

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK TERPENTIN PADA GETAH PINUS DARI LAWU SELATAN DAN SURAKARTA TERHADAP KUALITAS GONDORUKEM

Muhammad Rizqi Jaya Prawira¹, Anang Takwanto¹, Desta Enggar Dwi Prasetya²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²PT. Inhutani V Unit Industri Trenggalek, Klampisan, Surodakan, Kec. Trenggalek, Kab. Trenggalek, Jawa Timur 66316, Indonesia

jrizqi80@gmail.com ; anang.takwanto@polinema.ac.id

ABSTRAK

PT Inhutani V Unit Industri Trenggalek merupakan salah satu industri penghasil *gum rosin* dengan getah pinus merkusii sebagai bahan bakunya. *Gum rosin* berpotensi menjadi salah satu komoditi ekspor Indonesia. *Gum rosin* yang diproduksi oleh PT Inhutani V Unit Industri Trenggalek masih memiliki warna cenderung cokelat dan termasuk dalam kategori kelas WG (*Window Glass*) dan N (*Nancy*). Kualitas gondorukem yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kandungan mineral dan ion logam dari kotoran getah yang berasal dari tanah, serta proses pencucian menggunakan asam oksalat yang kurang maksimal dalam menghilangkan ion logam. Untuk meningkatkan kualitas *gum rosin* tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan variasi konsentrasi terpentin saat dilakukan pencucian/pemurnian getah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan terpentin yang menghasilkan kualitas *gum rosin* dengan *grade* yang baik. Tahapan penelitian ini yaitu persiapan alat dan bahan, pencucian/pemurnian getah pinus merkusii, dan analisis meliputi warna (*color*), bilangan asam (*acid value*), titik leleh (*softening point / melting point*), komponen tidak menguap (*non-volatile*) serta mengetahui kualitas getah dari berbagai daerah pemasok getah. Variabel penelitian yang digunakan adalah konsentrasi terpentin yang ditambahkan yaitu 29,5%; 30,5%; dan 31,5% (b/b). Dari hasil penelitian yang diperoleh, semakin rendah konsentrasi terpentin yang ditambahkan pada saat pengolahan getah maka semakin baik kualitas gondorukem yang dihasilkan. Hasil penelitian terbaik pengolahan getah pinus merkusii menjadi gondorukem terletak pada penambahan konsentrasi terpentin 29,5% dengan getah asal dari Surakarta yang memiliki warna 6,9 dan termasuk kategori kelas WW (*Water White*).

Kata kunci: *gum rosin, konsentrasi, terpentin*

ABSTRACT

PT Inhutani V Trenggalek Industrial Unit is one of the industries producing *gum rosin* with *Pinus merkusii* sap as raw material. *Gum rosin* has the potential to become one of Indonesia's export commodities. *Gum rosin* produced by PT Inhutani V Trenggalek Industrial Unit still has a brown color and is included in the WG (*Window Glass*) and N (*Nancy*) class categories. The quality of the *gondorukem* produced is influenced by several factors, including the mineral content and metal ions of gum impurities from the soil, as well as the washing process using oxalic acid which is less than optimal in removing metal ions. To improve the quality of the *gum rosin*, in this study, the addition of turpentine concentration variations was carried out when washing/purifying the gum. This study aims to determine the effect of turpentine addition that produces *gum rosin* quality with a good grade. The stages of this research are the preparation of tools and materials, washing/purification of *Pinus merkusii* gum, and analysis including color, acid value, softening point/melting point, non-volatile components and knowing the quality of gum from various sap supply areas. The research variable used was the concentration of turpentine added, namely 29.5%; 30.5%; and 31.5% (w/b). From the results obtained, the lower the concentration of turpentine

Corresponding author: Anang Takwanto

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

E-mail: anang.takwanto@polinema.ac.id



added during sap processing, the better the quality of gondorukem produced. The best research results of processing Pinus merkusii sap into gondorukem are located in the addition of 29.5% turpentine concentration with sap from Surakarta which has a color of 6.9 and is included in the WW (Water White) class category.

