

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu produk andalan Indonesia yang banyak diminati karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi sehingga perkembangannya pun cukup pesat. Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack.) merupakan tanaman perkebunan yang memegang peranan penting dalam industri pangan. Pemanfaatan kelapa sawit tersebut tidak akan luput dari produksi limbah. Limbah yang dihasilkan berupa tandan kosong kelapa sawit, cangkang, dan serat mesocarp. Limbah tersebut akan menghasilkan polusi jika tidak diproses untuk menghasilkan produk yang lebih bermanfaat. Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit menghasilkan beberapa jenis limbah padat yang meliputi tandan kosong sawit, cangkang, dan serat mesocarp (Yunindanova dkk., 2013).

Perkembangan industri kelapa sawit ini tentunya memerlukan perhatian besar karena dampak yang disebabkan terhadap lingkungan sekitarnya (Widhiastuti, 2001). Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah adalah melalui pemanfaatan limbah tersebut sehingga dapat meningkatkan nilai tambahnya (Yoeswono dkk., 2007).

Selama ini TKKS belum dimanfaatkan secara maksimal, pemanfaatan TKKS hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler, kompos, dan juga pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit, padahal TKKS memiliki serat yang kuat dan dapat digunakan untuk berbagai hal (Fauzi, 2012).

Oleh karena itu, limbah ini sangat berpotensi jika dikembangkan menjadi produk-produk yang bermanfaat dan memberi nilai tambah dari aspek ekonomi serta ramah lingkungan. Memproduksi kembali limbah TKKS merupakan cara yang dilakukan agar limbah produksi kelapa sawit tidak menjadi tumpukan sampah dan tempat tumbuhnya wabah penyakit (seperti : jamur), namun dapat meningkatkan nilai gunanya.

Dengan jumlah yang melimpah serta kandungan selulosa TKKS yang cukup tinggi yaitu sebesar 45 % (Aryafatta, 2008). Maka TKKS cocok

dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan Na-CMC. Sehingga ketika diolah menjadi Na-CMC dapat menghasilkan rendemen yang cukup besar.

Adapun pada penelitian ini didapatkan limbah TKKS dari PT. Sinar Alam Permai yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit

2.1.1 Komposisi Kimia

Kandungan kimia serat tandan kosong yakni terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komposisi dari komponen-komponen serat tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Komposisi	Kadar (%)
Selulosa	35,66 - 57,55
Hemiselulosa	6,61 - 15,96
Lignin	21,27 - 36,68

(Sumber : Sudiyani, 2013)

a. Selulosa

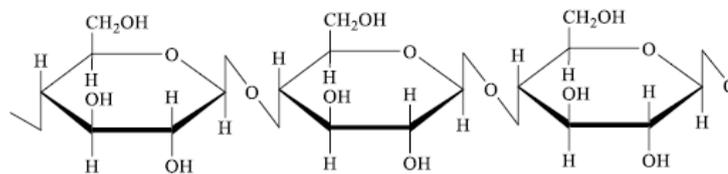
Selulosa adalah senyawa yang tidak larut dalam air dan biasanya ditemukan di dalam dinding sel pelindung tumbungan, khususnya pada dahan, tangkai, batang dan bagian jaringan tumbuhan yang berkayu. Selulosa merupakan biopolimer yang melimpah di alam dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$. Karena selulosa tidak larut dalam air, maka selulosa harus diubah untuk memungkinkan diterapkan di industri sebagai pengental, agen gel atau bahan stabilisasi (Ramli dkk., 2015).

Selulosa tidak hanya polisakarida struktural ekstra sellular yang paling banyak ditemukan pada dunia tumbuhan karena selulosa merupakan homo biomolekul linear tidak bercabang, yang terdiri dari 10.000 atau lebih unit D-

glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1-4 glikosida, senyawa ini akan kelihatan seperti amilosa, dan rantai utama glikogen (Lehninger, 1998).

