

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah Bahan Baku dan/ atau memanfaatkan sumber daya Industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk Jasa Industri. (PP RI No.29 Tahun 2018 Pasal 1 Ayat 2).

Sejak kemerdekaan Indonesia pada tahun 1945, telah banyak pembangunan yang dilakukan secara terus-menerus. Pembangunan ini mengarah kepada kesejahteraan rakyat yang selaras dengan tujuan Bangsa Indonesia yang tercantum dalam pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Kesatuan Republik Indonesia Tahun 1945 yaitu menciptakan rakyat yang sejahtera, adil dan makmur. Pembangunan dalam sektor industri khususnya pada industri kimia menjadi salah satu perhatian negara. Industri kimia yang ada di Indonesia pada saat ini dapat dikatakan sedang berkembang, hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik kimia yang ada di Indonesia. Meskipun demikian, hasil produksi yang ada belum dapat memenuhi kebutuhan negara. Jumlah dan kebutuhan bahan industri yang belum dapat dipenuhi sendiri cukup banyak dan biasanya diperoleh dengan cara impor dari negara-negara produsen yang sudah maju. Seperti halnya dengan butil asetat yang kebutuhannya semakin meningkat dengan kenaikan mencapai 24% (Badan Pusat Statistik, 2018).

Butil asetat merupakan senyawa yang diperoleh dari proses esterifikasi asam asetat dan butanol, melalui jenis proses *batch* maupun *continue*. Butil asetat merupakan pelarut dengan titik didih menengah, yang secara cepat melarutkan resin-resin dan memberikan ketahanan pada lapisan pelindung alat. Dengan kecepatan relatif penguapan 1,0 pelarut butil asetat menguap cukup cepat sehingga lapisan pelindung cepat mengering, tetapi tidak sampai mengakibatkan perubahan warna (kemerahan) pada kondisi normal. Butil asetat merupakan pelarut yang aktif untuk pelapisan seperti selulosa nitrat, selulosa asetat butirat, etil selulosa, *chlorinated rubber*, polistirena, dan resin metakrilat. Beberapa getah alam seperti kauri, manila, poutianak, dan damar larut dalam butil asetat (Mc. Ketta, 1997).

Tidak banyak pabrik yang memproduksi butil asetat di Indonesia, salah satu pabrik yang diketahui memproduksi butil asetat yaitu PT Continental Solvindo. Diperkirakan kebutuhan butil asetat di Indonesia akan terus meningkat selaras dengan banyaknya industri lain yang membutuhkan atau menggunakannya. Berdasarkan fakta tersebut, maka perlu dilakukan pembangunan pabrik butil asetat. Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi impor negara, menciptakan lapangan pekerjaan baru untuk menyerap tenaga kerja dan menurunkan angka pengangguran.

1.2. Tujuan

Prarancangan pabrik butil asetat dari butanol dan asam asetat bertujuan:

- Mendapatkan keuntungan dari pabrik yang didirikan.
- Meningkatkan pendapatan negara pada sektor industri.
- Memenuhi kebutuhan butil asetat negara.

- Mengurangi impor butil asetat oleh negara.
- Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan butil asetat sebagai bahan baku.
- Menciptakan lapangan pekerjaan dan turut serta berupaya dalam mengurangi angka pengangguran.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik dapat berpengaruh terhadap kelangsungan dan perkembangan serta menunjang keberhasilan maupun gagalnya suatu industri. Untuk itu, diperlukan pertimbangan yang mendalam dari berbagai faktor agar dapat memberikan keuntungan sebesar-besarnya bagi perusahaan ketika menentukan lokasi pabrik.

Suatu pabrik harus dilokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin. Selain itu memiliki kemungkinan agar dapat dilakukan pengembangan terhadap pabrik tersebut.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam pengoprasian pabrik. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku dapat menghemat biaya transportasi. Lokasi pabrik pada jalan-jalan utama dan dekat pelabuhan merupakan opsi terbaik untuk memudahkan transportasi bila ada bahan baku yang dikirim dari luar negeri.