Keywords: *gum rosin, concentration, turpentine*

1. PENDAHULUAN

Pinus merkusii merupakan salah satu jenis tanaman yang sudah sejak lama digunakan dalam kegiatan reboisasi di Indonesia dan dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pulp kertas. Jenis ini merupakan penghasil getah terbesar dibandingkan dengan jenis pinus lainnya dengan kandungan terpentin yang memiliki kualitas tinggi. Hutan pinus alam tersebar dari Aceh, Sumatera Utara dan Kerinci, sedangkan hutan pinus tanaman tersebar di Jawa (Pekalongan, Jember, Kediri, Surakarta, Lawu Selatan, dll.), di daerah Kalimantan, Sulawesi, dan Sumatera Barat.

PT. Inhutani V Unit Industri Trenggalek umumnya mengelola getah asal dari Surakarta, Sulawesi, Sumatera Barat, Lawu Selatan, dan asal daerah Jawa Timur lainnya. PT. Inhutani V Unit Industri Trenggalek memanfaatkan hutan pinus ini sebagai penghasil getah yang diproduksi menjadi gondorukem dan rosin-ester. Nama lain dari gondorukem yaitu *gum rosin* [1]. Tahapan proses pemasakan getah pinus merkusii menjadi gondorukem (*gum rosin*) dilakukan dengan empat langkah utama, yaitu pengenceran dengan terpentin, penambahan asam oksalat dan pengendapan, penyaringan, dan distilasi [2].

Gondorukem adalah hasil dari proses distilasi/penyulingan getah dari pohon pinus merkusii yang berbentuk padat berwarna kuning jernih sampai kuning tua [3]. Distilasi getah pinus merkusii dapat menghasilkan terpentin 20-25% dan *gum rosin* 70-75% dari bahan getahnya [4]. Gondorukem (*gum rosin*) merupakan salah satu produk ekspor Indonesia. Informasi yang diperoleh dari lapangan produk ini telah di ekspor di berbagai negara seperti Jerman, Belgia, Jepang, Pakistan dll. Masalah yang sering timbul dalam pengolahan gondorukem pada PT. Inhutani V sebelum diekspor adalah kualitas warnanya yang masih berwarna coklat dan termasuk pada kualitas WG (*Window Glass*) dan N (*Nancy*). Kualitas gondorukem yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kandungan mineral dan ion logam dari kotoran getah yang berasal dari tanah, serta proses pencucian menggunakan asam oksalat yang kurang maksimal dalam menghilangkan ion logam [5]. Proses pemasakan yang terlalu lama memungkinkan terjadi kehangusan, isomerisasi dan oksidasi asam resin. Kemungkinan terjadinya reaksi antara komponen dalam getah dengan ion besi yang berasal dari drum penampung dan pengolahan getah. Kualitas getah sebagai bahan baku juga berpengaruh besar bagi kualitas gondorukem. Menurut Permatasari & Rahmatullah (2018) disebutkan bahwa mengatakan getah pinus yang baik memiliki warna yang putih bersih, dan bebas dari kotoran (daun, lalat, kulit, pasir, dan lain-lain) [6]. Usia tanaman pinus dan karakteristik tanah juga dapat mempengaruhi kualitas getah [7].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hidayat dkk (2023), dalam peningkatan kualitas gondorukem dilakukan penambahan *chelating agent* berupa EDTA dan zeolit. Hasil terbaik berada pada penambahan zeolit 1,2% terhadap volume getah dengan waktu 30 menit dan hasil uji warna berada pada 7,5 yang termasuk dalam *grade window glass* (WG) dengan warna kecoklatan dan bilangan asam 184,5 mg KOH/g [5].

