

SELEKSI PROSES DAN PENENTUAN KAPASITAS PRODUKSI PADA INDUSTRI *DISPROPORTIONATED ROSIN* (DPR) DARI GUM ROSIN

Afifatul Wardah dan Achmad Chumaidi

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
afifahwardah4@gmail.com ; [achmad.chumaidi@yahoo.com]

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah hutan yang cukup luas, Salah satu jenis tanaman yang terdapat di hutan Indonesia adalah pinus. Gum rosin merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari proses pemisahan getah pinus (*pinus merkusii*) melalui cara penyulingan sehingga menghasilkan minyak terpentin. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membuat rosin modifikasi adalah menggunakan metode disproporsionasi sehingga menghasilkan produk berupa *disproportionated rosin* (DPR). Pada pembuatan *disproportionated rosin* terdapat beberapa macam proses sehingga perlu dilakukan seleksi proses. Pada tahap seleksi proses pembuatan DPR ini menggunakan metode *grading* dengan hasil grade 790 pada proses tanpa katalis, hasil ini didapatkan karena pembuatan tanpa katalis ramah lingkungan, suhu dan tekanan yang digunakan relatif rendah sehingga menghemat energi serta biaya, bahan baku yang digunakan mudah didapatkan dan murah, dan menghasilkan kemurnian 99,9% gum rosin. Pada penentuan kapasitas dilakukan dengan perhitungan pertumbuhan rata-rata pertahun pada proses produksi DPR, dengan menggunakan data ekspor dan impor *disproportionated rosin* pada tahun 2016-2020 untuk mendapatkan hasil perkiraan pada tahun 2023. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode proses yang efektif digunakan adalah pembuatan *disproportionated rosin* tanpa katalis dengan kapasitas produksi pabrik pada tahun 2023 sebesar 2.500 ton/tahun. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: *disproportionated rosin*, gum rosin, *grading*, kapasitas produksi, seleksi proses

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a fairly wide forest area. One of the types of plants found in Indonesian forests is pine. Gum rosin is one of the products produced from the process of separating pine resin (*pinus merkusii*) through distillation to produce turpentine oil. One method that can be used to make modified rosin is to use the *disproportionation* method so as to produce a product in the form of *disproportionated rosin* (DPR). In the manufacture of *disproportionated rosin*, there are several kinds of processes, so process selection is necessary. At the selection stage of the DPR manufacturing process using the *grading* method with grade 790 results in the uncatalyzed process, these results are obtained because the manufacture without catalysts is environmentally friendly, the temperature and pressure used are relatively low so that it saves energy and costs, the raw materials used are easy to obtain and inexpensive. , and yields a purity of 99.9% gum rosin. The determination of capacity is carried out by calculating the annual average growth in the DPR production process, using export and import data on *disproportionated rosin* in 2016-2020 to get an estimate in 2023. The results of this study indicate that the effective process method used is the manufacture of *disproportionated rosin*. rosin without a catalyst with a factory production capacity in 2023 of 2,500 tons/year. From the results of the study it can be concluded that this factory is feasible to be established.

Keywords: *disproportionated rosin*, gum rosin, *grading*, capacity of production, process selection

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan memiliki wilayah hutan yang sangat luas. Hutan-hutan ini digunakan untuk konservasi alam, tetapi juga dapat memproduksi berbagai jenis produk. Hutan jenis ini kemudian dinamakan hutan produksi yaitu hutan yang memiliki fungsi pokok untuk memproduksi produk hasil hutan. Di area-area hutan ini, terdapat berbagai jenis tanaman yang dapat digunakan untuk produksi. Beberapa jenis tanaman yang dapat ditemukan di hutan Indonesia adalah akasia, meranti, eboni, pinus dan masih banyak lagi sehingga hutan di Indonesia menghasilkan 2 jenis produk yaitu produk kayu dan produk non-kayu. Dari berbagai produk hasil hutan non-kayu yang diproduksi, terdapat salah satu produk yang banyak diminati adalah gum rosin atau lebih dikenal sebagai gondorukem .

