

PRARANCANGAN PABRIK ASAM OKSALAT DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG MELALUI PROSES OKSIDASI KARBOHIDRAT KAPASITAS 3000 TON/TAHUN

Rahmawati¹, Lilis Septyaningrum*¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Lambung Mangkurat Jl. A. Yani KM 35,
Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author : lilis.septyaningrum98@gmail.com

ABSTRAK

Asam oksalat adalah senyawa kimia yang berbentuk padatan serbuk putih, yang bisa disebut dengan asam etanadinoat. Berdasarkan import data, asam oksalat Indonesia dari tahun 2015-2019 dapat ditentukan peluang kapasitas pabrik asam oksalat pada tahun 2026 yaitu sebesar 3000 ton/tahun, dengan bahan baku limbah tongkol jagung berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Prarancangan pabrik asam oksalat dari limbah tongkol jagung melalui proses oksidasi karbohidrat kapasitas 3000 ton pertahun ini, didirikan untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat yang terus meningkat sampai tahun 2026 mendatang. Pembuatan asam oksalat melalui proses oksidasi karbohidrat ini, bahan dasarnya harus mengandung $\pm 60\%$ larutan glukosa. Glukosa dihasilkan dari hidrolisis tongkol jagung dengan katalis asam sulfat (H_2SO_4) 1% pada suhu $1130^\circ C$. Padatan dan larutan hidrolisis diadsorpsi untuk menyerap by product (HMF dan furfural). H_2SO_4 yang terkandung dalam larutan hidrolisis dinetralkan dengan NaOH, lalu dipisahkan endapannya menggunakan rotary drum vacuum filter. Glukosa yang dihasilkan direaksikan dengan asam nitrat pada suhu $175^\circ C$ selama 2 jam dengan menggunakan vanadium pentoksida sebagai katalisnya. Asam oksalat yang diperoleh dipisahkan, disaring dan dikristalisasi. Kandungan asam oksalat yang dihasilkan adalah 90% dengan kemurnian 99% dan yield 70%. Proses ini dapat dilakukan secara batch ataupun secara kontinyu. Kebutuhan air untuk utilitas diambil dari sungai Bengawan Solo sebanyak 193200,7442 kg/jam. Sedangkan listrik untuk memenuhi kebutuhan operasional sebesar 260,093 kW/jam disuplai dari Pembangkit Listrik Gresik. Untuk mengantisipasi adanya pemadaman, maka dipersiapkan 2 buah generator dengan power 1000 kW. Bentuk perusahaan yang didirikan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non-shift dengan jumlah karyawan sebanyak 147 orang. Pabrik asam oksalat direncanakan beroperasi 330 hari selama 1 tahun. Nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 19,75 %, Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 3,36 tahun, sedangkan kapasitas Break Event Point (BEP) adalah 49,13%, dan Shut Down Point (SDP) adalah 29,40%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Kata Kunci: Asam Oksalat, Hidrolisis, Oksidasi, Tongkol Jagung

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, persaingan antar negara semakin ketat dalam hal ekonomi. Salah satunya dalam perkembangan sektor industri kimia. Negara Indonesia sampai saat ini masih impor bahan baku, produk kimia dan produk lainnya. Berbagai kebijakan pemerintah berupaya membantu pertumbuhan dan perkembangan industri untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Salah satunya, dengan memanfaatkan kandungan tongkol jagung menjadi glukosa, dimana glukosa tersebut digunakan untuk pembuatan asam oksalat. Pabrik asam oksalat ini didirikan untuk memenuhi

kebutuhan bahan baku dan mengurangi impor dari luar negeri. Selain itu juga dapat menghemat devisa negara serta membuka lapangan kerja baru sehingga tingkat pengangguran dapat dikurangi. Kapasitas produksi asam oksalat ditentukan berdasarkan data impor dari Badan Pusat Statistik 2016 sampai 2020 dan kapasitas pabrik yang sudah ada di Indonesia. Asam Oksalat semakin dibutuhkan di Indonesia, hal ini dapat dilihat dari jumlah impor asam oksalat selama kurun waktu tahun 2016 sampai 2020 seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**.



