunci asal Bangka Belitung sebesar 13,33%. Hasil tersebut lebih tinggi dari jeruk kasturi (*Citrus Microcarpa*) yang mengandung asam sitrat dengan kadar 5-8% (Cheong, 2012).



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Buah Jeruk Kunci, (b) Katalis Air Buah Jeruk Kunci

Tingkat keasaman dari katalis yang digunakan, yaitu air buah jeruk kunci, asam asetat 99,5%, dan asam sulfat 15%, diukur

menggunakan indikator pH universal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa air buah jeruk kunci memiliki pH sebesar 2, asam asetat 99,5% memiliki pH sebesar 1, dan asam sulfat 15% memiliki pH sebesar 0. Berdasarkan tingkat keasamannya, ketiga larutan tersebut diklasifikasikan sebagai katalis asam kuat hingga sedang. Keasaman ini berpotensi mempengaruhi kecepatan reaksi dalam sintesis α -terpineol dari α -pinene, karena semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi keasaman, secara teori dapat meningkatkan laju reaksi asam-katalitik (Meng *et al.*, 2022). Namun, efektivitas sebenarnya dari masing-masing katalis akan dianalisis berdasarkan hasil konversi dan selektivitas produk yang diperoleh pada tahapan selanjutnya.

Sintesis α -Terpineol dari α -Pinene dengan Variasi Komposisi Katalis

α -Terpineol disintesis dari bahan dasar α -pinene atau minyak terpentin mentah dengan hidrasi α -pinene (Nugroho, 2013). Pada perlakuan ini dilakukan tanpa kombinasi dan dengan kombinasi katalis untuk mengidentifikasi kekuatan dari masing-masing katalis yang digunakan dalam mensintesis α -terpineol dari α -pinene minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu. Sintesis α -terpineol dari α -pinene dilakukan dengan metode refluks menggunakan pelarut berupa aseton dan katalis yaitu asam sulfat 15%, asam asetat 99,5%, air buah jeruk kunci, kombinasi 1 dan kombinasi 2. Aseton digunakan sebagai pelarut untuk melarutkan substrat dan reagen dalam reaksi sintesis. Dalam sintesis α -terpineol, aseton membantu melarutkan bahan awal seperti limonena atau α -pinena yang biasanya digunakan. (Verdiana *et al.*, 2018). Campuran larutan dengan pelarut aseton dan katalis asam organik meningkatkan hasil sintesis α -pinene menjadi α -terpineol (Meng *et al.*, 2022).

Sintesis yang dilakukan dengan metode refluks menghasilkan reaksi antara reaktan dan katalis terjadi secara efisien. Refluks juga dilakukan untuk mengontrol kondisi reaksi dan mempercepat reaksi dengan pemanasan, namun tidak mengurangi jumlah zat yang ada (Fatimura, 2014). Hasil sintesis α -terpineol dari α -pinene minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu dengan variasi komposisi katalis ditunjukkan pada tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1., diketahui bahwa warna dan volume yang dihasilkan dari sintesis α -terpineol dari α -pinene minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu melalui proses refluks

diperoleh hasil yang berbeda dikarenakan perbedaan katalis yang digunakan. Pada katalis asam asetat memiliki perubahan warna yang lebih pekat karena terjadinya reaksi sampingan yang menghasilkan produk-produk yang tidak diinginkan. Produk sampingan ini merupakan senyawa oksidasi atau degradasi yang terbentuk selama reaksi, yang mengindikasikan kondisi reaksi yang kurang optimal sehingga menghasilkan senyawa dengan warna yang lebih pekat.

Tabel 1. Hasil Sintesis α -Terpineol dari α -Pinene dengan Variasi Komposisi Katalis

Produk	Warna Produk	Volume Produk (ml)
Produk 1 (Asam sulfat 15%)	Kuning	9,5
Produk 2 (Asam asetat 99,5%)	Kuning kecokelatan	5,8
Produk 3 (Asam buah jeruk kunci)	Kuning	8,9
Produk (Kombinasi 1)	Kuning	9
Produk (Kombinasi 2)	Kuning	9,4

Keterangan:

Kombinasi 1 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:2:2)

