

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Jenis-Jenis Proses

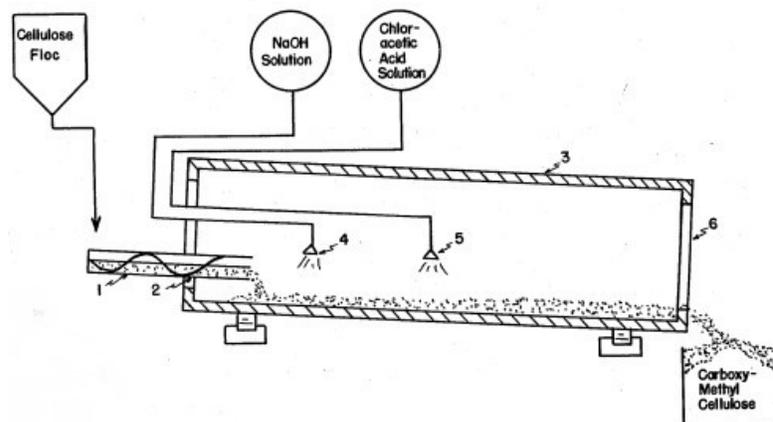
Macam proses pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dibagi menjadi 3 macam, sebagai berikut :

II.1.1 Proses Waldeck

II.1.2 Proses Russel Nelson

II.1.3 Proses Eugene

II.1.1 Proses Waldeck



Gambar II.1 Proses Waldeck

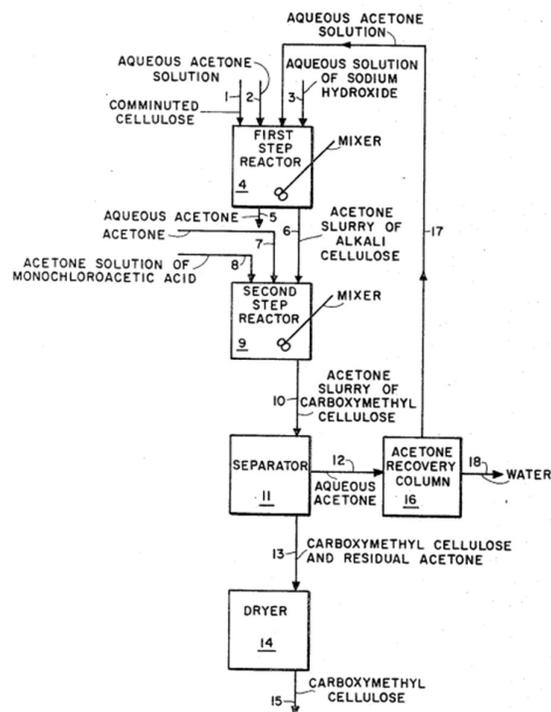
Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah selulosa bubuk dengan ukuran maksimum 40 mesh. Reaksi alkalisasi dan eterifikasi dilakukan pada reaktor yang berputar dengan 2 zona. Pencampuran disebabkan oleh efek *tumbling* selama



PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

bahan berjalan di reaktor. Reaksi alkalisasi dilakukan pada zona 1 dengan cara menyemprotkan NaOH dengan konsentrasi 50% untuk membentuk alkali selulosa. Reaksi eterifikasi dilakukan pada zona 2 dengan cara menyemprotkan asam monokloroasetat dengan konsentrasi 80% sehingga terbentuk *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). Waktu yang digunakan untuk melangsungkan reaksi alkalisasi dan eterifikasi dilakukan selama ± 5 jam. Selanjutnya, produk tersebut diperam dalam *aging tank* untuk menstabilkan ikatan selama 10 jam. Produk yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dan dihaluskan. Produk yang dihasilkan adalah CMC dengan kemurnian 55%. Pengotor pada produk adalah NaCl dan sodium glikolat (US2510355A, 1947).

II.1.2 Proses Russel Nelson



Gambar II.2 Proses Russel Nelson



PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

Pada prinsipnya reaksi terjadi dalam dua tahap yaitu alkalisasi dan eterifikasi. Proses reaksi ini berlangsung dalam dua tempat *continous reactor*. Bahan baku selulosa yang digunakan berbentuk bubuk berukuran 60 mesh. Soda kaustik yang digunakan untuk proses alkalisasi adalah NaOH cair dengan konsentrasi 25%. Sedangkan pada proses eterifikasi digunakan natrium monokloroasetat. Ke dalam *mixer*, bubuk selulosa disuspensikan di aseton, kemudian di alirkan menuju reaktor 1 dengan ditambahkan larutan NaOH 25% untuk proses alkalisasi. Selama penambahan NaOH, temperatur reaktor dijaga 30°C selama 30 menit. Setelah proses alkalisasi selesai, kemudian dilanjutkan dengan proses eterifikasi pada reaktor 2 dengan menambahkan natrium monokloroasetat. Eterifikasi berlangsung pada kondisi temperatur operasi 45°C selama 2 jam. Produk CMC yang keluar dari reaktor 2 selanjutnya dimurnikan pada separator. Produk CMC yang keluar dari separator dimasukkan ke dalam *dryer* untuk dikeringkan pada suhu 100°C lalu diseragamkan ukurannya dengan menggunakan *ball mill* hingga ukuran 60 mesh yang kemudian disimpan di dalam gudang CMC. Produk yang dihasilkan adalah CMC dengan kemurnian 98%. Pengotor pada produk adalah NaCl dan sodium glikolat (US3347855A,1950).