2. Utilitas

Penyediaan utilitas seperti air, bahan bakar dan listrik harus terpenuhi dengan mudah tanpa ada kesulitan. Opsi terbaik adalah kawasan industri dikarenakan sudah tersedianya utilitas tersebut.

3. Transportasi

Transportasi memadai pada sektor darat (jalan utama) maupun sektor laut (pelabuhan) untuk memperlancar alur distribusi bahan baku dan produk baik dalam negeri maupun luar negeri.

4. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang melimpah, baik itu tenaga kerja tingkat rendah, menengah ataupun ahli pada usia produktif. Diharapkan dapat terwujudnya tujuan dari pendirian pabrik ini yaitu menurunkan angka pengangguran di Indonesia, khususnya daerah sekitar pabrik.

5. Pemasaran Produk

Distribusi atau pemasaran produk menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi pabrik. Lokasi pemasaran atau pabrik lain yang dekat dapat menghemat biaya distribusi.

6. Kondisi Geografis dan Sosial

Daerah dengan banyak dataran (tidak curam), tidak rawan bencana dan aman merupakan acuan yang menguntungkan dalam menentukan lokasi pabrik. Kondisi sosial masyarakat setempat yang sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan cepat.

7. Perijinan dan kebijaksanaan Pemerintah.

Pendirian pabrik di lokasi tersebut merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah daerah atau pemerintah pusat mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja antara tenaga kerja lokal dan tenaga kerja asing.

8. Pembuangan Limbah

Penanganan terkait limbah tidak menjadi masalah karena lokasi pabrik dekat dengan aliran sungai yang tidak berdekatan dengan pemukiman warga.

9. Perluasan Pabrik

Sebuah industri yang baik pasti memiliki perhitungan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu yang panjang. Lokasi terpilih tidak boleh memiliki kendala apabila suatu saat nanti akan melakukan perluasan area pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik ini direncanakan untuk didirikan di Jl. Raya Trosobo, Ngampel, Tanjungsari, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

1.4. Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas pabrik butil asetat terdapat beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan agar mendapatkan kapasitas optimum dimana jumlah produk yang dihasilkan dapat menghasilkan *profit* maksimum dengan *cost* produksi minimum, yaitu:

- Prediksi kebutuhan dalam negeri.
- Kapasitas pabrik butil asetat di luar negeri.

- Ketersediaan bahan baku.
- Penentuan kapasitas pabrik butil asetat.

1.4.1. Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri

Permintaan serta konsumsi butil asetat dalam negeri dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Dalam hal ini ada kaitannya dengan perkembangan industri *coating* dan plastik di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut didapat dari pabrik yang sudah ada dan impor dari luar negeri, sehingga butil asetat yang digunakan sebagai *solvent* pada industri-industri tersebut akan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya.

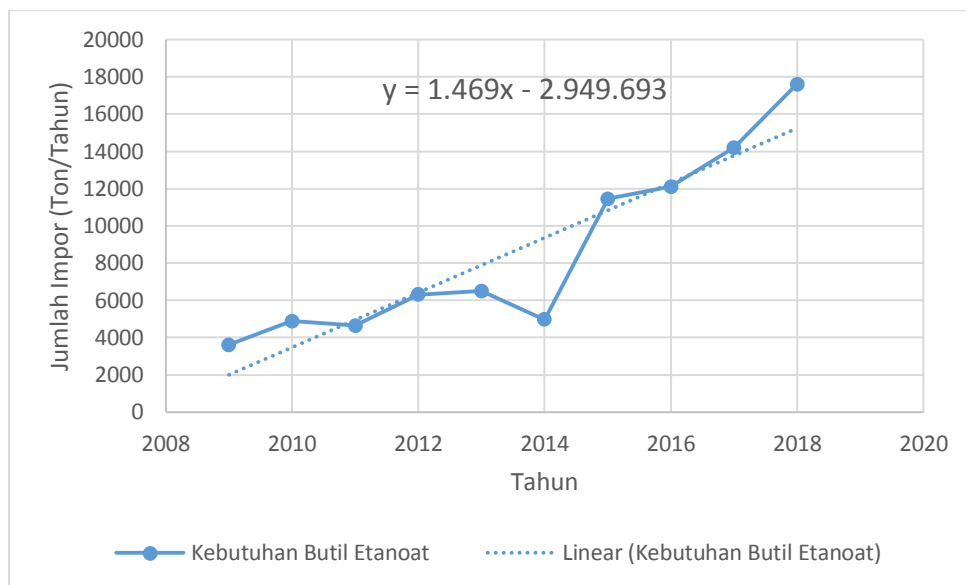
Berdasarkan data yang didapat dari Biro Pusat Statistik mengenai impor butil asetat di Indonesia dari tahun 2009-2018 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Kebutuhan Butil Asetat di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton)
1	2009	3610,152
2	2010	4880,064
3	2011	4640,849
4	2012	6304,771
5	2013	6490,8
6	2014	4962,429
7	2015	11455,157
8	2016	12098,299
9	2017	14203,56
10	2018	17604,633