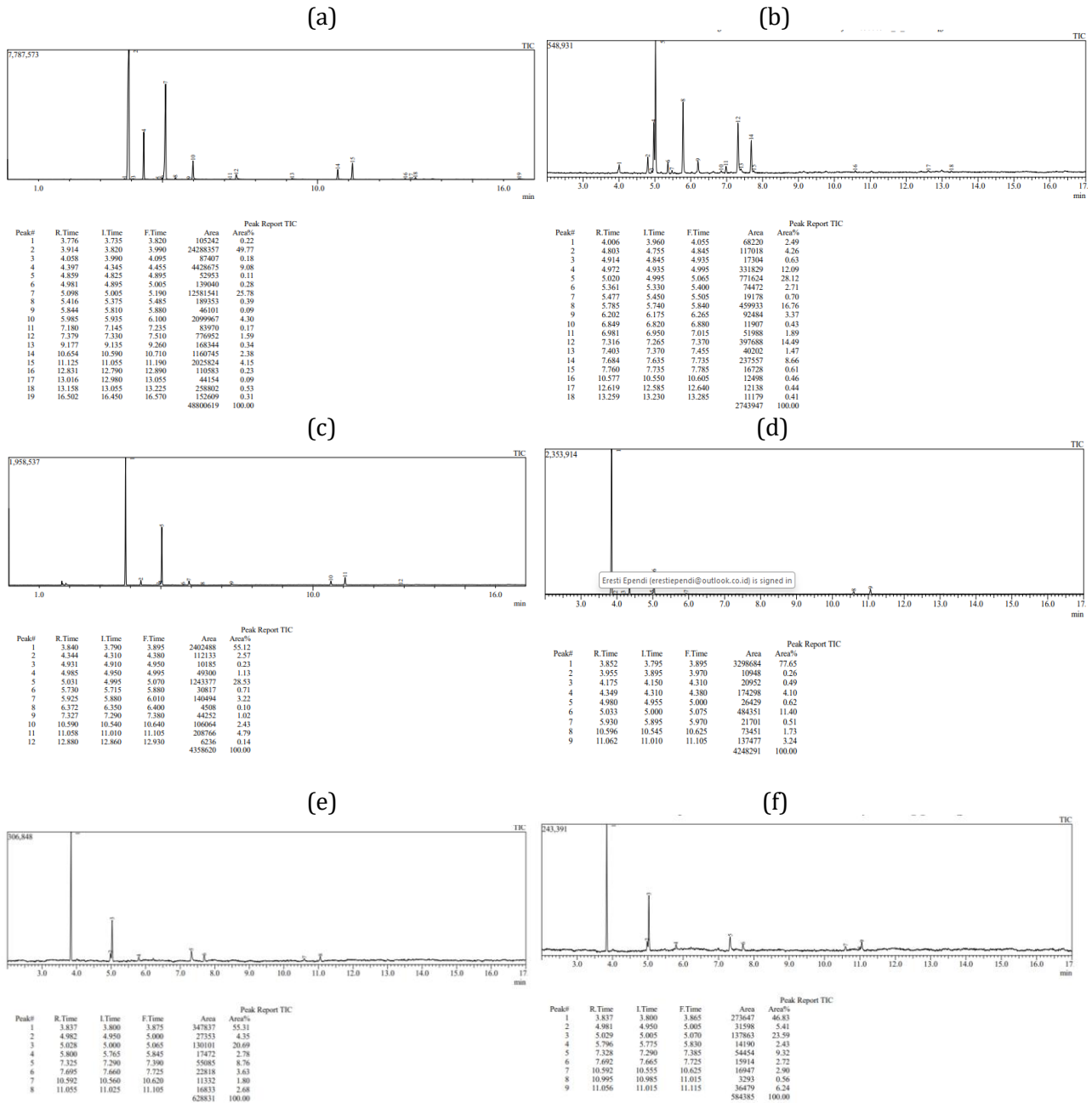
Kombinasi 2 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:1:3)

Pengaruh penurunan volume minyak menunjukkan tingginya kelarutan produk reaksi dalam fasa air pada sistem reaksi dengan asam asetat, sehingga sebagian hasil reaksi tidak berada di fasa minyak, melainkan larut dalam fasa air. Hal ini tidak terjadi secara signifikan pada perlakuan dengan katalis lain, yang menunjukkan bahwa asam asetat memiliki interaksi yang berbeda terhadap produk hasil reaksi, baik secara polaritas maupun afinitas terhadap air. Kondisi ini juga dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi produk sampingan dalam fasa minyak yang tersisa, yang kemudian dapat memengaruhi kualitas dan kemurnian α -terpineol yang dihasilkan (Medeiros & Lourenço, 2016). Selanjutnya, hasil sintesis akan dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengetahui profil senyawa hasil reaksi secara lebih mendalam.