Gum rosin merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari proses pemisahan getah pinus (*pinus merkusii*) melalui cara penyulingan dengan produk lain yang dihasilkan adalah minyak terpentin. Gum rosin memiliki wujud sebagai sebuah kristal yang tidak berwarna hingga kecoklatan. Gum rosin tergolong dalam produk kimia hutan, bersanding dengan terpentin, minyak kayu putih, dan lak. Pada tahun 2018, gondorukem yang diproduksi oleh Perum Perhutani tercatat sebesar 65.170 ton[1] . Penggunaan gum rosin yang belum termodifikasi memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah ditemukannya ikatan rangkap dua yang menyebabkan mudah teroksidasi[2]. Terdapat berbagai jenis rosin modifikasi berdasarkan metode yang digunakan untuk memperoleh produk rosin modifikasi tersebut. Rosin modifikasi yang banyak digunakan adalah hasil dari proses esterifikasi yang kemudian banyak dikenal sebagai produk rosin ester. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membuat rosin modifikasi adalah menggunakan metode disproporsionasi untuk menghasilkan produk *disproportionated rosin* (DPR).

Disproportionated rosin (DPR), atau dapat disebut juga sebagai rosin tak proporsional, merupakan salah satu produk dari modifikasi gum rosin dengan menggunakan katalis dalam sebuah reaksi disproporsionasi[3]. DPR ini memiliki beberapa keuntungan apabila dibandingkan dengan produk rosin tak termodifikasi, yaitu memiliki stabilitas termal, tahan terhadap oksidasi, dan memiliki tingkat kerapuhan yang rendah. Produk ini banyak dimanfaatkan untuk proses produksi yang terjadi di industri permen karet, perekat (*hot melt* dan perekat yang sensitif terhadap tekanan), pembuatan tinta untuk percetakan, serta karet.

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan seleksi beberapa metode proses dalam produksi *disproportionated rosin* (DPR) untuk mengetahui metode terbaik serta menentukan kapasitas produksi pabrik *disproportionated rosin* (DPR) yang akan berdiri pada tahun 2023.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Seleksi Proses

Seleksi proses biasanya dilakukan dengan studi literatur dari penelitian terdahulu. Seleksi proses merupakan suatu pengembangan proses yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dari bahan baku yang mencakup serangkaian keputusan mengenai tipe atau jenis proses produksi dan peralatan tertentu yang digunakan[4]. Pembuatan *disproportionated rosin* dapat dilakukan melalui 2 proses yaitu proses pengolahan dengan menggunakan katalis dan proses pengolahan tanpa menggunakan katalis[5]. Kedua proses pengolahan *disproportionated rosin* ini dinilai dengan menggunakan grading, penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek

seperti lingkungan, teknis, ekonomi dan kualitas produk yang dihasilkan untuk mendapatkan sebuah proses yang paling sesuai[6].

2.2. Penentuan kapasitas

Penentuan kapasitas pabrik dilakukan untuk menentukan berapa banyak produk yang dapat diproduksi dalam setiap tahun. Perhitungan ini didasarkan pada data-data yang tersedia, yaitu data impor dan data ekspor yang didapatkan pada Badan Pusat Statistik. Perhitungan kapasitas dilakukan dengan menghitung kenaikan setiap tahun dan dirata-rata untuk pertumbuhan setiap tahunnya menggunakan perhitungan metode linear[7]. Rumus menggunakan metode linier sebagai berikut:

$$i = \frac{\sum \%p}{n} \quad (1)$$

Dimana:

i = pertumbuhan rata-rata per tahun

$\sum \%p$ = persen pertumbuhan per tahun (%)

n = jumlah data persen pertumbuhan

Setelah dilakukan perhitungan pertumbuhan rata-rata, Langkah selanjutnya adalah perhitungan peluang kapasitas *disproportionated rosin* berdasarkan prediksi data produksi, konsumsi, impor, dan ekspor[8]. Perhitungan peluang kapasitas dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$m = P(1 + i)^n \quad (2)$$