Tabel 1. Data Impor Asam Oksalat

Tahun	Kapasitas Impor (Ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2016	1.5440	0,0712
2017	1.6620	0,1356
2018	1.9230	0,1038
2019	2.1300	-0,0072
2020	2.9320	0,2737

Data impor asam oksalat di Indonesia mengalami fluktuasi dari tahun 2016 ke tahun-tahun berikutnya. Hal itu dikarenakan di Indonesia belum ada industri asam oksalat yang didirikan seperti terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Industri Luar Negeri Produksi Asam Oksalat

No	Nama PT	Kapasitas (Ton/tahun)
1	UBE Industries Japan	6.000
2	Rhone – Paulenc France	65.000
3	Shijiazhuang Taihe Chemical Tiongkok	20.000
4.	Indian Oxalate Limited	7.200

Pabrik Asam oksalat ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2026, perkiraan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan *regresi linear least square* dan *discounted*. Sehingga didapat peluang kapasitas pabrik asam oksalat yang akan didirikan sebesar 2026 yaitu sebesar 7.543 ton/tahun. Oleh karena itu, maka ditetapkan kapasitas rancangan pabrik yang akan kami dirikan pada tahun 2026 yaitu sebesar 3.000 ton/tahun yaitu 50% dari kapasitas asam oksalat untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Ada beberapa proses dalam pembuatan asam oksalat dan untuk perbedaan proses-proses pembuatannya dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Perbandingan Jenis Proses

No	Proses Parameter	Propile n	Peleburan alkali	Oksidasi Karbohidra t
1	Bahan baku	- Gas bersih dari <i>cracking</i> minyak bumi	- selulos a	- Tongkol jagung
2	Bahan baku pembantu	- NO ₂ cair	- Alkali, KOH, NaOH dan Ca(OH) ₂	- HNO ₃ + C ₅ H ₄ O ₂
3	Konversi	77,5%	<45%	63-65%
4	Kemurnian	90%	60-75%	99%.
5	Suhu	45-100 °C	1200°C	63-85 °C

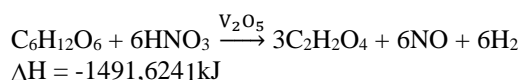
Berdasarkan uraian diatas, maka dalam prarancangan pabrik asam oksalat di pilihlah proses oksidasi karbohidrat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi yaitu 99%.
2. Bahan baku tongkol jagung mudah didapatkan dan tersedia dalam jumlah banyak serta harganya murah.
3. Suhu operasi yang digunakan relatif rendah sehingga tidak diperlukannya kalor yang tinggi.

2.2 Uraian Proses

Proses pembuatan asam oksalat dengan proses oksidasi karbohidrat dilakukan dengan 3 tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
Tongkol jagung dari gudang penyimpanan yang telah dikeringkan selama 4-5 hari diangkut ke dalam *hammer mill* (C-112) menggunakan *belt conveyor* (J-111) untuk dipotong-potong dan dihaluskan menjadi seperti tepung sampai ukuran 0,29 mm (50 mesh). Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor Asam Oksalat (R-270). Bahan dimasukan ke dalam reaktor hidrolisis (R-210) menggunakan katalis H₂SO₄ yang sudah diturunkan konsentrasi menjadi 1% (M-130) pada suhu 130 °C dengan tekanan 1 atm. Pada reaktor hidrolisis (R-210) terjadi reaksi perubahan selulosa menjadi glukosa dan *by product* efisiensi hidrolisis sebesar 67% selama 120 menit. Padatan dan larutan yang keluar dari Reaktor hidrolisis (R-210) dipisahkan menggunakan *rotary drum vacuum filter* (H-220). H₂SO₄ yang terkandung dalam larutan hidrolisis dinetralkan dengan NaOH menggunakan netraliser.
2. Tahap pembentukan produk
Tahap ini bertujuan untuk mereaksikan glukosa tongkol jagung dan asam nitrat membentuk produk asam oksalat. Setelah dipisahkan dari impuritisnya glukosa yang diperoleh kemudian dipompa ke dalam reaktor (R-270) dengan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan HNO₃ (E-262) menggunakan katalis V₂O₅ (F-263) sebanyak 2% dari massa glukosa pada suhu 75°C selama 2 jam. Reaksi pembentukan asam oksalat dalam reaktor terjadi pada suhu 75°C, tekanan 1 atm selama 1 jam. Normal *yield* sebesar 70%. Hasil dari reaktor berupa asam oksalat yang berbentuk *slurry* dan gas NO. Reaksi yang terjadi didalam reaktor (R-210) adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis. Hal ini dapat dilihat dari harga ΔH yang bernilai negatif. Pendingin air berfungsi untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor pada suhu 75°C dan tekanan 1 atm. Hal ini karena sifat reaksi eksotermis yang melepaskan panas.