Karakterisasi menggunakan instrument GC-MS dilakukan untuk menganalisis kandungan senyawa pada reaktan (minyak atsiri) dan produk dengan variasi katalis suatu sampel yang terdapat beberapa senyawa yang salah

satunya yaitu α -terpineol (Nur et al., 2020). Hasil dari pemisahan dengan kromatografi yang terbentuk didasarkan pada jumlah ion total masing-masing kandungan komponen senyawa kimia. Semakin besar persentase suatu komponen dalam sampel, maka akan menghasilkan puncak-puncak yang tinggi dan

sebaliknya. Berdasarkan hasil pengujian GC-MS pada minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu dengan penambahan masing-masing variasi komposisi katalis, hasil sintesis α -terpineol dari α -pinene minyak atsiri dapat dilihat pada Gambar 2 dan tabel 2.



Gambar 2. Kromatogram GC-MS (a) Minyak atsiri sapu-sapu, (b) Produk 1, (c) Produk 2, (d) Produk 3, (e) Produk 4, dan (f) Produk 5

Berdasarkan Tabel 2., produk 2 dan 3 (tanpa kombinasi) memiliki % area pada α -pinene lebih tinggi dibandingkan dengan minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu, namun pada produk 1 diketahui lebih rendah dibandingkan dengan minyak atsiri tumbuhan

sapu-sapu. Kemudian, perlakuan dengan katalis kombinasi diketahui bahwa produk 4 memiliki kandungan α -pinene lebih tinggi dari minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu dan produk 5 lebih rendah. Hal ini disebabkan perbedaan katalis yang digunakan, sehingga dapat

menghasilkan pengaruh yang berbeda-beda pada setiap hasil katalis yang digunakan pada sintesis α -pinene menjadi α -terpineol. Katalis asam kuat lebih baik dalam mensintesis α -terpineol dibandingkan dengan katalis asam lemah. Hal ini disebabkan asam kuat memiliki kemampuan protonasi yang lebih tinggi karena lebih efektif memprotonasi substrat (seperti α -pinene) untuk membentuk intermediate karbokation. Dengan adanya katalis asam kuat, reaksi dapat berlangsung lebih cepat karena energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis asam kuat membantu mengarahkan reaksi menuju jalur yang lebih selektif, sehingga mengurangi pembentukan produk samping yang tidak diinginkan (Jansen & Shenvi, 2014).

Tabel 2. Hasil GC-MS Minyak Atsiri Tumbuhan Sapu-Sapu dan Produk Hasil Sintesis α -Terpineol dari α -Pinene Minyak Atsiri

Sampel	Area (%)	
	α -pinene	α -terpineol
Minyak atsiri sapu-sapu	49,77	0,17
Produk 1 (katalis asam sulfat 15%)	4,26	16,76
Produk 2 (katalis asam asetat 99,5%)	55,12	3,22
Produk 3 (katalis air buah jeruk kunci)	77,65	0,51
Produk 4 (katalis kombinasi 1)	55,31	8,76
Produk 5 (katalis kombinasi 2)	46,83	9,32

Keterangan:

Kombinasi 1 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:2:2)

Kombinasi 2 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:1:3)

Pada katalis asam lemah menghasilkan % area lebih kecil, seperti katalis asam buah jeruk kunci menghasilkan % area α -terpineol yang sangat rendah karena katalis asam buah jeruk kunci merupakan asam lemah pada *Alpha Hydroxy Acid* (AHA) yang memiliki kandungan salah satunya adalah asam sitrat yang dapat mengkatalisis sintesis α -terpineol dari α -pinene melalui mekanisme reaksi hidrasi. Asam sitrat dari buah jeruk kunci berfungsi sebagai katalis yang dapat membantu memecahkan α -pinene menjadi α -terpineol dalam reaksi hidrasi α -pinene, tetapi pada kemampuan sintesis cenderung lambat jika digunakan tanpa kombinasi dengan katalis asam kuat (Meng *et al.*, 2022).