(Biro Pusat Statistik 2009-2018)

Berdasarkan data impor butil asetat tersebut, kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan kecenderungan kenaikan impor butil asetat dan untuk memperkirakan impor butil asetat pada tahun 2023 di Indonesia. Regresi linear dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Regresi Linear Kebutuhan Butil Asetat

Pabrik Butil asetat direncanakan untuk beroperasi pada tahun 2023, Dari Gambar 1.1 dilakukan regresi linear untuk memprediksi kebutuhan pada tahun tersebut. Hal itu dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y = 1.469X - 2.949.693$$

Dengan, $Y =$ Kebutuhan Butil Asetat

$X =$ Tahun ke-n (2023)

Dengan memasukkan data tahun ke-n pada tahun pengoperasian pabrik (X) menggunakan persamaan tersebut maka diperkirakan impor butil asetat (Y) sebesar 22.094 ton pada tahun 2023.

1.4.2. Kapasitas pabrik butil asetat di luar negeri

Didalam penentuan kapasitas pabrik dibutuhkan data produksi perusahaan lain sebagai bahan tinjauan serta tolak ukur. Baik itu perusahaan dalam negeri (jika ada) maupun perusahaan luar negeri. Data-data produksi perusahaan lain tersaji dalam tabel 1.2 (*Independent Chemical Information Service/ ICIS*, diakses 27 maret 2019)

Tabel 1. 2 Kapasitas Produksi Butil Asetat di Eropa tahun 2013

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Ashinsk Chemical Plant	Chelyabinsk, Rusia	3.500
BASF	Ludwigshafen, Jerman	90.000
Carbohim	Nizhny Novgorod, Rusia	5.500
Celanese	Frankfurt, Jerman	40.000
Dmitrievsky Chemical Plant	Kinesshma, Rusia	36.000
INEOS Oxide	Antwerp, Belgia	100.000
Nevinnomyssk Azot	Nevinnomyssk, Rusia	18.000
Oxea	Marl, Jerman	100.000
Plastificantes de Lutxana	Barcelona, Spanyol	7.000
Synthos Dwory	Oswiecim, Polandia	6.000

1.4.3. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk produksi butil asetat adalah butanol (C_4H_9OH), asam asetat (CH_3COOH), dan katalis amberlyst 15. Kebutuhan bahan baku tersebut dapat diperoleh dari produsen-produsen dalam negeri dan luar negeri.

Tabel 1. 3 Sumber Bahan Baku Utama

No	Bahan Baku	Produsen	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
1.	C ₄ H ₉ OH Kemurnian 99%	PT. Oxo Petro Nusantara Gresik	16.000	www.pon.co.id
2.	CH ₃ COOH kemurnian 99,8%	PT.Indo Acidatama Surakarta	33.000	www.acidatama.co.id
3.	Amberlyst 15 Kemurnian 99%	Jinan Boss Chemical Industry Co., Ltd. China	Supplier	www.bosschemical.com

1.4.4. Kapasitas Pabrik Butil Asetat

Berdasarkan data BPS, kebutuhan butil asetat di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan banyaknya industri-industri lain yang membutuhkannya. Untuk memenuhi kebutuhan butil asetat dalam negeri, Indonesia masih harus melakukan impor.

