

PENGARUH KONSENTRASI ASAM ASKORBAT PADA PROSES PEMBUATAN GUM ROSIN

Yayuk Deviyanti¹, Sri Rulianah¹, Trinova Budi Santoso²

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

²PT. Eksploitasi dan Industri Hutan V, Jl. Kanjeng Jimat, Surodoka, Trenggalek, 66316, Indonesia

yayukdeviyanti32@gmail.com; [sri.rulianah@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Gum rosin adalah produk industri dari getah pinus hasil hutan non kayu. Dengan berkembangnya teknologi, pengolahan getah pinus dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku adhesive. Di salah satu industri, saat ini masih menggunakan asam oksalat untuk mengurangi impuritis dan mengendapkan ion Fe pada getah pinus. Pada *treatment* OPR (*Oil Pine Resin*) ditambahkan asam askorbat untuk mencegah oksidasi pada getah. Asam askorbat dapat mencegah oksidasi pada buah apel sehingga pada penelitian ini digunakan sebagai bahan tambahan untuk pembuatan gum rosin. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui spesifikasi gum rosin yang dihasilkan menggunakan bahan tambahan asam askorbat. Bahan yang digunakan dalam pembuatan gum rosin yaitu getah pohon pinus, asam askorbat, air, dan terpentin. Proses pembuatan gum rosin dilakukan dengan 2 tahap yaitu *treatment* OPR dan distilasi. *Treatment* OPR dilakukan dengan mengencerkan getah pinus yang ditambahkan terpentin lalu difiltrasi untuk memisahkan getah dengan impuritis, kemudian ditambahkan asam askorbat sesuai variabel. Setelah *treatment* OPR akan dilanjutkan dengan distilasi untuk memisahkan antara terpentin dan gum rosin. Distilasi dilakukan dengan suhu maksimal 175°C. Setelah proses distilasi selesai dilakukan uji warna, bilangan asam, dan *softening point* pada produk gum rosin. Variabel yang digunakan yaitu konsentrasi asam askorbat 0,2% ; 0,4% ; 0,6% dari berat getah yang digunakan. Dari hasil penelitian yang diperoleh, semakin tinggi konsentrasi asam askorbat menghasilkan gum rosin yang kualitasnya kurang bagus. Hasil penelitian terbaik pada produksi gum rosin dengan bahan tambahan asam askorbat diperoleh pada penambahan asam askorbat 0,2% dengan uji warna sebesar 8,6 , bilangan asam sebesar 190,95 dan *softening point* sebesar 80°C.

Kata kunci: asam askorbat, distilasi, getah pinus, gum rosin, OPR

ABSTRACT

Gum rosin is an industrial product from pine resin non-timber forest product. With the development of technology, pine resin processing can be utilized as adhesives raw material. In one industry, currently still using oxalic acid to reduce impurities and precipitate Fe ions in pine resin. In the treatment OPR (Oil Pine Resine), ascorbic acid is added to prevent oxidation of the resin. Ascorbic acid can prevent oxidation of apples so that in this study it was used as a additional ingredients for making gum rosin. The purpose of this study was to determine the specification of gum rosin produced using ascorbic acid as a additional ingredients. The materials used in the manufacture of gum rosin are pine tree sap, ascorbic acid, water, and turpentine. The process of making gum rosin is carried out in 2 stage, namely OPR treatment and distillation. OPR treatment is carried out by diluting pine resin added with turpentine and then filtered to separate the resin with impurities, then ascorbic acid is added according to the variables. After the OPR treatment, it will be followed by distillation to separate turpentine and gum rosin. Distillation is carried out with a maximum temperature of 175°C. After the distillation process is complete, color, acid number, and softening point tests are carried out on gum rosin products. . Form the result obtained, the higher the concentration of ascorbic acid produced gum rosin with poor quality. The variable used were ascorbic acid concentration of 0.2% ; 0.4% ; 0,6% of the weight of the gum used. The best research results

Corresponding author: Sri Rulianah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

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

E-mail: sri.rulianah@polinema.ac.id



on the production of gum rosin with ascorbic acid additives were obtained at the addition of 0,2% ascorbic acid with a color test of 8.6, acid number of 190.95 and softening point of 80°C.