Penentuan Kadar α -Terpineol dari α -Pinene Minyak Atsiri

Hasil analisis α -terpineol dari α -pinene minyak atsiri menggunakan GC-MS diperoleh α -pinene awal dengan kadar sebesar 49,77%. Perhitungan α -terpineol hasil reaksi sesuai dengan nilai area (%) masing-masing katalis pada hasil analisis GC-MS dan pelarut aseton memiliki densitas sebesar 0,79 g/mL. Selektivitas α -terpineol dan konversi α -pinene minyak atsiri yang telah dilakukan perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil kadar α -Pinene dan α -Terpineol

Produk	Kadar α -Pinene (%)	Kadar α -Terpineol (%)
Minyak atsiri sapu-sapu	49,77	0,17
Produk 1 (Asam sulfat 15%)	91,44	16,76
Produk 2 (Asam asetat 99,5%)	0,10	3,22
Produk 3 (Air buah jeruk kunci)	0,56	0,51
Produk 4 (Kombinasi 1)	0,07	8,76
Produk 5 (Kombinasi 2)	0,05	9,32

Keterangan:

Kombinasi 1 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:2:2)

Kombinasi 2 = Asam Sulfat:Asam Asetat:Asam Buah Jeruk Kunci (1:1:3)

Berdasarkan Tabel 3., menunjukkan hasil kadar α -pinene dan α -terpineol dari masing-masing variasi komposisi katalis yang didapatkan berbeda-beda. Perbedaan kadar α -pinene dan α -terpineol yang dihasilkan karena katalis yang digunakan memberikan pengaruh yang berbeda-beda pada hasil sintesis α -terpineol dari α -pinene (Khikmah dan Utami, 2019). Asam sulfat berfungsi sebagai katalis kuat yang memicu reaksi hidrasi dan asam sulfat memiliki nilai pKa sebesar -3 yang menunjukkan bahwa asam sulfat adalah asam yang sangat kuat, mudah melepaskan proton pertama dalam larutan (Okumura *et al.*, 2005). Sedangkan kekuatan asam asetat memiliki nilai pKa sebesar 4,76 yang menunjukkan bahwa asam asetat adalah asam lemah dengan kecenderungan untuk melepaskan proton (H^+) dalam larutan yang relatif rendah dibandingkan dengan asam kuat (Rahman, 2021). Air buah jeruk kunci memiliki kandungan asam sitrat yang belum murni dan tidak sepenuhnya terdisosiasi dalam air sehingga memiliki kekuatan asam lemah yang menyebabkan kemampuan sintesis menjadi

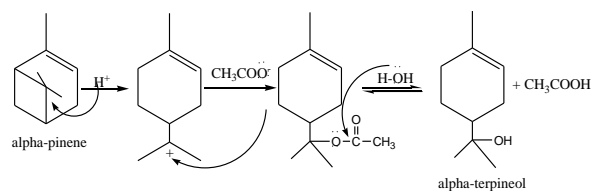
lambat dan kurang efisien. Asam buah jeruk kunci memiliki sifat asam karena pH pada air buah jeruk kunci berkisar antara 2,0 hingga 3,5 (Karaffa *et al.*, 2001).

Mekanisme Reaksi Pembentukan α -Terpineol dari α -Pinene

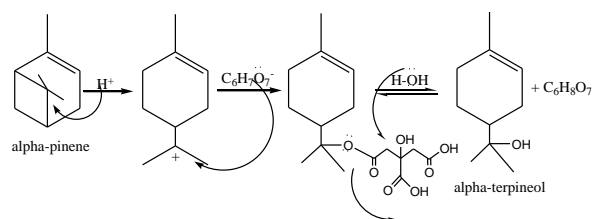
Reaksi pembentukan α -pinene menjadi α -terpineol yaitu ditandai dengan terbentuknya α -terpineol dari terpin hidrat. Terpin hidrat terbentuk pada saat α -pinene bereaksi dengan asam seperti asam fosfat, asam nitrat dan asam klorida (Daryono, 2015). Pada sintesis α -pinene dari minyak atsiri tumbuhan sapu-sapu menjadi α -terpineol menggunakan katalis asam sulfat 15%, asam asetat dan asam sitrat alami dari air buah jeruk kunci terjadi mekanisme reaksi pembentukan α -pinene menjadi α -terpineol sebagai berikut:



Gambar 2. Mekanisme Reaksi Konversi α -Pinene Menjadi α -Terpineol Menggunakan Katalis Asam Sulfat