Pengolahan getah pinus menjadi gondorukem (*gum rosin*) pada proses pencucian dilakukan dengan penambahan asam oksalat dan terpentin sebagai pelarut. Terpentin merupakan minyak atsiri yang dihasilkan atau diperoleh dari penyulingan getah pohon *Pinus merkusii* Jungh. Et. De. Vriese [8]. Minyak terpentin mengandung 82,7% α -pinene, 0,9 d-camphene, 2,2% β -pinene, 0,4% myrcene, 0,4% α -phellandrene, 11% -carene, 1,1% *p*-cymene, dan 1,3% *d*-limonene [9]. Senyawa α -pinene dan β -pinene membuat terpentin sangat efektif dalam mengurai dan mengencerkan produk berbahan dasar minyak termasuk getah pinus merkusii [10]. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan terpentin yang menghasilkan kualitas gondorukem dengan *grade* yang baik. Dengan demikian, akan dapat diketahui variasi massa minyak terpentin dan asal getah pinus merkusii yang paling optimum untuk menghasilkan gondorukem dengan kualitas terbaik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium PT. Inhutani V Unit Industri Trenggalek pada bulan September 2023. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan eksperimental dengan skala laboratorium. Pada penelitian ini diambil beberapa data, yaitu penambahan minyak terpentin sebagai pelarut pada proses pencucian getah dan hasil gondorukem dari proses pencucian getah dengan asal pemasok getah yang berbeda. Penelitian ini memberikan pedoman untuk menentukan jumlah pelarut minyak terpentin yang efektif untuk hasil produk gondorukem dengan kualitas terbaik.

2.1. Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan sampel getah dari asal pemasok getah yang berbeda. Getah tersebut akan dilakukan pengenceran/pemurnian dengan variasi pelarut minyak terpentin. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *beaker glass* dengan ukuran 2 liter, *hot plate stirrer*, *heating mantle*, set alat *softening ball apparatus*, labu bundar 2 liter, termometer, dan galon bekas. Sedangkan, bahan yang dibutuhkan yaitu getah pinus merkusii, air, xylene, larutan KOH 0,5 N, asam oksalat, dan minyak terpentin. Getah yang akan dilakukan proses pencucian getah berasal dari getah Lawu Selatan dan Surakarta. Getah tersebut disimpan pada wadah galon bekas.

2.2. Tahap Pencucian/Pemurnian Getah Pinus Merkusii

Penelitian ini menggunakan getah pinus merkusii dari pemasok Lawu Selatan dan Surakarta sebagai bahan baku. Sebanyak 1250 gram getah pinus merkusii ditimbang dan diencerkan dengan variasi massa minyak terpentin 29,5%; 30,5%; dan 31,5%. Getah diencerkan dengan pemanasan 75°C dan diaduk selama 15 menit. Larutan getah yang kemudian disebut larutan OPR (*Oleo Pine Resin*) dipisahkan dari serasah menggunakan kasa 4 lapis. Larutan OPR yang telah bersih dari serasah kemudian ditambahkan larutan asam oksalat 5% dan air sebanyak 100 gram. Larutan OPR diaduk selama 15 menit pada suhu 75°C.

Tujuan dari penambahan asam oksalat ini yaitu untuk mengikat kotoran-kotoran halus (jonjot) yang masih lolos dari pemisahan menggunakan kasa 4 lapis. Larutan OPR kemudian diendapkan selama 30 menit dan dipisahkan dari jonjot menggunakan corong pisah. Ke dalam larutan OPR kemudian ditambahkan air 200 gram dan diaduk selama 5 menit dan diendapkan selama 45 menit sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah berupa air dan

sedikit jonjot sedangkan lapisan atas berupa larutan OPR murni. Larutan OPR kemudian dilakukan distilasi untuk didapatkan produk berupa gondorukem.

2.3. Tahap Analisis

Terdapat empat parameter pengujian gondorukem yaitu uji warna (*color*) yang diuji menggunakan metode *gardner*, uji bilangan asam (*acid value*), uji titik leleh (*melting point/softening point*), dan uji komponen tidak menguap (*non-volatile*). Referensi yang digunakan dalam melakukan pengujian adalah SNI 7636:2011 yang dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kualifikasi mutu gondorukem berdasarkan SNI 7636:2011