Keywords: ascorbic acid , distillation, pine resin, gum rosin, OPR

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya dengan sumber daya alam, salah satunya adalah sektor kehutanan. Sumber daya alam pada sektor kehutanan bersifat multifungsi. Dimana multifungsi yang berarti sektor kehutanan memiliki hasil hutan kayu dan hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang sangat beragam. Pada saat ini produk gum rosin (gondorukem) bernilai tinggi dan sangat diminati oleh pasar dalam negeri maupun luar negeri sebagai produk ekspor non migas (produk hutan) [1]. Indonesia memproduksi gum rosin mencapai 60.000 ton/tahun sebagai produsen ke-3 terbesar di dunia [2]. Gum rosin merupakan rosin yang berbentuk padat yang dihasilkan dari pengolahan getah pohon pinus maupun getah pohon lainnya. Gum rosin diproduksi dengan proses distilasi sehingga terpisahkan dari bahan yang mudah menguap yaitu terpentin [3]. Terpentin merupakan bagian dari hidrokarbon yang mudah menguap dengan cara penyulingan [4].

Nama lain dari gum rosin, yaitu gondorukem, resin, rosin, pine resin, dan sionga. Secara kimiawi, gum rosin tersusun atas asam-asam resin antara lain berbagai isomer anhidrida asam abietate $C_{19}H_{29}COOH$, abietate anhidrida $C_{40}H_{58}O_3$, dan hidrokarbon yang merupakan zat tak tersabun [5]. Pada tahun 2010 harga gondorukem di pasar internasional sekitar US\$ 2.900/ton. Semakin tinggi kualitas gondorukem maka harga jualnya juga akan tinggi di pasar [6].

Pembuatan gum rosin dari getah pinus dengan metode distilasi dengan bahan tambahan asam oksalat dan variabel suhu 160°C, 170°C, 180°C menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu distilasi menghasilkan rendemen gum rosin semakin kecil dan rendemen terpentin semakin tinggi [7]. Asam askorbat dapat mencegah oksidasi pada getah pinus sehingga menghasilkan gum rosin dengan kualitas baik. Semakin jernih warna dari gum rosin maka semakin bagus kualitasnya. Pencegahan oksidasi pada potongan apel dilakukan dengan penambahan asam askorbat dan lidah buaya dengan variabel asam askorbat 1% dan 3% sedangkan untuk lidah buaya 5% dan 10% menghasilkan asam askorbat dengan konsentrasi 3% merupakan larutan anti *browning* yang efektif digunakan dalam mencegah pencoklatan buah apel potong [8]. Asam askorbat berfungsi sebagai antioksidan, sehingga dapat mencegah oksidasi yang membuat warna potongan apel menjadi coklat [9].

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, maka perlu dilakukan pengembangan penelitian pembuatan gum rosin dengan menggunakan asam askorbat. Variabel asam askorbat yang digunakan yaitu 0,2% ; 0,4% ; 0,6% dari berat getah yang digunakan. Pada *treatment* OPR ditambahkan air yang berfungsi untuk pembilasan. Pembaharuan tersebut dilakukan dikarenakan pada penelitian terdahulu belum ada yang menggunakan bahan tambahan asam askorbat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas produk gum rosin dan untuk mengetahui bagaimana spesifikasi gum rosin yang dihasilkan menggunakan bahan tambahan asam askorbat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan gum rosin dilakukan dengan 2 tahap yaitu proses *treatment* OPR (*Oil Pine Resin*) dan distilasi. Pada pembuatan gum rosin terdapat bahan baku utama dan bahan tambahan. Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu getah pinus yang sudah dicampurkan dengan terpentin atau biasanya disebut OPR dengan berat total 1500 gram. Sedangkan untuk bahan tambahan yang digunakan yaitu asam askorbat.

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi asam askorbat 0,2% ; 0,4% ; 0,6% dari berat getah yang digunakan. Alat yang digunakan untuk pembuatan gum rosin yaitu timbangan, beaker glass 2000 ml, *hot plate stirrer*, alumunium foil, pengaduk magnet, corong pemisah 1000 ml, statif, alat untuk uji *softening point*, erlenmeyer 500 ml, termometer, alat uji warna gardner, beaker glass 100 ml, buret, pengaduk, alat distilasi.