Dimana =

m = jumlah produk pada tahun yang diperhitungkan

P = jumlah produk pada tahun terakhir yang diketahui

i = rata-rata pertumbuhan per tahun

n = selisih tahun

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Seleksi Proses

Berdasarkan bahan baku utama, terdapat 2 proses yang dapat digunakan dalam pabrik pembuatan *disproportionated rosin*. Proses pertama adalah proses pengolahan dengan menggunakan katalis dan proses kedua adalah proses pengolahan tanpa menggunakan katalis[5]. Kedua proses pengolahan bahan baku ini kemudian dinilai dengan menggunakan grading untuk menentukan proses yang akan digunakan dalam pabrik. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan aspek dampak lingkungan, teknis, ekonomi, dan kualitas produk yang dihasilkan untuk mendapatkan sebuah proses yang paling sesuai[7]. Keempat aspek penyeleksian proses dijabarkan dan diuraikan sebagai berikut:

a) Aspek dampak lingkungan

Penilaian aspek dampak lingkungan dilakukan terkait dengan limbah yang dihasilkan dan efek dari proses pengolahan bahan baku menjadi produk terhadap lingkungan sekitarnya. Proses pembuatan DPR dengan menggunakan etanol lebih ramah lingkungan daripada menggunakan katalis logam. Meskipun kedua proses tersebut akan menghasilkan limbah yang bersifat asam, proses produksi DPR dengan menggunakan etanol tidak menimbulkan polusi yang disebabkan dari penggunaan sulfur pada pretreatment gum rosin yang dilakukan pada produksi DPR dengan katalis. Penggunaan

sulfur berpotensi untuk menyebabkan polusi udara pada lingkungan sekitar. Untuk menangani limbah asam yang dihasilkan dari proses produksinya, dapat dikembangkan proses pengolahan limbah agar dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat.

b) Aspek Teknis

Aspek teknis terkait dengan proses dan kondisi operasi. Aspek proses ini meliputi bahan baku, reaksi konversi, produk, dan kualitasnya. Sedangkan kondisi operasi meliputi suhu dan tekanan operasi yang digunakan. Pembuatan DPR dengan menggunakan katalis logam membutuhkan suhu yang tinggi, berkisar di antara 260-280°C. Sehingga, peralatan yang digunakan membutuhkan spesifikasi khusus yang mampu menahan suhu tinggi tersebut. Selain itu, bahan yang digunakan, yaitu katalis logam, relatif sulit untuk didapatkan serta memiliki harga yang mahal. Tidak hanya itu, diperlukan perlakuan khusus sebelum bahan tersebut dapat digunakan untuk proses produksi. Proses pembuatan *disproportionated rosin* tanpa katalis lebih mudah dan tidak membutuhkan banyak energi karena reaksi terjadi pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm. Selain itu, bahan baku yang digunakan mudah dan murah untuk ditemukan serta tidak memerlukan perlakuan khusus jika dibandingkan dengan katalis logam yang membutuhkan proses aktivasi terlebih dahulu.

c) Aspek ekonomis

Aspek ekonomis seperti segi biaya total investasi, laju pengembalian modal (*rate of return*) serta waktu yang diperlukan untuk modal yang dikeluarkan tersebut untuk kembali (*pay out time*). Ketiga aspek ini akan ditinjau untuk mempertimbangkan proses yang akan dipilih untuk digunakan di pabrik[9]. Dari segi ekonomi, proses dengan menggunakan etanol jauh lebih murah dibandingkan dengan menggunakan katalis logam. Katalis logam perlu diaktivasi terlebih dahulu dengan beberapa bahan, seperti asam nitrat, sehingga akan meningkatkan biaya pembelian bahan baku. Selain itu, apabila ditambahkan sulfur untuk proses pretreatment, biaya akan semakin tinggi. Sehingga, proses menggunakan etanol dinilai lebih mudah dijangkau dari segi ekonomi dibandingkan dengan menggunakan katalis logam. Jika ditinjau dari segi pembelian peralatan, biayanya akan semakin mahal untuk proses dengan menggunakan katalis karena diperlukan untuk mempertimbangkan keadaan operasinya yang membutuhkan suhu tinggi. Penyediaan peralatan yang tahan panas atau memiliki lapisan isolator akan memperbesar biaya yang diperlukan untuk pembelian peralatan.

d) Spesifikasi produk yang dihasilkan

Produk yang dihasilkan adalah *disproportionated rosin* dari gum rosin dengan menggunakan etanol. Produk ini dihasilkan dari proses saponifikasi gum rosin dengan tanpa adanya tambahan katalis yang digunakan. Dengan menggunakan etanol hasil yang didapatkan jauh lebih baik daripada menggunakan katalis yaitu dengan kemurnian 99,9% gum rosin sedangkan hasil dengan proses menggunakan katalis yaitu dengan kemurnian 99,8% .