Gambar 3. Mekanisme Reaksi Konversi α -Pinene Menjadi α -Terpineol Menggunakan Katalis Asam Asetat



Gambar 4. Mekanisme Reaksi Konversi α -Pinene Menjadi α -Terpineol Menggunakan Katalis Asam Sitrat dari Air Buah Jeruk Kunci

Berdasarkan gambar tersebut, telah terjadi reaksi pembentukan α -terpineol dari α -pinene, dimana katalis asam sulfat, asam asetat dan asam sitrat berfungsi sebagai katalis proton menyerang ikatan rangkap alkena α -pinene menghasilkan karbokation siklik. Pembentukan Karbokation terjadi saat

protonasi pada alkena menyebabkan pembentukan karbokation pada karbon yang lebih stabil. Kemudian hidrogen sulfat, ion asetat dan asam sitrat menyerang (+) sehingga terbentuklah ikatan baru pada strukturnya. Selanjutnya penambahan nukleofilik air terjadi ketika karbokation menyerang H^+ pada molekul air (H_2O) yang ada dalam media reaksi sehingga akan membentuk katalis kembali. Hal tersebut disebabkan katalis yang digunakan tidak akan membentuk produk baru, katalis yang digunakan hanya membentuk proses reaksi pembentukan α -terpineol. Katalis yang telah terbentuk kembali akan melepaskan dari ikatan pada struktur tersebut. Molekul yang terbentuk mengalami deprotonasi menghasilkan α -terpineol sebagai produk akhir (Mohamad *et al.*, 2010).

Katalis yang digunakan pada sintesis α -terpineol dari α -pinene dapat mendonorkan H^+ untuk melakukan mekanisme reaksi pembentukan α -terpineol dari α -pinene. Katalis asam sulfat dalam mendonorkan H^+ dapat secara efektif dalam reaksi kimia karena bersifat asam kuat, sedangkan katalis asam asetat dan asam sitrat yang terkandung pada AHA dalam mendonorkan H^+ kurang efektif karena bersifat asam lemah sehingga dapat mempengaruhi kadar α -terpineol yang dihasilkan. Kadar α -terpineol dengan katalis asam kuat lebih besar daripada kadar α -terpineol dengan katalis asam lemah, hal tersebut dikarenakan asam kuat dapat digunakan sebagai agen dehidrasi untuk menghilangkan molekul air pada senyawa organik dan kemampuan dalam mendonorkan H^+ untuk memprotonasi ikatan rangkap karbon-karbon pada karbokation lebih stabil sehingga dapat meningkatkan kadar α -terpineol lebih banyak (Nurmila *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil sintesis α -terpineol dari α -pinene dengan komposisi optimum dengan perbandingan berbagai kombinasi katalis didapatkan asam sulfat 15% sebanyak 1 ml, asam asetat 99,5% sebanyak 2 ml, asam alami buah jeruk kunci sebanyak 3 ml menghasilkan α -terpineol tertinggi sebesar 18,43%. Kombinasi katalis tersebut dapat mensintesis senyawa α -pinene menjadi α -terpineol dengan cukup baik. Hasil kadar α -terpineol yang digunakan dari masing-

masing katalis didapatkan hasil tertinggi pada katalis Produk 1 sebesar 16,76%, Produk 2 sebesar 3,22%, Produk 3 sebesar 0,51%, Produk 4 sebesar 8,76% dan Produk 5 sebesar 9,32%. Sintesis α -terpineol ini berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan aktif dalam industri parfum, antiseptik, dan farmasi, dengan peluang penelitian lanjutan untuk meningkatkan rendemen, kemurnian, serta efisiensi proses sintesis melalui pendekatan katalis ramah lingkungan.