- Tahap pemisahan dan pemurnian

Tahap ini bertujuan untuk memekatkan produk asam oksalat yang keluar dari reaktor. *Slurry* yang berupa asam oksalat dipompa ke dalam dekanter 1 (H-250) untuk memisahkan katalis dari larutan, kemudian katalis dialirkan ke *catalyst recovery* untuk pencucian dan penggunaan katalis lagi. Sedangkan gas NO yang dihasilkan diserap dengan udara dalam blower (G-322) kemudian dialirkan untuk didinginkan dalam *cooler* (E-323) sehingga suhunya mencapai 30°C , lalu dialirkan ke *scrubber* (D-330) sehingga gas NO_2 diserap oleh air yang ada dalam *scrubber* (D-330). *Slurry* asam oksalat dari reaktor yang telah dipisahkan dari katalisnya dalam *rotary drum vacuum filter 2* (H-310), dialirkan lagi ke dekanter 2 (H-320) untuk memisahkan asam oksalat dari glukosa, HNO_3 , dan air. Kemudian asam oksalat yang didapat dialirkan ke dalam kristalizer (X-340) untuk dikristalkan dengan cara menurunkan suhunya dari 30°C menjadi 20°C . Kristal asam oksalat yang terbentuk dipisahkan dari *mother liquor* nya menggunakan *rotary drum vacuum filter 3* (H-350), kemudian kristal asam oksalat dialirkan ke dalam *rotary dryer* (B-360) untuk dikeringkan dengan menggunakan udara kering pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm, sehingga kadar impuritasnya menjadi 1%. Kristal asam oksalat dari *rotary dryer* (B-360) masuk ke *ball mill* (C-370) untuk dihaluskan hingga 100 mesh. *Waste gas* dari *rotary dryer* (B-360) yang masih mengandung asam oksalat akan ditangkap oleh siklon (H-365), partikel yang berat akan jatuh ke bawah dan masuk ke *ball mill* (C-370). Kristal asam oksalat yang telah dihaluskan diayak menggunakan *screen* (H-372) untuk memperoleh hasil yang seragam ukuran 50 mesh. Produk asam oksalat yang ukurannya sudah seragam ditampung dalam bin produk (F-373).

3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik asam oksalat diperoleh dari sungai bengawan solo. Air yang digunakan adalah sebesar 193200,7442 kg/jam. Kebutuhan listrik pabrik disuplai oleh PLN dengan generator sebagai cadangan energi. Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik asam oksalat dapat dilihat pada **Tabel 4.** sebagai berikut.

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas Pabrik Asam Oksalat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	992,6624 kg/ jam
Listrik	312,1112 kW
Bahan bakar	5,1300 L/jam
Limbah	135,2689 L/jam

4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi harus dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh oleh pabrik ini sehingga dapat dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Hasil analisis ekonomi pabrik asam oksalat dapat dilihat pada **Tabel 5** sebagai berikut

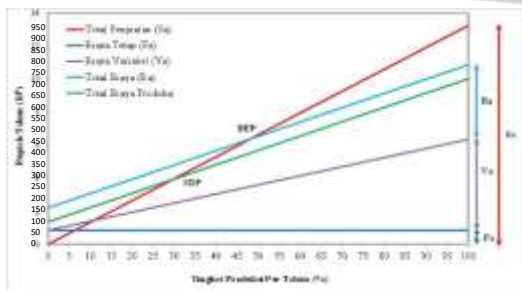
Tabel 5 Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	19,75%	Min. 11%	Layak
POT	3,36 Tahun	Max. 5 Tahun	Layak
BEP	49,13%	40-60%	Layak
SDP	29,40%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) ialah *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan menurut profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). SDP terjadi umumnya karena *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomis suatu aktivitas produksi tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Asam Oksalat dapat dilihat pada gambar 2.





Gambar 2 Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Menurut hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik Asam Oksalat dari Limbah Tongkol Jagung melalui proses oksidasi karbohidrat dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Tuban Jawa Timur pada tahun 2026 dengan kapasitas 3000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan adalah perseroan terbatas atau PT sementara bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Sedangkan total tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 147 orang. Berdasarkan perhitungan ekonomi diperoleh nilai evaluasi ROI sebesar 19,75% dan POT selama 3,36 tahun. Adapun nilai BEP diperoleh sebesar 49,13% dan SDP sebesar 29,40%, sehingga dari hasil analisa yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pabrik Amonium Nitrat ini layak untuk dikaji ulang untuk didirikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: MC Graw Hill Book Company inc.
- BPS. 2021. *Badan Pusat Statistik* [Online]. Available: [Www.Bps.Go.Id](http://www.bps.go.id) [Accessed 12 Januari 2021].
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York : John Wiley & Sons.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill.
- Perry, R. H. & Green, D. W. 1999. *Perry's chemical engineers' handbook*, McGraw-Hill Professional.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, *Plant Design And Economics For Chemical Engineers*, 5th Ed., Mc-Graw Hill, New York.
- Uhde, G. 1989. *Nitrate Fertilisers, A Company Of Thyssen Krupp Technologies*: [Online]. Germany.: Dortmund. Available: [Www.Thyssenkrupp.Com/Uhde](http://www.Thyssenkrupp.Com/Uhde). [Accessed 15

Januari 2021].

Ulrich, G. D. 1984. *A guide to chemical engineering process design and economics*, John Wiley & Sons.