Tabel 2. Grading pada pemilihan proses

Parameter	Macam Proses		Grading	
	Proses dengan katalis	Proses tanpa katalis	Proses dengan katalis	Proses tanpa katalis
Aspek teknis				
Katalis	Pd/C	-	80	90
Yield	Murni	Murni	100	100
Kemurnian	99,8%	99,9%	100	100
Suhu Operasi	260-279°C	25°C	70	80
Tekanan	-	1 atm	70	80
Aspek Ekonomi				
Biaya investasi	Besar	Kecil	90	100
Rate of Return	Kecil	Besar	85	95
Pay Out Time	Lambat	Cepat	80	90
Aspek Dampak lingkungan				
Limbah	Asam	Asam	55	55
Total Grade			730	790

Pada Tabel 2 dapat dilihat seleksi proses menggunakan metode grading antara kedua proses tersebut, Penentuan angka pada metode grading pada setiap aspek berdasarkan pada rate perbandingan antara kedua proses terhadap setiap aspek, rate berkisar antara 10-100 [10]. Dari metode grading antara kedua proses menghasilkan total grade tertinggi yaitu 790 untuk proses tanpa katalis. penent Dengan kata lain, proses tanpa katalis lebih efisien untuk memproduksi *disproportionated Rosin* (DPR).

3.2 Perhitungan Kapasitas

Penentuan kapasitas pabrik dilakukan untuk menentukan berapa banyak produk yang dapat diproduksi dalam setiap tahun. Perhitungan ini didasarkan pada data-data yang tersedia, yaitu data impor dan data ekspor yang didapatkan pada Badan Pusat Statistik . Perhitungan kapasitas dilakukan dengan menghitung kenaikan setiap tahun dan dirata-rata untuk pertumbuhan setiap tahunnya menggunakan perhitungan metode linear. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan %P, $\sum \%p$, dan I

Tahun	Jumlah (kg/tahun)		%P	
	Ekspor	Impor	Ekspor	Impor
2016	611.111	3.497.408	-	-
2017	319.133	3.788.552	-47,78%	8,32%
2018	42.453	3.127.174	-86,70%	-17,46%
2019	112.108	2.598.415	164,08%	-16,91%
2020	72.303	2.231.410	-35,51%	-14,12%
	Total ($\sum \%p$)		-5,91%	-40,17%
	I		-1,48	-10,04

Catatan : Contoh perhitungan %P dilakukan pada tahun 2017

$$\begin{aligned} \%P &= \frac{\text{impor}_{2017} - \text{impor}_{2016}}{\text{impor}_{2016}} \times 100\% \\ &= \frac{3.788.552 - 3.497.408}{3.497.408} \times 100\% \\ &= \frac{291.144}{3.497.408} \times 100\% \\ &= 8,32\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \%P_{\text{ekspor}} &= \%P_{2017} + \%P_{2018} + \%P_{2019} + \%P_{2020} \\ &= -47,78\% + -86,70\% + 164,08\% + -35,51\% \\ &= -5,91\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_{\text{ekspor}} &= \frac{\Sigma \%p}{n} \\ &= \frac{-5,91\%}{4} \\ &= -1,48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \%P_{\text{impor}} &= \%P_{2017} + \%P_{2018} + \%P_{2019} + \%P_{2020} \\ &= 8,32\% + -17,46\% + -16,91\% + -14,12\% \\ &= -40,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_{\text{impor}} &= \frac{\Sigma \%p}{n} \\ &= \frac{-40,17\%}{4} \\ &= -10,04 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pertumbuhan rata-rata diatas dapat dikatakan bahwa pertumbuhan rata-rata per tahun menurun. Setelah dilakukan perhitungan pertumbuhan rata-rata, Langkah selanjutnya adalah perhitungan peluang kapasitas *disproportionated rosin* berdasarkan prediksi data produksi, konsumsi, impor, dan ekspor dengan persamaan (2). Pada perhitungan ini diasumsikan bahwa tidak terdapat proses produksi dan impor yang terjadi, sehingga nilai $m_{\text{produksi 2023}}$ dan $m_{\text{impor 2023}}$ adalah 0, data $m_{\text{konsumsi 2023}}$ diasumsikan sama dengan $m_{\text{impor 2023}}$. Sehingga dapat dihitung $m_{\text{ekspor 2023}}$ dan $m_{\text{konsumsi 2023}}$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_{\text{ekspor 2023}} &= m_{\text{ekspor 2020}} \times (1+i)^{(2023-2020)} \\ &= 72.303 \text{ kg/tahun} \times (1+(-1,48\%))^3 \\ &= 69.147,39 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{konsumsi 2023}} &= m_{\text{konsumsi 2020}} \times (1+i)^{(2023-2020)} \\ &= 2.231.410 \text{ kg/tahun} \times (1+(-10,03\%))^3 \\ &= 1.624.456,46 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$m_{\text{produksi 2023}} = 0$$