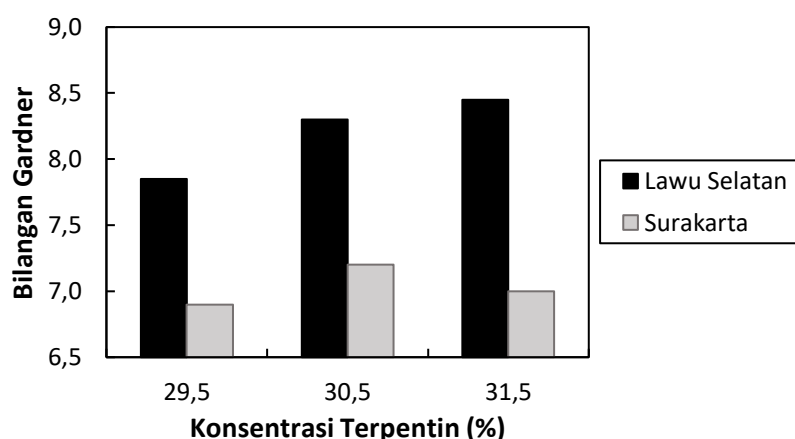
No.	Uraian	Satuan	Persyaratan			
			Utama	Pertama	Kedua	Ketiga
1	Warna					
	a. Metode Lovibond	-	X	WW	WG	N
	b. Metode Gardner	-	≤ 6	≤ 7	≤ 8	≤ 9
2	Titik Leleh	$^{\circ}\text{C}$	≥ 78	≥ 78	≥ 76	≥ 74
3	Kadar Kotoran	%	$\leq 0,02$	$\leq 0,05$	$\leq 0,07$	$\leq 0,10$
4	Kadar Abu	%	$\leq 0,02$	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,08$
5	Komponen Menguap	%	≤ 2	≤ 2	$\leq 2,5$	≤ 3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi konsentrasi massa pelarut terpentin pada proses pencucian getah asal Lawu Selatan dan Surakarta terhadap kualitas gondorukem yang dihasilkan.

3.1 Uji Warna

Metode yang digunakan uji warna dalam penelitian ini yaitu metode *gardner*. Teknik pengujian ini yaitu melarutkan 3 gram sampel gum rosin dengan 3 gram xylene yang merupakan pelarut senyawa organik. Semakin cerah warna gum rosin maka semakin baik kualitasnya.



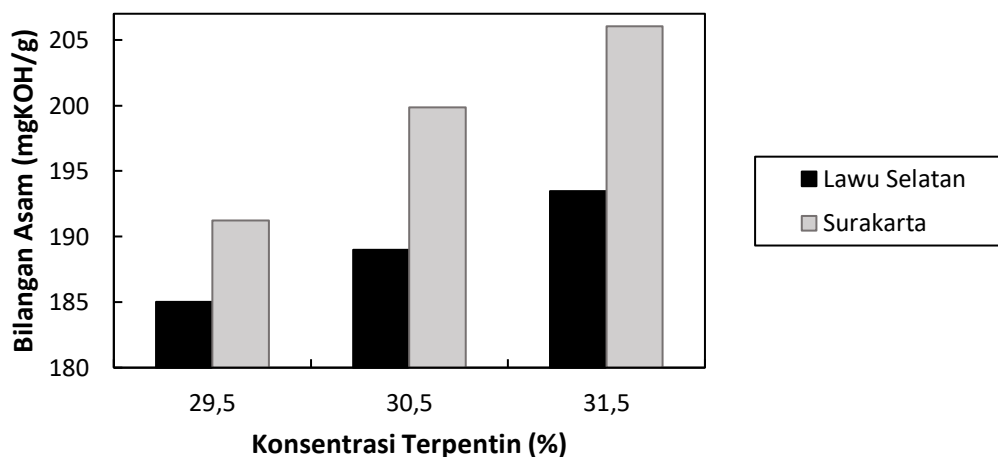
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi terpentin terhadap uji warna *gum rosin*

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, hasil warna gondorukem terbaik yang didapatkan dari pencucian getah asal Lawu Selatan dengan variabel penambahan terpentin 29,5%.