2.1. Treatment OPR

Treatment OPR dilakukan dengan menimbang OPR sebanyak 1500 gram. Kemudian ditambahkan asam askorbat sesuai variabel. Asam askorbat dibuat menjadi larutan agar lebih mudah larut dengan OPR, sebagai contoh asam askorbat 0,2% yaitu asam askorbat sebanyak 2,1 gram diencerkan dengan menambahkan air sebanyak 39 gram. Untuk asam askorbat dengan konsentrasi 0,4% dan 0,6% dilakukan dengan cara yang sama. Kemudian ditambahkan air sebanyak 150 gram. Setelah itu larutan diaduk di atas *hot plate stirrer* selama 15 menit dengan suhu maksimal 80°C. Kemudian larutan didiamkan selama ±30 menit dan dipisahkan menggunakan corong pemisah, untuk OPR dilapisan atas dan air dilapisan bawah. Tahap selanjutnya OPR ditambahkan air sebanyak 250 gram dan diaduk di atas *hot plate stirrer* tanpa pemanasan selama 5 menit. Larutan OPR hasil pengadukan didiamkan dan dipisahkan menggunakan corong pemisah. Setelah OPR dipisahkan dengan air kemudian ditimbang dan dilakukan uji warna, *non-volatile*, dan bilangan asam.

2.2. Distilasi

OPR yang sudah ditreatment kemudian dituangkan ke flask untuk proses distilasi. Distilasi dilakukan selama ±3 jam dengan suhu maksimal 175°C. Terpentin yang menguap akan dikondensasi kemudian ditampung di erlenmeyer, sedangkan gum rosin tetap di flask. Hasil produk destilat yaitu terpentin dan bottom produk yaitu gum rosin. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan proses distilasi dengan waktu selama 2 jam 40 menit 36 detik [10]. Setelah proses distilasi selesai, gum rosin dan terpentin ditimbang. Kemudian gum rosin diuji bilangan asam, uji warna, dan *softening point*.

2.3. Analisa Produk

a. Non-Volatile

Non-volatile dilakukan dengan menuang OPR ke alumunium foil yang sudah dibentuk seperti tutup botol. Kemudian dioven selama 1 jam dengan suhu 150°C. Penentuan *non-volatile* dapat dirumuskan dengan persamaan 1 [11].

$$NV = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan : W_0 adalah berat *alumunium foil* kosong (gram)

W_1 adalah berat *alumunium foil* + sampel (gram)

W_2 adalah berat *alumunium foil* + sampel setelah di oven (gram)

b. Uji Warna

Uji warna untuk OPR yang sudah ditreatment, dilakukan dengan menuangkan OPR sebanyak 5 gram ke *beaker glass*, kemudian ditambahkan alkohol. Setelah itu sampel diuji warna menggunakan gardner [6]. Penambahan alkohol dapat dirumuskan dengan persamaan 2 dan 3.

$$\text{Berat total sampel} = \frac{5 \times NV}{0,4} \quad (2)$$

$$\text{Berat alkohol} = \text{berat total sampel} - 5 \quad (3)$$

Keterangan : 0,4 adalah 40% dari padatan

Berat alkohol adalah alkohol yang ditambahkan ke OPR

Berat total sampel adalah berat OPR + alkohol

5 adalah berat OPR sebesar 5 gram

Sedangkan uji warna untuk gum rosin dilakukan dengan menuangkan gum rosin sebanyak 3 gram ke *beaker glass*, kemudian ditambahkan xylene sebanyak 3 gram sehingga perbandingannya 1:1. Kemudian larutan dimasukkan ke kuvet dan dimasukkan ke gardner color untuk diuji warna.

c. Uji Bilangan Asam

Uji bilangan asam dilakukan dengan menuangkan gum rosin ke erlenmeyer sebanyak 2 gram, kemudian ditambahkan xylene 43 gram. Kemudian ditambahkan indicator PP sebanyak 3 tetes untuk dititrasi dengan KOH 0,5 N. Penentuan bilangan asam dirumuskan dengan persamaan 4 [12].