$$m_{\text{impor 2023}} = 0$$

Bedasarkan data diatas, dapat diketahui untuk menghitung peluang kapasitas dengan rumus m

$$= (m_{\text{konsumsi}} + m_{\text{ekspor}}) - (m_{\text{produksi}} + m_{\text{impor}}) \quad (3)$$

$$m = (m_{\text{konsumsi 2023}} + m_{\text{ekspor 2023}}) - (m_{\text{produksi 2023}} + m_{\text{impor 2023}})$$

$$m = (1.624.456,46 \text{ kg/tahun} + 60.147,39 \text{ kg/tahun}) - (0+0)$$

$$m = 1.693.603,86 \text{ kg/tahun}$$

Maka, didapatkan kapasitas produksi industri *disproportionated rosin* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_{2023} &= 1,5 \times 1.693.603,86 \text{ kg/tahun} \\ &= 2.540.405,79 \text{ kg/tahun} \\ &= 2.500 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga, kapasitas produksi *disproportionated rosin* sebesar 2.500 ton/tahun

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kapasitas pada produksi *disproportionated rosin* yang akan didirikan pada tahun 2023 dihitung berdasarkan data impor, ekspor, konsumsi dan produksi yang ada menunjukkan hasil bahwa kapasitas produksi sebesar 2.500 ton/tahun. Sedangkan untuk seleksi porses pada produksi *disproportionated rosin* dari gum rosin dengan menggunakan metode grading antara kedua proses pembuatan *disproportionated rosin* dipilih proses tanpa menggunakan katalis dengan mempertimbangkan penggunaan bahan baku, suhu operasi yang relatif rendah, dan lebih hemat.

REFERENSI

- [1] Perum Perhutani, "Annual Report Perum Perhutani 2018," pp. 1–626, 2018.
- [2] T. Prakoso, I. Kumalasari, B. Jiwandaru, T. Hernas Soerawidjaja, M. Mufti Azis, and A. Indarto, "Synthesis of Maleic-Modified Rosin Ester from Pine Rosin," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1143, no. 1, p. 012071, 2021.
- [3] L. Wang, X. Chen, W. Sun, J. Liang, X. Xu, dan Z. Tong, "Kinetic model for the catalytic disproportionation of pine oleoresin over Pd/C catalyst," *Ind. Crops Prod.*, vol. 49, pp. 1–9, 2013.
- [4] B. R. R Gayatri, dan A. Chumaidi, "Seleksi Proses Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Randu Dengan Katalis CaO," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 6, no. 2, pp. 236–240, 2020.
- [5] D. R. Mahendra, E.K. Sari, R.A. Chabibah, dan A. Chumaidi, "Berbagai Proses Dalam Pembuatan *Disproportionated Rosin* Dari Gondorukem Dengan Presipitasi NaOH," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 155–161, 2021.
- [6] D. Ayu, dan N. Hendrawati, "Seleksi Proses Dan Penentuan Kapasitas Produksi Pembuatan Sweet Potato Soap," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 9, pp. 331–338, 2022.
- [7] S. D. Ardiansyah, dan A. S. Suryandari, "Seleksi Proses Dan Penentuan Kapasitas Produksi Industri Sabun Cair Berbahan Baku Virgin Coconut Oil (Vco)," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 139–146, 2021.
- [8] E. Baharudin *et al.*, "Seleksi Proses Dan Penentuan Kapasitas Produksi Industri Sabun Cair Berbahan Baku Crude Palm Oil (Cpo)," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 127–132, 2021.
- [9] B. Noviyanti, dan A. S. Suryandari, "Analisa Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Kimia Pabrik Sabun Mandi Cair Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit Kapasitas 1.000 Ton/Tahun," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 120–126, 2021.
- [10] R. P. Jatmika "Pabrik Rosin Dan Turpentine Dari Getah Pinus Dengan Proses *Open Steam*," Universitas Pembangunan Nasional Jatim, 2011.