Hasil ini termasuk dalam klasifikasi *grade 8* yaitu WG (*Window Glass*). Sedangkan gondorukem yang diperoleh dari proses pencucian/pemurnian getah Surakarta yaitu pada variabel penambahan konsentrasi terpentin 29,5% dengan klasifikasi WW (*Water White*). Warna suatu gondorukem dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jumlah pengotor yang masih tertinggal pada larutan OPR sebelum didistilasi. Selain itu, proses pencucian/pemurnian getah yang terlalu lama terutama pada proses pemanasan dapat menyebabkan timbulnya kotoran dan mempengaruhi kualitas warna gondorukem [11]. Hal ini juga dapat dibuktikan oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Cahyono dan Amalia (2021) bahwa tingginya suhu pemanasan saat proses pencucian/pemurnian getah dapat mempengaruhi warna gondorukem dikarenakan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kehangusan [12]. Kualitas warna gondorukem juga sangat bergantung pada kualitas bahan baku getah yang digunakan, yakni semakin gelap getah pinus maka kualitas gondorukem semakin buruk [13].

3.2 Uji Bilangan Asam

Menurut Badan Standarisasi Nasional bilangan asam didefinisikan sebagai banyaknya KOH dalam mg yang diperlukan untuk menetralkan satu gram asam gondorukem yang terdapat dalam senyawa gondorukem. Bilangan asam merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas dan kemurnian gondorukem. Pengujian ini dilakukan dengan melarutkan 2 gram sampel rosin dengan 43 gram pelarut berupa xylene kemudian ke dalam larutan ditambahkan indikator PP 3 tetes dan dititrasi dengan menggunakan KOH 0,5 N sampai larutan berubah warna menjadi merah muda.

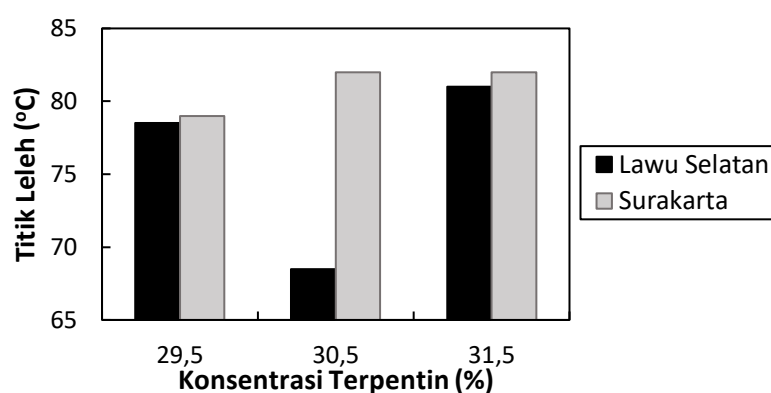


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi terpentin terhadap uji bilangan asam

Bilangan asam gondorukem menurut Standarisasi Nasional Indonesia berkisar antara 160-190 mg/g [14]. Pada Gambar 2 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi terpentin yang ditambahkan pada proses pencucian/pemurnian getah maka semakin tinggi nilangan asamnya. Hal ini dapat terjadi karena faktor pemansan yang semakin panjang saat proses distilasi sehingga mengakibatkan kadar asam meningkat. Pada uji ini didapatkan hasil yang tidak sesuai dengan Standarisasi Nasional Indonesia dimana getah asal Lawu Selatan dengan penambahan massa terpentin 30,5% didapatkan hasil uji bilangan asam sebesar >190 mg KOH/g. Semakin tinggi nilai bilangan asam gondorukem, maka semakin buruk kualitasnya terutama untuk tujuan *food grade* [5].

3.3 Uji Titik Leleh

Menurut Standar Nasional Indonesia syarat khusus titik lunak gondorukem yaitu untuk kualitas utama dan pertama sebesar $\geq 78^{\circ}\text{C}$, untuk kualitas kedua sebesar $\geq 76^{\circ}\text{C}$, dan untuk kualitas ketiga sebesar $\geq 74^{\circ}\text{C}$ [14]. Pada Gambar 3 dapat dilihat perbandingan pengaruh konsentrasi terpentin terhadap uji titik leleh yang terlihat signifikan antara getah asal Surakarta dan getah asal Lawu Selatan. Gondorukem dengan bahan baku getah pinus asal Surakarta didapatkan hasil uji yang telah sesuai dengan standar dengan ketiga sampel didapatkan hasil uji titik leleh $\geq 74^{\circ}\text{C}$. Sedangkan hasil uji dari gondorukem dengan bahan baku pinus asal Lawu Selatan terdapat ketidaksesuaian pada variabel penambahan massa terpentin 30,5%. Hasil uji tersebut berada di bawah standar dengan hasil $\leq 74^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan karena pada gondorukem tersebut masih terdapat terpentin dengan kadar yang tinggi.