Data kapasitas produksi butil asetat di luar negeri menunjukkan bahwa kapasitas produksi dari pabrik butil asetat sebaiknya diatas 3.500 ton/tahun dan dibawah 100.000 ton/tahun. Dalam buku Faith W.L. Keyes juga disebutkan bahwa dalam perancangan pabrik butil asetat berskala besar yang berlangsung kontinyu dan dapat dipertimbangkan keuntungannya secara ekonomi, sebaiknya pabrik beroperasi dengan kapasitas 7.000-23.000 ton/tahun.

Setelah melalui beberapa pertimbangan terhadap faktor-faktor yang telah dibahas (prediksi kebutuhan dalam negeri, kapasitas pabrik butil asetat di luar

negeri, dan ketersediaan bahan baku) dapat direncanakan kapasitas perancangan pabrik Butil Asetat sebesar 20.000 ton/tahun pada tahun 2023, dengan pertimbangan:

1. Dapat membantu memenuhi kebutuhan butil asetat dalam negeri.
2. Dapat mendorong berdirinya industri-industri lain yang menggunakan butil asetat sebagai bahan baku.
3. Menekan devisa negara sekaligus membuka peluang ekspor ke luar negeri.
4. Menyediakan lapangan kerja baru, sehingga dapat menurunkan angka pengangguran.

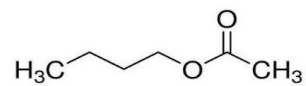
1.5. Tinjauan Pustaka

Ester asam karboksilat ialah suatu senyawa yang mengandung gugus $-CO_2R$ dengan R dapat berbentuk alkil maupun aril. Suatu ester dapat dibentuk dengan reaksi asam karboksilat dan suatu alkohol, dengan suatu reaksi yang disebut reaksi esterifikasi. Reaksi esterifikasi bersifat *reversible*, untuk memperoleh rendemen tinggi dari ester itu, kesetimbangan harus digeser ke arah pembentukan ester. Salah satu teknik untuk dapat mencapai hal tersebut adalah menggunakan salah satu zat pereaksi yang murah dan berlebihan. Teknik lain adalah membuang salah satu produk dari dalam campuran reaksi (Fessenden & Fessenden, 1999).

Butil asetat merupakan senyawa yang diperoleh dari proses esterifikasi asam asetat dan butanol, melalui proses *batch* maupun *continue*. Butil asetat merupakan cairan yang tidak berwarna, mempunyai rumus kimia

$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ dengan berat molekul 116,16 gram/mol (Mc Ketta, 1977).

Butil asetat memiliki karakteristik berasa dan berbau buah. Seperti yang sudah diketahui, rumus molekul dari ester butil asetat yaitu $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ dengan bentuk molekul sebagai berikut:

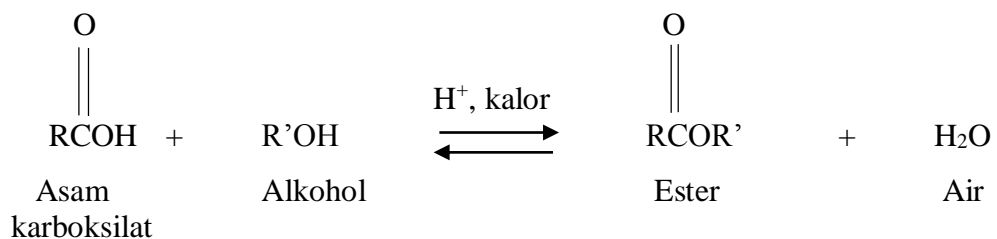


Gambar 1. 2 Bentuk Molekul Butil Asetat

Proses pembentukan butil asetat umumnya terjadi melalui reaksi esterifikasi. Adapun cara-cara yang dapat dipakai dalam metode esterifikasi (Hart Harold, 1990) adalah:

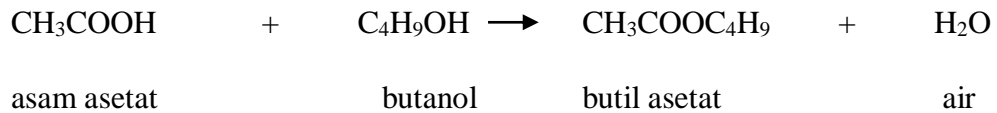
1. Esterifikasi dengan cara Fischer

Jika asam karboksilat, alkohol dan katalis dipanaskan, terdapat kesetimbangan dengan ester dan air.



