

PENENTUAN KAPASITAS DAN SELEKSI PROSES PABRIK KIMIA PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU

Bintang Ramadhan Putra Perdana Rudiyanto, Nanik Hendrawati, Hadi Priya Sudarminto
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
bintangramadhanputrapr@gmail.com ; [hadi.priya@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Ketersediaan karbon aktif dalam industri secara intensif merupakan hal yang penting. Hal ini dikarenakan kegunaannya sebagai media pemurnian atau adsorben. Proses pembuatan karbon aktif melalui 3 tahap yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Studi literatur dan analisis perhitungan ini bertujuan untuk menyeleksi beberapa proses dan komposisi bahan pada pembuatan karbon aktif dan menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan berdiri pada tahun 2024 di kabupaten Malang. Pada Perancangan Pabrik Kimia Karbon Aktif dari Ampas Tebu melakukan pemilihan proses atau seleksi proses dengan menggunakan metode grading yang sudah dinilai secara subjektif. Hasil dari penelitian ini diperoleh berdasarkan data prediksi perhitungan karbon aktif dari ampas tebu tahun 2024 pertumbuhan rata-rata ekspor karbon aktif sebesar 8,25 % dan impor karbon aktif sebesar 9,38 %. Berdasarkan perhitungan peluang kapasitas produksi pabrik karbon aktif pada tahun 2024 sebesar 64.890 ton/tahun. Karena di dalam negeri (Indonesia) sudah terdapat pabrik karbon aktif maka kapasitas produksi karbon aktif pada 2024 sebesar 40.000 ton/tahun. Dilihat dari data nilai/skor dan beberapa alasan yang sudah ditentukan dapat disimpulkan bahwa pabrik kimia karbon aktif dari ampas tebu dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menggunakan proses batch dengan metode pirolisis dan aktivasi kimia. Namun, pemilihan bahan baku perlu diperhatikan agar mendapatkan produk dan keuntungan ekonomi yang lebih optimal.

Kata kunci: kapasitas produksi, karbon aktif, seleksi proses

ABSTRACT

The availability of activated carbon in intensive industry is important. This is due to its use as a purification medium or adsorbent. The process of making activated carbon goes through 3 stages, namely dehydration, carbonization, and activation. This literature study and calculation analysis aims to select several processes and material compositions for the manufacture of activated carbon and determine the production capacity of a factory that will be established in 2024 in Malang district. In the design of the Activated Carbon Chemical Factory from Sugarcane Bagasse, process selection or process selection is carried out using a grading method that has been assessed subjectively. The results of this study were obtained based on predictive data for calculating activated carbon from bagasse in 2024, the average growth of activated carbon exports was 8.25% and activated carbon imports of 9.38%. Based on the calculation of the opportunity for the production capacity of the activated carbon factory in 2024 to be 64,890 tons/year. Because in the country (Indonesia) there are already activated carbon factories, the activated carbon production capacity in 2024 will be 40,000 tons/year. So from the value/score data and several reasons that have been determined it can be concluded that the chemical factory of activated carbon from bagasse with a capacity of 40,000 tons/year uses a batch process with pyrolysis and chemical activation methods. Because in terms of all aspects fulfill to use the process. However, it is necessary to pay attention to the selection of raw materials in order to obtain optimal products and economic benefits.

Keywords: production capacity, activated carbon, process selection

1. PENDAHULUAN

Kemajuan industri di Indonesia sangat pesat, namun hal ini dapat menimbulkan efek samping berupa meningkatnya resiko pencemaran lingkungan akibat limbah industri yang dihasilkan seperti penurunan kualitas air, bau tidak sedap pada industri obat dan makanan, gas berbahaya, serta kontaminasi zat warna dalam limbah cair [1]. Ada beberapa metode untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah metode adsorpsi menggunakan adsorben. Metode ini banyak digunakan karena peralatan yang digunakan sederhana dan murah, aman, efisien, tidak memberikan efek samping yang membahayakan kesehatan, dapat di daur ulang, dan ekonomis [2].

Adsorben adalah bahan padat yang memiliki kemampuan untuk menyerap komponen-komponen tertentu dari fase cair atau gas.. Adsorben paling potensial untuk digunakan adalah karbon aktif. Karbon aktif (arang aktif) merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85 – 95% karbon, yang dihasilkan dari bahan - bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi [3]. Karbon aktif merupakan arang yang dihasilkan dari proses pengaktifan dengan menggunakan aktivator yang bertujuan untuk membuka pori – pori sehingga dapat memperbesar daya serapnya. Karbon aktif merupakan suatu jenis bahan yang terbuat dari material organik dengan kandungan karbon yang tinggi [4].