II.1.3 Proses Eugene

Lembaran lintars kapas (Selulosa lembaran) diparut dan kemudian disuspensikan dalam Isopropil alkohol atau tertbutil alkohol. Slurry yang dihasilkan kemudian diaduk kuat dan kemudian ditambahkan NaOH 30% dalam kurun waktu 1,5 jam dengan suhu rata-rata pada saat penambahan 28-32 °C. Pengadukan kemudian dilanjutkan selama kurun waktu 1,5 jam dengan suhu reaksi diturunkan hingga mencapai 17°C. Kemudian dilakukan proses penambahan natrium monokloroasetat selama kurun waktu 1,5 jam dengan suhu yang meningkat menjadi 21°C. Campuran reaksi tersebut kemudian dipanaskan menjadi 55°C selama kurun waktu 1,5 jam. Kemudian dilakukan pengadukan lebih lanjut selama 4 jam dengan suhu dijaga tetap pada 55°C. Kemudian dilakukan proses pemisahan dengan



PRA RENCANA PABRIK
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN
METODE RUSSEL NELSON

menggunakan centrifuge untuk memisahkan media liquid dengan produk serat karboksimetil selulosa dan kemudian dilakukan proses pengeringan. (Eugene, 1950).



PRA RENCANA PABRIK
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN
METODE RUSSEL NELSON

II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian dari ketiga proses diatas, dapat dilakukan pertimbangan proses mana yang akan dipilih dengan mempertimbangkan bahan baku, slurry agent yang digunakan, jenis reaktor, konversi reaktor, serta kondisi operasi dari masing-masing proses.

Tabel II. 1 Seleksi Proses Pembentukan *Carboxymethyl Cellulose*

Parameter	Proses Russel Nelson	Proses Eugene	Proses Waldeck
Bahan baku	Bubuk Selulosa, Natrium hidroksida, Natrium monokloroasetat	Lembaran linters kapas (Selulosa lembaran), Natrium Hidroksida, Natrium monokloroasetat	Selulosa, Natrium Hidroksida, dan Chloracetic acid
<i>Slurry Agent</i>	Aseton	Isopropil Alkohol atau terbutil alcohol	-
Jenis Reaktor	RATB	RATB	Reaktor putar
Konversi reaktor	Lebih terkontrol dan stabil	Lebih terkontrol dan stabil	Profil konsentrasi tidak seragam sehingga konversinya lebih rendah pada kondisi tertentu
Suhu Operasi	Reaksi I : 30°C Reaksi II : 45°C	Reaksi I : 17°C Reaksi II : 55°C	Suhu = 25-70°C
Waktu Tinggal	Reaksi I : 30 menit Reaksi II : 2 jam	Reaksi I : 1,5 jam Reaksi II : 5,5 jam	3-5 jam
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	1 atm