Gambar 1. 3 Esterifikasi dengan cara Fischer

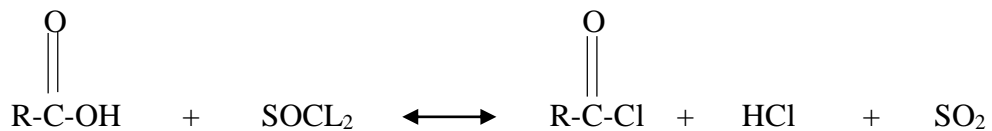
Berikut adalah contoh esterifikasi dengan mereaksikan asam asetat dengan butanol.



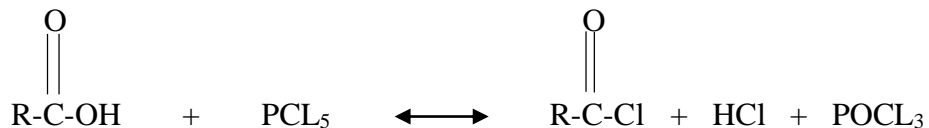
Gambar 1. 4 Esterifikasi Fischer mereaksikan Asam Asetat dan Butanol

2. Esterifikasi dengan asil halida

Asil halida adalah turunan asam karboksilat yang paling reaktif. Asil klorida lebih murah dibandingkan dengan asil halida yang lain. Asil halida biasanya dibuat dari asam dengan tionil klorida atau fosfor pentaklorida.



Tionil Klorida



Fosfor Pentaklorida

Gambar 1. 5 Esterifikasi dengan Asil Halida

Metode esterifikasi yang digunakan adalah esterifikasi dengan cara fischer. Pemilihan metode tersebut dikarenakan esterifikasi dengan cara fischer menghasilkan produk yang diinginkan yaitu butil asetat dan produk samping air, sedangkan metode esterifikasi dengan asil halida menghasilkan dua produk samping berupa asam.

Ada empat macam butil asetat: butil asetat, iso-butil asetat, *sec*-butil asetat, dan *tert*-butil asetat. Pada umumnya hanya butil asetat dan iso-butil asetat yang diproduksi secara komersial.

Sifat reaksi yang reversibel memberikan keuntungan karena reaksi dapat dengan mudah dikontrol. Berhentinya reaksi bukan karena reaktan yang habis, namun karena suatu kondisi yang diberlakukan untuk sistem reaksi. Untuk mendapatkan konversi yang tinggi, kondisi operasi harus diatur sedemikian rupa. Berikut beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi esterifikasi dan konversi antara lain:

a. Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika keseimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Perbandingan Zat Pereaksi

Reaksi esterifikasi pada umumnya terjadi pada fasa cair dengan salah satu reaktan dibuat berlebihan untuk memperbesar frekuensi tumbukan antara molekul yang satu dengan yang lain (Kirk dan Othmer, 2006) sehingga reaksi dapat berlangsung dengan cepat.

c. Temperatur Reaksi

Dikarenakan sifat dari reaksi yang eksotermis, maka temperatur dapat mempengaruhi harga konstanta laju reaksi. Semakin tinggi temperatur yang dioperasikan maka semakin tinggi konversi yang dihasilkan karena

akan meningkatkan pergerakan molekul sehingga tumbukan antar molekul akan lebih sering terjadi (Keenan dkk, 1984). Hal ini sesuai dengan persamaan *Arrhenius*, bila temperatur naik maka harga k semakin besar, sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