$$AV = \frac{V \times N \times 56,1}{W} \quad (4)$$

Keterangan : V adalah volume titrasi KOH (ml)

N adalah konsentrasi KOH (N)

W adalah berat gum rosin (gram)

d. Uji Softening Point

Uji *softening point* dilakukan dengan melelehkan gum rosin, kemudian dimasukkan ke ring. Setelah gum rosin dingin lalu dimasukkan ke alat untuk uji *softening point*. Ketika gum rosin sudah meleleh turun ke bawah, suhu pada termometer dicatat [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1 Hasil Uji Treatment OPR**

Pada penelitian ini dilakukan dengan treatment OPR terlebih dahulu dengan penambahan asam askorbat sesuai variabel konsentrasi. Variabel konsentrasi askorbat yang digunakan yaitu 0,2% ; 0,4% ; 0,6% dari berat getah yang digunakan. Setelah *treatment* OPR selesai, OPR akan dilakukan uji bilangan asam, uji warna, dan uji *Non-Volatile*. Tabel 1 berikut ini menunjukkan hasil uji untuk OPR yang sudah ditreatment.

Dari hasil data yang diperoleh, bilangan asam dari OPR masih tinggi. Bilangan asam adalah banyaknya kalium hidroksida dalam milligram untuk menetralkan 1 gram lemak yang terkandung dalam senyawa gondorukem [11]. Dilakukan uji bilangan asam untuk

mengetahui jumlah asam lemak bebas yang masih terkandung dalam bahan dan untuk mengetahui tingkat kerusakan bahan dikarenakan adanya proses hidrolisis [6].

Tabel 1. Hasil uji *treatment* OPR menggunakan asam askorbat

OPR	Bilangan Asam	Warna	Non-Volatile (%)
Blanko	205,28	4,7	56,45
Konsentrasi Asam Askorbat 0,2 %	202,40	4,9	56,21
Konsentrasi Asam Askorbat 0,4 %	206,40	4,5	57,23
Konsentrasi Asam Askorbat 0,6 %	198,82	4,7	56,45

Salah satu indikator pertama untuk menentukan kualitas dari gondorukem adalah uji warna. Alat yang digunakan untuk uji warna yaitu gardner. Dari hasil data yang diperoleh warna dari OPR masih standart hampir sama dengan OPR yang menggunakan bahan asam oksalat sebagai bahan pendukung untuk proses *treatment*.

Uji *Non-Volatile* digunakan untuk mengetahui kadar yang tidak bisa menguap pada OPR. Kadar komponen yang menguap merupakan jumlah bagian yang menguap dalam OPR setelah dipanaskan selama 1 jam dengan suhu 150°C. Uji *non-volatile* ini merupakan langkah awal untuk mengetahui komponen zat lain yang masih terkandung dalam OPR. Zat yang mudah menguap yang masih terkandung pada OPR yaitu terpentin. Dari hasil data yang diperoleh terpentin lebih sedikit dari pada OPR. Semakin murni suatu gum rosin, maka komponen yang menguap akan semakin sedikit. Sehingga mutu gum rosin yang bagus yaitu jumlah terpentin yang sedikit.

Mutu getah pinus di uji secara visual sebagai dasar proses selanjutnya di laboratorium [13]. Getah pinus yang baik berwarna putih dan sedikit kotoran sehingga akan menghasilkan gum rosin dengan kualitas terbaik yang warnanya jernih. Gum rosin akan terlihat menarik apabila warnanya jernih kuning bukan coklat. Semakin jernih warnanya maka kualitasnya semakin bagus. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi mutu gum rosin yaitu kandungan mineral dalam air yang digunakan untuk proses memasak getah terutama yaitu ion-ion besi dan tembaga [14]. Umur tanaman pinus dan karakteristik tanah juga dapat menjadi pemicu yang mempengaruhi kualitas getah [15]. Perbedaan musim mempengaruhi mutu getah [13].