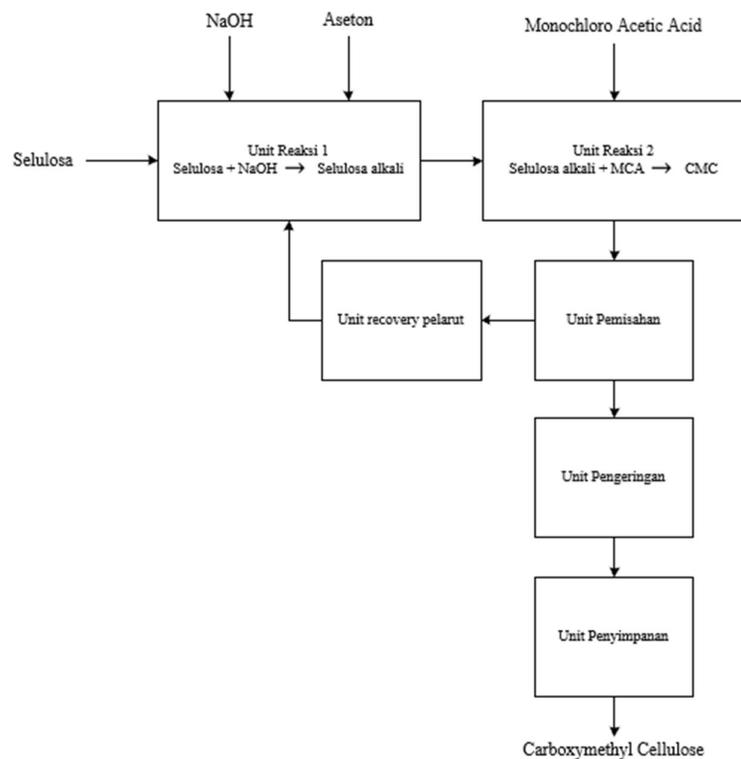


PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

Berdasarkan tabel diatas, maka proses yang dipilih adalah proses Russel Nelson. Alasan dipilihnya proses ini adalah dibutuhkannya kondisi operasi yang tidak ekstrim serta memiliki kelebihan efisiensi waktu. Penggunaan bahan baku berbentuk bubuk akan meningkatkan luas area partikel selulosa sehingga akan meningkatkan kontak dengan reagen. Kemudian penggunaan pelarut yang dapat dengan mudah untuk dipisahkan akan menghasilkan biaya operasional yang lebih kecil, dikarenakan aseton memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan dengan Isopropil Alkohol atau terbutil alcohol, serta aseton memiliki harga yang lebih ekonomis.

II.3 Uraian Proses

II.3.1 Uraian Proses Russel Nelson



Gambar II. 1 Uraian Proses Russel Nelson



PRA RENCANA PABRIK PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN METODE RUSSEL NELSON

Alur proses :

1. Persiapan Selulosa

Selulosa yang akan digunakan disimpan dalam bentuk padatan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian menggunakan screw conveyor I selulosa dipindahkan menuju Mixer I untuk dilakukan pencampuran dengan aseton.

2. Persiapan Aseton

Aseton 98% dalam bentuk liquid pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Aseton dan recycle aseton dari kolom distilasi akan memasuki Mixer I.

3. Pencampuran Selulosa dan Aseton

Selulosa dari Gudang penyimpanan diumpankan ke Mixer I untuk dilakukan pencampuran dengan aseton 98%. Kemudian hasil dari suspense selulosa dalam aseton diumpankan ke reaktor alkalisasi.

4. Persiapan NaOH

NaOH 50% disimpan dalam bentuk liquid pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. NaOH diencerkan terlebih dahulu pada tangki pengenceran hingga konsentrasi 25%, NaOH 25% kemudian diumpankan ke reaktor alkalisasi.

5. Reaksi Alkalisasi

Selulosa yang telah terdispersi dalam aseton pada Mixer I diumpankan menuju Reaktor alkalisasi, bersamaan dengan penambahan NaOH 25%. Reaksi ini dilakukan dengan suhu yang dijaga pada 30°C yang berlangsung selama 30 menit dan membentuk alkali selulosa.

6. Reaksi Eterifikasi

Slurry alkali selulosa dipompa ke dalam reaktor eterifikasi bersamaan dengan penambahan Natrium Monokloroasetat. Reaksi ini dilakukan dengan suhu yang dijaga pada 45°C yang berlangsung selama 2 jam untuk membentuk produk Carboxymethyl Cellulose (CMC).

7. Tahap Pemisahan

Produk CMC yang terbentuk kemudian dipisahkan dari pelarutnya menggunakan rotary vakum filter. Cake yang terbentuk yang merupakan



PRA RENCANA PABRIK
PABRIK CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DENGAN
METODE RUSSEL NELSON

padatan CMC akan dibawa menuju tahap pengeringan sedangkan filtrat akan dibawa menuju Menara distilasi untuk dilakukan proses pemisahan aseton agar dapat digunakan Kembali.

8. Tahap Pengeringan

Produk CMC yang terbentuk belum 100% kering sehingga perlu dilakukan proses pengeringan lanjut menggunakan rotary dryer.

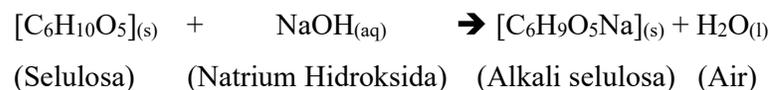
9. Tahap Penyeragaman Ukuran

Produk CMC yang telah kering diumpankan menuju ball mill agar ukuran dari CMC yang akan dipasarkan memiliki ukuran yang seragam.