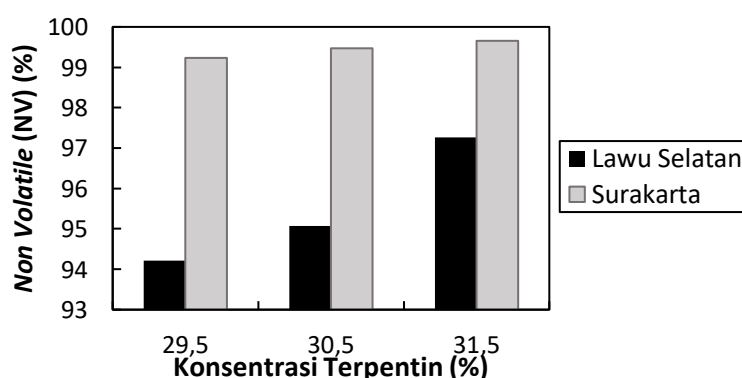


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terpentin terhadap uji titik leleh

Menurut Djatmiko dkk (1973) disebutkan bahwa titik leleh menunjukkan sifat khas gondorukem yang diakibatkan tingkat kematangannya [5]. Tingkat kematangan gondorukem sangat berkaitan dengan jumlah terpentin yang tersisa di dalamnya. Artinya, semakin rendah kadar terpentin yang tersisa, semakin tinggi titik leleh gondorukem. Semakin tinggi nilai titik leleh suatu gondorukem semakin baik kualitasnya [15].

3.4 Uji Komponen Tidak Menguap

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan jumlah komponen yang mudah menguap dalam rosin. Kadar komponen yang menguap diukur sebagai jumlah bagian yang hilang dari rosin setelah dipanaskan pada suhu sekitar 150°C selama 1 jam. Komponen volatil dalam rosin ini adalah terpentin dan komponen yang tertinggal yaitu gondorukem.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi terpentin terhadap uji komponen tidak menguap

Sesuai dengan Stadarisasi Nasional Indonesia, nilai komponen tidak menguap berada pada nilai 98%. Pada Gambar 4 dapat dinilai bahwa gondorukem hasil dari proses pencucian getah dari getah Lawu Selatan belum memenuhi standar. Berbeda dengan gondorukem hasil pengolahan getah dari Surakarta yang memiliki hasil komponen tidak menguap $\geq 98\%$. Komponen tidak menguap berhubungan dengan titik leleh, saat titik leleh suatu gondorukem mengalami kenaikan maka hasil pengujian dari komponen tidak menguap juga mengalami kenaikan. Dapat disimpulkan bahwa komponen tidak menguap berbanding lurus dengan titik leleh.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan pembahasan, dapat disimpulkan semakin kecil konsentrasi terpentin yang ditambahkan pada proses pencucian/pemurnian getah maka semakin baik kualitas gondorukem yang dihasilkan. Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik, baik pengolahan getah asal Lawu Selatan maupun Surakarta terletak pada penambahan konsentrasi terpentin 29,5% yang memiliki warna 6,9 dan termasuk kategori kelas WW (*Water White*) dengan kualitas getah yang terbaik yaitu getah asal Surakarta. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji gondorukem dengan bahan baku getah asal Surakarta lebih baik dan sesuai dengan Standarisasi Nasional Indonesia. Berbeda dengan gondorukem hasil pengolahan getah asal Lawu Selatan yang masih terdapat hasil yang tidak sesuai dengan standar SNI.