3.2 Spesifikasi Gum Rosin



Gambar 1. Hasil gum rosin

Setelah dilakukan *treatment*, OPR dilakukan distilasi. Distilasi ini bertujuan untuk memisahkan terpentin dan gum rosin. Dalam proses distilasi ini dilakukan injeksi nitrogen untuk membuat warna gum rosin tidak kecoklatan. Distilasi dilakukan sekitar 2,5 – 3 jam

dan suhu maksimal 175°C. Setelah proses distilasi selesai dilakukan uji bilangan asam, uji warna, dan uji titik leleh. Hasil uji produk gum rosin ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji produk gum rosin menggunakan asam askorbat

Gum Rosin	Bilangan Asam	Warna	Softening Point (°C)
Blanko	187,51	8,6	79,5
Konsentrasi Asam Askorbat 0,2 %	190,95	8,5	80
Konsentrasi Asam Askorbat 0,4 %	189,57	8,6	78
Konsentrasi Asam Askorbat 0,6 %	194,41	8,5	81

Warna dari produk gum rosin sekitar 8,5-8,6. Nilai warna gondorukem <8 sesuai dengan SNI 01-5009. 12-2001 yaitu N (*Nancy*) yaitu warna kecoklatan pada pada standar warna Lovibond [11], maka kualitas dari gum rosin tersebut kurang bagus. Pengotoran warna gum rosin disebabkan karena pemanasan yang terlalu lama [16]. Pengotoran warna pada gum rosin juga disebabkan karena senyawa-senyawa yang ada pada asam resin tidak tersabunkan dan senyawa yang mempunyai berat molekul tinggi [6]. Asam askorbat tidak bisa mengikat ion logam sehingga tidak dapat meningkatkan kualitas warna gum rosin.

Bilangan asam dari gum rosin yang sudah memenuhi standart baku mutu yaitu dengan penambahan asam askorbat 0,4%. Nilai standar bilangan asam gum rosin sesuai dengan SNI 01-5009. 12-2001 yaitu 160-190 [11]. Semakin tinggi konsentrasi asam askorbat menghasilkan bilangan asam yang tinggi. Semakin tinggi bilangan asam maka semakin buruk kualitas gum rosin untuk tujuan *food grade* [6].

Softening point dari data yang diperoleh sekitar 80°C-81°C. Data tersebut sudah sesuai dengan literatur, dimana *softening point* semakin tinggi dikarenakan jumlah kadar asam yang tinggi [6]. Semakin tinggi *softening point* maka semakin bagus juga kualitas gum rosin [17]. Semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin tinggi juga *softening point*, hal ini disebabkan karena berat molekul dari gum rosin dipengaruhi oleh jumlah bilangan asam [6].

Dari hasil data yang diperoleh semakin tinggi konsentrasi asam askorbat menghasilkan produk gum rosin dengan kualitas kurang bagus. Asam askorbat yang digunakan sebagai bahan tambahan tidak bisa mengoksidasi getah pinus sehingga warna dari gum rosin ini coklat dan termasuk kualitas yang kurang bagus.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam askorbat akan menghasilkan warna produk gum rosin yang kurang bagus. Pada penelitian ini yang menghasilkan gum rosin mendekati dengan standar gum rosin yaitu menggunakan konsentrasi asam askorbat 0,2% dengan spesifikasi bilangan asam sebesar 190,95 ; warna 8,5 ; titik lunak 80°C. Jadi asam askorbat tidak bisa mencegah oksidasi pada getah pinus.

Hal yang dapat disarankan pada produksi gum rosin untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan trial menggunakan bahan tambahan asam lainnya sebagai pengganti asam askorbat sehingga dapat meningkatkan hasil produk gum rosin.