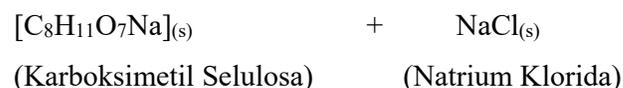
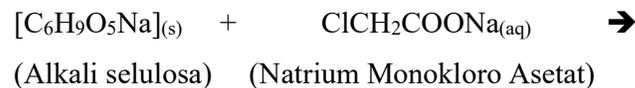
II.3.2 Reaksi

Reaksi pembentukan carboxymethyl cellulose terjadi dalam dua reaksi utama, dan menghasilkan satu reaksi samping, sebagai berikut :

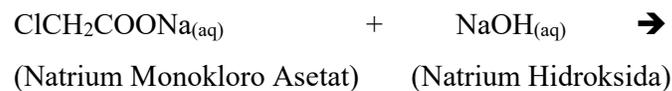
1. Reaksi Alkalisasi



2. Reaksi Eterifikasi

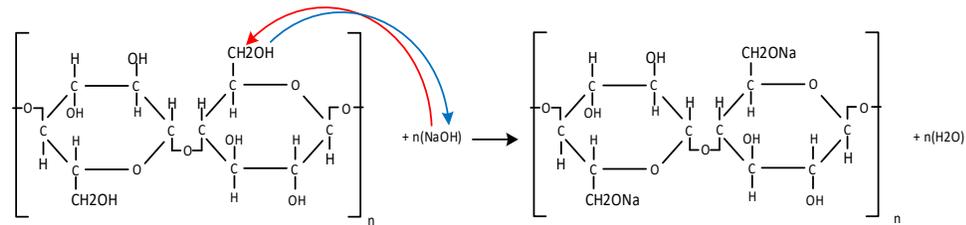


3. Reaksi samping



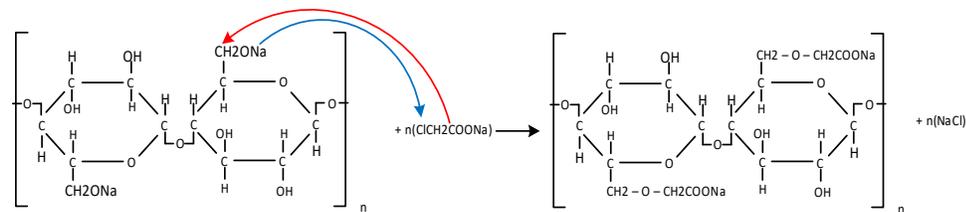
Mekanisme reaksi dari pembentukan *Carboxymethyl Cellulose* adalah sebagai berikut :

1. Alkalisasi



Gambar II. 2 Reaksi Alkalisasi

2. Eterifikasi



Gambar II. 3 Reaksi Eterifikasi

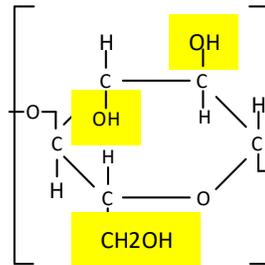
II.3.3 Slurry Agent

Pada proses pembentukan *Carboxymethyl Cellulose* diperlukan penambahan pelarut organik sebagai medium dispersif sehingga proses alkalisasi dan karboksimetilasi bisa bereaksi secara serentak dan juga dapat meningkatkan derajat substitusi. Penambahan pelarut organik dengan sifat nonpolar akan menyebabkan menurunnya kelarutan selulosa sehingga penambahan NaOH dan monokloroasetat akan lebih mudah untuk berikatan dengan gugus hidroksil selulosa karena sistem yang bersifat nonpolar (Pitaloka et al, 2014). Selain itu penambahan pelarut inert akan mengakibatkan terjadinya pembengkakan yang akan mempermudah penetrasi reagen kedalam struktur selulosa (Rahman et al, 2021). Berdasarkan US penambahan aseton dalam rasio yang tepat dapat meningkatkan nilai derajat substitus (DS) sehingga dapat meningkatkan konversi reaksi.



II.3.4 Degree of Substitution

Dalam proses kimia selulosa, tiga gugus reaktif hidroksil (OH-) digambarkan sebagai *Degree of Substitution* (DS). Rentang DS umumnya dinyatakan untuk setiap unit nol hingga tiga. Nilai DS secara teknis didefinisikan sebagai jumlah rata-rata pengganti gugus reaktif oleh molekul aktif lain dalam rantai polimer. Selama sintesis CMC dari selulosa, nilai DS ditentukan oleh jumlah gugus substituen (karboksimetil) yang melekat pada setiap unit anhidroglukosa. DS memainkan peran penting dalam kasus sifat CMC karena kelarutan, pengemulsibilan, sifat penebalan, ketahanan asam, viskositas, stabilitas, dan sifat toleransi garam CMC sangat bergantung pada nilai DS (Rahman et al, 2021).



Gambar II. 4 Tiga Gugus Reaktif Hidroksil