REFERENSI

- Amilia, N., Siadi, K., & Latifah, L. (2015). Pengaruh Temperatur Pada Reaksi Hidrasi α -Pinen Menjadi α -Terpineol Terkatalis Zeolit Alam Teraktivasi. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 38(1), 38-48.
- Atina, A. (2015). Tegangan dan kuat arus listrik dari sifat asam buah. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2).
- Cheong MW, Zhu D, Sng J, Liu SQ, Zhou W, Curran P, & Yu B. (2012). Characterisation of Calamansi (*Citrus microcarpa*). Part II: Volatiles, Physicochemical Properties and non-volatiles in the juice. *Food Chemistry*, 134(2), 696-703.
- Daryono, E.D. (2015). Sintesis α -Pinen Menjadi α -Terpineol Menggunakan Katalis H₂SO₄ Dengan Variasi Suhu Reaksi Dan Volume Etanol. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 1-6., 2.
- Fatimura, M. (2014). Tinjauan teoritis faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pada kolom destilasi. *Jurnal Media Teknik*, 11(1).
- Jansen DJ, Shenvi RA. (2014). Synthesis of medicinally relevant terpenes: reducing the cost and time of drug discovery. *Future Med Chem.* 6(10):1127-48.
- Karaffa L, Sándor E, Fekete E, Szentirmai A. (2001). The biochemistry of citric acid accumulation by *Aspergillus niger*. *Acta Microbiol Immunol Hung.* 48(3-4):429-40.
- Khikmah, U. N., & Utami, H. (2019). Studi Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Pada Sintesis α -Terpineol Dari Terpentin Dengan Menggunakan Katalis Asam Trikloroasetat. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbang*, 7(2), 211-211.
- Medeiros, R. C., & Lourenço, M. A. (2016). "Synthesis of α -terpineol by hydration of limonene." *Journal of Essential Oil Research*, 28(4), 298-303.
- Meng, Z. L., Wen, R. S., Huang, X. R., Qin, R. X., Hu, Y. M., & Zhou, Y. H. (2022). Synthesis of Terpineol from Alpha-Pinene Catalyzed by α -Hydroxy Acids. *Molecules*, 27(3), 1126., 2.
- Mohamad, S., Ab Rahman, I., & Ab Ghafar, S. A. (2010). Chemical composition of key lime (*Citrus aurantifolia*) peel essential oil. *International Food Research Journal*, 17(2), 343-350.
- Muharani, D., Julianto, T. S., & Rubiyanto, D. (2014). Pengaruh Waktu Reaksi Pada Konversi α -Pinen Menjadi Terpineol Menggunakan Katalis Asam Sulfat. *Indonesian Journal Of Chemical Research (IJCR)*, 11-17., 2.
- Nazrun. (2021). Green synthesis senyawa dihidropirimidinon menggunakan katalis buah jeruk kunci (*Citrus x microcarpa bunge*) dan Microwave Assisted Organic Synthesis (MAOS). *Skripsi thesis*, Universitas Bangka Belitung.
- Nugroho. (2013). Efek Rasio Massa Reaktan Pada Hidrasi α -Pinen Menggunakan Katalis Zeolit Alam. *Tugas Akhir*. Universitas Negeri Semarang.
- Nurmila, M., Julianto, T. S., & Rubiyanto, D. (2014). Studi Pengaruh Adisi H₂O Terhadap Konversi Alfa-Pinen Menjadi Terpineol Menggunakan Katalis H₂SO₄. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 38-43.
- Nur, Y., Cahyotomo, A., Nanda, N., & Fistoro, N. (2020). Profil GC-MS Senyawa Metabolit Sekunder dari Jahe Merah (*Zingiber officinale*) dengan Metode Ekstraksi Etil Asetat, Etanol dan Destilasi. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(3), 198-204., 2.
- Okumura H, Murakami M, Kouyama T. (2005). Crystal structures of acid blue and alkaline purple forms of bacteriorhodopsin. *J Mol Biol.* Aug 19;351(3):481-95.
- Rahman, Herliati. (2021). *Bunga Rampai Proses Industri Kimia*. Universitas Jayabaya.
- Simeone, G. D R., Di Matteo, A., Rao, M. A., & Di Vaio, C. (2020). Variations of peel essential oils during fruit ripening in four lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(1), 193-200.
- Supandi, M., Wibowo, M. A., & Zahara, T. A. (2019). Karakterisasi Minyak Atsiri Daun Ujung Atap (*Baeckea frutesces* L) Dari Hutan Desa Sungai Nanjung Kabupaten Ketapang Kalbar. *Indonesian*

Journal of Pure and Applied Chemistry, 2(2), 74-83., 2.

- Verdiana, M., Widarta, I. W., & Permana, I. (2018). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus limon* (Linn.)Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 7(4)*, 217.
- Wijayati, N., Pranowo, H. D., Jumina, J., & Triyono, T. (2013). The acid catalyzed reaction of α -pinene over Y-zeolite. *Indones. J. Chem., 13(1)*, 59-65.