REFERENSI

- [1] D. Q. A. Putri and C. Achmad, "Sintesa DPR (Disproportionated Rosin) dari Gum Rosin Grade X Secara Batch," *Distilat : jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 302–309, 2021.
- [2] M. Khadafi, I. Rostika, and T. Hidayat, "Pengolahan Gondorukem Menjadi Bahan Pendarihan Sebagai Aditif pada Pembuatan Kertas," *Jurnal Selulosa*, vol. 4, no. 1, hal. 17–24, 2014.
- [3] D. Kharismawati and N. S. I. Suprihatin, "Strategi Implementasi Produksi Bersih untuk Meningkatkan Kinerja Industri Gondorukem Strategi Implementasi Produksi Bersih untuk Meningkatkan Kinerja Industri Gondorukem (Studi Kasus Nagreg Jawa Barat)," *Jurnal Aplikasi Manajemen*, vol. 14, no. 4, hal. 705–713, 2016
- [4] B. Wiyono and T. Silitonga, "Percobaan Fraksionasi-Distilasi Minyak Terpentin dari Pinus Merkusii Jung Et De Vriese," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 6, no. 4, hal. 231–234, 1989.
- [5] S. Yustinus, "Karakter dan Kualitas Gondorukem Kuna Hasil Penemuan di Pemukiman Pecinan Kutoarjo Kabupaten Purworejo," *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, vol. 12, no. 2, hal. 47–60, 2018.
- [6] R. A. N. Hidayat, S. Nugroho, H. Dewajani, and A. Yuni, "Peningkatan Kualitas Gondorukem Dengan Penambahan Chelating Agent dan Adsorben pada Proses Pengolahan Getah Karet (Pinus Merkusii) di PT. Perhutani Anugrah Kimia," *Distilat : Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 390–399, 2021.
- [7] S. Permatasari and R. B. Rahmatullah, "Pemisahan Terpentin dan Gondorukem dari Getah Pinus (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese) Dengan Metode Destilasi," Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2018.
- [8] Y. A. Purwanto and R. N. Effendi, "Penggunaan Asam Askorbat dan Lidah Buaya untuk Menghambat Pencoklatan pada Buah Potong Apel Malang," *Jurnal Keteknik Pertanian*, vol. 04, no. 2, hal. 1–11, Oct. 2016.
- [9] J. C. Wibawa, L. H. Wati, and M. Z. Arifin, "Mekanisme Vitamin C Menurunkan Stres Oksidatif Setelah Aktivitas Fisik," *JOSSAE : Journal of Sport Science and Education*, vol. 5, no. 1, hal. 57–63, May 2020.
- [10] D. P. Kurniawan, R. W. Ashadi, and Arif, "Penentuan Waktu Baku dan Analisis Keseimbangan Lini Produksi pada Industri Pengolahan Gondorukem dan Terpentin," *Jurnal Pertanian*, vol. 6, no. 2, hal. 88–91, 2015.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 01-5009.12-2001 : Gondorukem*, hal. 1–16, 2001.
- [12] S. Rusmalina, "Penentuan Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan pada Nilai Asam Lemak Bebas," *Jurnal PENA*, vol. 32, no. 1, hal. 53–57, 2018.
- [13] A. Primaningtyas and R. Widyorini, "Evaluasi Proses Produksi Industri Gondorukem dari Tinjauan Aliran Massa Dan Energi (Studi Kasus PGT Sapuran)," *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, vol. 12, no. 1, hal. 29–52, Aug. 2020.
- [14] I. Riwayati, "Pengaruh Jumlah Adsorben Karbon Aktif dan Waktu Proses Bleaching pada Pengolahan Gondorukem," *Jurnal Momentum*, vol. 1, no. 2, hal. 9–14, 2005.
- [15] A. Nurmaydha, S. Wijana, and P. Deoranto, "Analisis Produktivitas pada Bagian Produksi Gondorukem dan Terpentin Menggunakan Metode Objective Martix (OMAX) (Studi Kasus di PGT Sukun Ponorogo Kesatuan Bisnis Mandiri Industri Non Kayu (KBM-

- INK) Perum Perhutani Unit II Jawa Timur),” *Agroindustrial Technology Journal*, vol. 01, no. 01, hal. 42–54, 2017.
- [16] R. E. Kirk and D. F. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology (4th Edition)*, vol. 21. New York: The Interscience Encyclopedia, Inc, 2007.
- [17] J. J. W. Coppen and G. A. Hone, *Gum Naval Stores : Turpentine and Rosin from Pine Resin Non-Wood Forest Products 2*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995.