Karbon aktif telah menjadi bahan adsorben yang penting dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan. Karbon aktif merupakan material berpori dengan luas permukaan yang besar, sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang sangat baik terhadap berbagai jenis polutan organik dan anorganik [5]. Sifat-sifat ini menjadikan karbon aktif sebagai bahan yang sangat menjanjikan dalam pengolahan air, penghilangan polutan udara, pemulihan logam berat, dan aplikasi lainnya [6].

Proses pembuatan karbon aktif melibatkan aktivasi bahan baku karbon yang memiliki struktur pori yang kompleks. Bahan baku yang umum digunakan meliputi bahan organik seperti kulit, tandan kosong kelapa sawit, tempurung kelapa, ampas tebu dan serbuk kayu [7]. Selain itu, bahan anorganik seperti zeolit, zeolit alam, dan grafit juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan karbon aktif. Bahan baku ini mengandung unsur karbon yang penting untuk membentuk struktur pori yang diinginkan [8]. Ampas tebu merupakan residu hasil penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) setelah diekstrak niranya pada industri pemurnian gula [9].

Salah satu penggunaan yang dapat dilakukan dengan ampas tebu adalah sebagai bahan baku untuk produksi karbon aktif, berkat kandungan karbon yang tinggi [10]. Kemampuan ampas tebu dalam mengadsorpsi anion dan kation yang terdapat dalam air yang terkontaminasi menjadikannya sebagai bahan baku yang ideal untuk pembuatan karbon aktif, berkat kandungan selulosa yang terdapat di dalamnya. Beberapa metode pembuatan karbon aktif yaitu metode karbonisasi, pirolisis, aktivasi fisika dan kimia. Proses aktivasi kimia memiliki beberapa kelebihan, di antaranya adalah peningkatan luas permukaan karbon aktif yang lebih tinggi, penggunaan kondisi operasi yang lebih rendah, dan waktu yang dibutuhkan yang lebih singkat, sehingga proses ini lebih efisien [11].

Dalam penelitian ini, peneliti bertujuan untuk menyeleksi beberapa proses dan komposisi bahan pada pembuatan karbon aktif dan menentukan kapasitas produksi pabrik yang akan berdiri pada tahun 2024 di kabupaten Malang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Seleksi Proses

Seleksi proses dilakukan menggunakan cara studi literatur dari penelitian yang sudah ada. Seleksi proses adalah suatu pengembangan proses yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dari bahan baku yang mencakup serangkaian keputusan mengenai jenis proses produksi dan peralatan tertentu yang digunakan. Perencanaan kapasitas produksi pabrik melibatkan perhitungan estimasi kapasitas produksi yang akan dimiliki oleh pabrik yang akan didirikan pada periode tertentu, dengan mengacu pada data yang sudah ada. Dalam penentuan kapasitas pabrik dilakukan perhitungan menggunakan acuan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2014 – 2018.

2.2 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas pabrik terbatas oleh evaluasi pasar dan ketersediaan bahan baku Perancangan Pabrik karbon aktif ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2024.

Berikut merupakan data ekspor impor karbon aktif pada tahun 2014-2018 yang didapat dari Badan Pusat Statistik terbaru [12].

Tabel 1. Data ekspor impor karbon aktif di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Ekspor (ton)
2014	8,84	21,72
2015	9,37	25,71
2016	9,18	22,63
2017	13,18	20,08
2018	11,86	27,69
Total	8,84	21,72

Kemudian dilakukan penaksiran impor dan ekspor di tahun 2024 menggunakan metode *discounted*, dengan rumus :

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

Dimana :

m = Jumlah produk pada tahun yang diperhitungkan

P = Jumlah produk tahun terakhir

i = Persen pertumbuhan

n = Selisih tahun

Setelah didapat nilai impor ditahun yang diinginkan, selanjutnya dibuat neraca massa peluang kapasitas dengan rumus :

$$m_3 = m_4 + m_5 \quad (2)$$

Dimana :

m₃ = Produksi pabrik baru

m₄ = Ekspor

m₅ = Impor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Seleksi Proses

Seleksi proses adalah salah satu cara untuk menentukan proses yang terbaik dari banyaknya proses yang ada. Terdapat beberapa aspek dalam pemilihan proses atau seleksi proses diantaranya yaitu aspek teknis, aspek ekonomis, dan aspek dampak lingkungan. Pada aspek teknis terdiri dari proses (bahan baku, reaksi, produk, dan kualitas), dan kondisi operasi (suhu dan tekanan). Untuk aspek ekonomis terdiri dari total investasi (jumlah modal), rate of return (laju pengembalian modal), dan pay out time (waktu pengembalian modal), dan pada aspek dampak lingkungan yang perlu diperhatikan adalah efek proses pengolahan bahan baku menjadi produk terhadap lingkungan [13].