d. Katalisator

Sifat reaksi esterifikasi yang lambat membutuhkan katalisator agar berjalan lebih cepat. Katalisator berfungsi untuk mengurangi energi aktivasi pada suatu reaksi, sehingga reaksi dapat berlangsung lebih mudah. Katalis secara umum dapat dibagi menjadi 2 antara lain katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang memiliki fase yang sama dengan reaksi campuran (katalis dalam fase cair) seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl). Katalis homogen tersebut memberikan efek katalitik yang sangat kuat tetapi menimbulkan reaksi samping seperti pembentukan alkil klorida, dehidrasi, maupun isomerisasi. Katalis tersebut juga dapat menimbulkan korosi pada alat-alat proses dan kontaminasi pada produk ester (Mandake dkk, 2013). Katalis heterogen merupakan katalis yang memiliki fase yang berbeda dengan reaksi campuran (katalis dalam fase padat, padat/cair, padat/gas, padat/cair/gas) katalis padat yang digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis jenis *ion exchange resin* biasa digunakan untuk reaksi esterifikasi. Katalis jenis ini mempunyai konversi kesetimbangan (Zeng dkk, 2012). Kelebihan penggunaan katalis asam heterogen dalam pembuatan metil ester, yaitu:

- a) Dapat digunakan kembali (*recovery*).

- b) Tidak terbentuk produk samping berupa sabun dari asam lemak bebas.
- c) Meningkatkan perolehan kemurnian dari produk.
- d) Pemurnian jauh lebih mudah dan dapat menekan biaya peralatan.

Kelemahan dari katalis ini adalah lebih mahal dari katalis asam tetapi dapat digunakan pada *continous stirred tank reactor* atau *fixed bed reactor* sehingga lebih ekonomis. Amberlyst 15 mempunyai pori sebesar 300Å dengan konsentrasi situs aktif $\geq 1,7$ eq/L (Pal dkk, 2012).

Struktur pori Amberlyst 15 lebih besar dibandingkan dengan katalis jenis Dowex yang mempunyai diameter pori 200Å. Stabilitas kimia serta termalnya yang baik membuat resin ini banyak digunakan pada banyak reaksi khususnya reaksi esterifikasi sebagai katalis. Pada umumnya reaksi reaksi yang menggunakan katalis *acid regenerated cation exchangers* menghasilkan konversi dan selektivitas produk ester yang besar. Berdasarkan keunggulan tersebut, Amberlyst 15 dipilih sebagai katalis dalam proses pembentukan butil asetat.

Proses pembentukan butil asetat dengan esterifikasi berlangsung dalam *continous stirred tank reactor* dengan bahan isian katalis *ion exchange resin* jenis Amberlyst 15. Hasil dari reaktor masih berupa campuran dari produk dan sisa bahan baku yang belum bereaksi yaitu butil asetat, air, butanol dan asam asetat. Proses pemurnian diperlukan untuk mendapatkan spesifikasi produk yang diinginkan.

Zheng dan Zeng telah mempelajari kinetika esterifikasi asam asetat dengan adanya resin penukar kation yang kuat. Mereka menyelidiki

pengaruh berbagai parameter dan mengusulkan persamaan laju orde kedua. Gangadwala et al juga melakukan esterifikasi asam asetat dengan n-butanol dengan adanya pertukaran ion resin sebagai katalis dalam kisaran suhu 343,15K (70°C) hingga 366,15K (93°C) dengan menjaga rasio molar lebih rendah dan parameter lainnya konstan. Gangadwala et al telah mencapai Konversi 60% menggunakan 20 g/g mol asam asetat dalam 50 menit dengan perbandingan 1:1 molar asam asetat dengan n -butanol sedangkan dengan meningkatkan rasio molar naik hingga 1:5 konversi hingga 80% dalam waktu bersamaan. Gangadwala et al juga melaporkan bahwa konversi meningkat dari 50% menjadi 80% dalam 90 menit dari rasio molar 1:1 hingga 1:3 asam asetat dengan n-butanol. Hasil yang diamati untuk pengaruh rasio molar awal alkohol terhadap Asam asetat menunjukkan bahwa konversi asam dapat ditingkatkan dengan menggunakan alkohol dalam jumlah besar.