Saran pada penelitian selanjutnya yaitu dilakukan penambahan bahan kimia yang mempunyai sifat dapat menyerap kotoran agar dapat meningkatkan kualitas gondorukem terutama pada kualitas warna.

REFERENSI

- [1] S. Suwaji, A. Lamusa, dan D. Howara, "Analisis Pendapatan Petani Penyadap Getah Pinus di Desa Tangkulowi Kecamatan Kulawi Kabupaten Ssigi Sulawesi Tengah," vol. 5, no. 1, hal. 127–133, 2017.
- [2] Y. Suranto, "Karakter Dan Kualitas Gondorukem Kuna Hasil Penemuan Di Pemukiman Pecinan Kutoarjo Kabupaten Purworejo," *Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, vol. 12, no. 2, hal. 47–60, 2018.
- [3] L. Isma, M. Mulizar, dan A. Aiyub, "Karakteristik Marshall Campuran Aspal Menggunakan Aditif (Polyethylene Terephthalate)," *Jurnal Sipil Sains Terapan*, vol. 1, no. 2004, hal. 657–666, 2021.
- [4] I. Riwayati, "Pengaruh Jumlah Adsorben Karbon Aktif Dan Waktu Proses Bleaching Pada Pengolahan Gondorukem," *Jurnal Momentum*, vol. 1, no. 2, hal. 9–14, 2005.
- [5] R. A. N. Hidayat, S. Nugroho, H. Dewajani, dan A. Yuni, "Peningkatan Kualitas Gondorukem Dengan Penambahan Chelating Agent Dan Adsorben Pada Proses Pengolahan Getah Karet (Pinus Merkusii) Di PT. Perhutani Anugerah Kimia," *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 390–399, 2023.
- [6] S. Permatasari dan R. B. Rahmatullah, "Pemisahan Terpentin dan Gondorukem dari Getah Pinus (Pinus merkusii Jungh . et de Vriese) dengan Metode Destilasi," 2018.
- [7] A. Nurmaydha, S. Wijana, dan P. Deoranto, "Analisis Produktivitas pada Bagian Produksi Gondorukem dan Terpentin Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) (Studi Kasus di PGT Sukun Ponorogo Kesatuan Bisnis Mandiri Industri Non Kayu (KBM-INK)

- Perum Perhutani Unit II Jawa Timur),” vol. 1, no. 1, hal.42-54, 2017.
- [8] N. Wijayati, C. Astutiningsih, S. Mulyati, dan I. Artikel, “Transformasi α -Pinena dengan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25923,” vol. 6, no. 1, 2014.
- [9] E. D. Daryono, “Sintesis α - Pinene Mendjadi α -Terpineol Menggunakan Katalis H_2SO_4 dengan Variasi Suhu Reaksi dan Volume Etanol,” *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, no. 2, hal. 1–6, 2015.
- [10] R. Ringgani, B. Budhijanto, dan A. Budiman, “Kinetika Reaksi Isomerisasi α -pinene,” *Eksergi*, vol. 13, no. 1, hal. 7, 2016.
- [11] R. E. Kirk dan D. F. Othmer, “Encyclopedia of Chemical Technology 4th, Vol. 21,” vol. 5. The Interscience Encyclopedia, New York, 2007.
- [12] E. Cahyono dan C. A. Amalia, “Peningkatan Warna Larutan Getah Pinus pada Pemanasan Temperatur 60-90 ° C,” *Artikel Penelitian Perhutani*, no. 2, vol. 1, hal. 7-9, 2021.
- [13] E. Cahyono dan S. A. Nahdiana, “Peningkatan Warna Gondorukem pada Pemanasan Temperatur 120-140 ° C,” *Artikel Penelitian Perhutani*, no. 1, vol. 1, hal 4-6, 2021.
- [14] B. S. Nasional, “Sni 01-5009.12-2001,” 2001.
- [15] Y. Deviyanti, S. Rulianah, dan T. B. Santoso, “Pengaruh Konsentrasi Asam Askorbat pada Proses Pembuatan Gum Rosin,” *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 10, no. 9, hal. 197–204, 2024.