Oleh karena itu pada Perancangan Pabrik Kimia Karbon Aktif dari Ampas Tebu melakukan pemilihan proses atau seleksi proses dengan menggunakan metode grading yang sudah dinilai secara subjektif .

Tabel 2. Analisis pemilihan proses produksi karbon aktif dari ampas tebu

No	Parameter	Macam-macam Proses			
		Proses I (Batch)	Grade	Proses II (Kontinyu)	Grade
1	Aspek Teknis				
	Kondisi Proses				
	- Konversi (%)	98,97	80	85	70
	- yield (%)	27-47	80	6	50
	Kondisi Operasi				
	- Suhu (°C)	600-800	90	700	90
	- Tekanan (atm)	1	70	1	70
2	Aspek Ekonomis				
	- Investasi	Besar	90	Kecil	70
	- ROR	Kecil	60	Besar	80
	- POT	Lambat	60	Cepat	80
3	Aspek Dampak Terhadap Lingkungan				
	- Polutan	Asam	50	Asam	50
	Total		580		560

Keterangan:

0-20 = Buruk

30-50 = Cukup Baik

60-80 = Baik

80-100 = Sangat Baik

3.2. Kapasitas Produksi

Kebutuhan karbon aktif semakin meningkat seiring banyaknya permintaan pasar dari berbagai macam industri mengalami peningkatan [14]. Data ekspor dan impor karbon aktif di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.

Maka diprediksi kebutuhan karbon aktif dari ampas tebu pada tahun 2024 dapat diprediksikan dengan menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Data prediksi perhitungan karbon aktif dari ampas tebu tahun 2024

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		%P	
	Ekspor	Impor = konsumsi	Ekspor	Impor
2014	21,724	8,842	-	-
2015	25,713	9,366	18,362	5,926
2016	22,634	9,176	-11,974	-2,029
2017	20,076	13,181	-11,302	43,646
2018	27,693	11,861	37,941	-10,014
Total (E%P)			33,027	37,530
I			8,257	9,382

Dari pengolahan data ekspor impor, pada Tabel 3 diatas diperoleh pertumbuhan rata – rata ekspor karbon aktif sebesar 8,25 % dan impor karbon aktif sebesar 9,38 %. Perhitungan peluang kapasitas pabrik karbon aktif pada tahun2024 dapat dilakukan dengan rumus :

$$m = P (1+i)^n$$

Keterangan:

m= Nilai pada tahun ke-n (m)

P = Nilai pada tahun terakhir pada data sebelumnya (m)

n = Selisih tahun

i = Persen pertumbuhan rata-rata

Karena data produksi dan konsumsi produk karbon aktif di Indonesia belum tersedia maka data impor dijadikan sebagai data konsumsi untuk produk karbon aktif di Indonesia [8]. Dengan asumsi bahwa banyaknya produk karbon aktif yang diimpor menunjukkan jumlah karbon aktif yang dikonsumsi di Indonesia. Sedangkan untuk data ekspor tetap merepresentasikan sebagai data ekspor dan data produksi tahun 2024 dianggap nol karena tidak terdapat data produksi karbon aktif [15].

Perhitungan peluang kapasitas produksi pabrik karbon aktif adalah sebagai berikut:

$$m_{impor\ 2024} = 0 \text{ (dikarenakan impor diasumsikan sebagai konsumsi)}$$

$$m_{produksi\ 2024} = 0 \text{ (dikarenakan tidak diketahui datanya)}$$

$$m_{2024} = (m_{konsumsi\ 2024} + m_{ekspor\ 2024}) - (m_{produksi\ 2024} + m_{impor\ 2024})$$

$$m_{2024} = (20.314,52153 \text{ ton/tahun} + 44.575,83917 \text{ ton/tahun}) - (0 + 0)$$

$$m_{2024} = 64.890,3607 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh total peluang kapasitas pabrik karbon aktif pada tahun 2024 sebesar 64.890 ton/tahun. Karena di dalam negeri (Indonesia) sudah terdapat pabrik karbon aktif maka kapasitas produksi karbon aktif dapat dihitung sebagai berikut:

Perhitungan kapasitas produksi dari pabrik karbon aktif 2024 :

$$m_{2024} = 60\% \times \text{perkiraan kapasitas pabrik}$$

$$= 60\% \times 64.890,3607 \text{ ton/tahun}$$

$$= 38.934 \text{ ton/tahun}$$

$$= 40.000 \text{ ton/tahun}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Seleksi proses produksi pada pabrik karbon aktif dilakukan dengan pemilihan proses secara subjektif dengan memperhatikan alasan yang menentukan penilaian saat melakukan seleksi berupa aspek teknis, aspek ekonomis, dan aspek dampak terhadap lingkungan. Sehingga dari data nilai/skor dan beberapa alasan yang sudah ditentukan dapat disimpulkan bahwa Pabrik Kimia Karbon Aktif dari Ampas Tebu dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menggunakan Proses *Batch* dengan metode pirolisis dan aktivasi kimia

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah Pemilihan bahan baku perlu diperhatikan agar pabrik dapat menyediakan produk dalam jumlah besar serta jangka waktu yang lama serta Pemilihan proses, alat proses, alat penunjang, bahan baku perlu diperhatikan agar mendapatkan produk dan keuntungan ekonomi yang lebih optimal

REFERENSI

- [1] R. Zein, E. Zulfi, dan A. Nurafni, "Studi Komparasi Model Langmuir, Freundlich dan Emzha untuk Biosorpsi Beberapa ion Logam," 2019.
- [2] S. Sumarno, B. H. Susanto, dan D. Rindang, "Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorben Karbon Aktif dari Tongkol Jagung," 2020.
- [3]. A. Imani, T. Sukwika, dan L. Febrina, "Karbon Aktif Ampas Tebu sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi dan Mangan Limbah Air Asam Tambang," 2021.
- [4] S. D. Yuwono, A. Mochtar, dan A. Chafidz, "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben Karbon Aktif untuk Penyisihan Amoniak dalam Air Limbah," *Teknik Lingkungan*, 2017.
- [5] A. Haryanti, Y. Norsamsi, P. S. F Sholiha, dan P. N. Puspita, "Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit," *Jurnal Konversi*, vol. 3, no.2, hal. 20–22, 2014.
- [6] A. R. Mahendra dan W. H. Suratman, "Pra Rancangan Pabrik Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi Koh Dengan Kapasitas 10.000 Ton/Tahun", 2021.
- [7] B. S. Pratama, P. Aldriana, B. Ismuyanto, dan N. H. Dwi Saptati, "Konversi Ampas Tebu Menjadi Biochar dan Karbon Aktif," *Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, hal. 7–12, 2018.
- [8] D. Kalderis, S. Bethanis, dan P. D. Paraskeva, "Production of Activated Carbon Bagasse and Rice Husk by A Single_Stage Chemical Activation Method at Low Retention Times," *Bioresource Technology*, vol. 99, no. 15, hal. 6809–6816, 2008.
- [9] P. Yanto, H. Surapto "Pembuatan Karbon Aktif Super dari Batubara dan Tempurung Kelapa," *Universitas Indonesia*, 2010.
- [10] A. Isnawati, dan D. Widiatmoko, "Produksi karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben pewarna sintesis," *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, vol. 4, no. 2, hal. 53-59, 2015.
- [11] Y. Sudaryanto, S. B. Hartono, H. Hadiyanto, dan J. Sunarso, "Produksi karbon aktif dari ampas tebu dan kulit kacang tanah melalui aktivasi kimia dengan kalium hidroksida," *Jurnal Ilmu Dasar*, vol. 11, no. 1, hal. 9-16, 2010.
- [12] Badan Pusat Statistik, "Statistik Impor dan Ekspor Karbon Aktif Tahun 2018," *bps.Go.Id*, vol. 20, no. 7, hal. 1–13, 2022.
- [13] I. Irwandani, D. H. Wardhani, dan D. Prasetyoko, "Produksi karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivasi kimia menggunakan asam fosfat," *Jurnal Riset Kimia*, vol. 12, no.

- 2, hal. 121-127, 2019.
- [14] B. Y. Winata, N. K. Erliyanti, R. R. Yogaswara, dan E. A. Saputro, "Pra Perancangan Pabrik Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Proses Aktivasi Kimia pada Kapasitas 20.000 ton/tahun," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, no. 2, hal. 0–5, 2021.
- [15] A. Atmayudha, dan S. Arifin, "Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya," *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, vol. 7, no 5, hal. 28–66, 2007.