Selulosa merupakan sepertiga dari jumlah semua bahan yang dihasilkan oleh semua tumbuhan yang berarti bahwa selulosa adalah bahan baku yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Selulosa terdapat pada semua tumbuhan tingkat tinggi, pada kebanyakan algae dan pada beberapa jenis jamur (Zuraida, 2016).

Tingginya kadar selulosa pada limbah tandan kosong kelapa sawit merupakan hal yang bermanfaat untuk pengolahan limbah dalam bentuk serat dari tandan kosong kelapa sawit (Fauzi, 2012), adapun struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Struktur selulosa

(Sumber : Kunusa, 2017)

Selulosa merupakan serat berwarna putih, tidak larut dalam air panas dan dingin, alkali dan pelarut organik netral seperti alkohol dan benzene. Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa terdapat dalam ukuran besar dan memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi (Melda, 2018).

Menurut Nuringtyas, (2010) berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibagi atas tiga jenis yaitu :

- α -Selulosa (Alpha Cellulose) merupakan selulosa berantai panjang yang tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-15000. Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka semakin baik mutu bahannya.

- β -Selulosa (Betha Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.
- γ -Selulosa (Gamma Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi kurang dari 15, kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

b. Hemiselulosa

Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak terbentuk kristal. Hal ini yang menjadikan hemiselulosa lebih mudah dimasuki pelarut dan bereaksi dengan larutan dibanding selulosa selama pembuatan pulp. Hemiselulosa bersifat hidrofibil (mudah menyerap air) yang mengakibatkan strukturnya yang kurang teratur. Kadar hemiselulosa pada pulp jauh lebih kecil dibandingkan dengan serat asal, karena selama proses pemasakan hemiselulosa bereaksi dengan bahan pemasak dan lebih mudah terlarut dari pada selulosa (Sitorus, 2010).

Secara struktural, hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (pentosa/C-5), gula berkarbon enam (heksosa/ C-6), asam heksuronat dan deoksi heksosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang.

Hemiselulosa tidak larut dalam air tapi larut dalam larutan alkali encer dan lebih mudah dihidrolisa oleh asam daripada selulosa. Sifat hemiselulosa yang hidrofilik banyak mempengaruhi sifat dari pulp itu sendiri. Hemiselulosa berfungsi sebagai perekat dan mempercepat pembentukan serat. Hilangnya hemiselulosa akan mengakibatkan adanya lubang antar fibril dan berkurangnya ikatan antar serat.

c. Lignin

Lignin merupakan salah satu komponen kimia penyusun kayu selain dariselulosa, hemiselulosa dan ekstraktif. Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Sifat kimia lignin yang penting untuk diketahui diantaranya adalah kadar lignin dan reaktifitasnya

Lignin merupakan senyawa yang sangat kompleks dengan berat molekul tinggi. Lignin terdapat diantara sel-sel dan di dalam dinding sel. Dimana fungsi lignin yang terletak diantara sel adalah sebagai perekat untuk mengikat/perekat antar sel, sehingga tidak dikehendaki. Sementara dalam dinding sel lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberi ketegaran pada sel.

Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Wibisono, 2002).

Lignin ini merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali. Reaksi dengan senyawa tertentu banyak dimanfaatkan dalam proses pembuatan pulp dimana lignin yang terbentuk dapat dipisahkan, sedangkan reaksi oksidasi terhadap lignin digunakan dalam proses pemutihan. Lignin dapat mengurangi daya pengembangan serat serta ikatan antar serat.

Struktur kimia lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperatur tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Taherzadeh, 2007). Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi, yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut pada larutan pemasak. Dimana

peristiwa ini cenderung menyebabkan bobot molekul lignin bertambah, dan lignin yang terkondensasi akan mengendap (Achmadi, 1990).

Disamping terjadinya reaksi kondensasi lignin yang mengendap, proses pemasakan yang berlangsung pada suasana asam dapat pula menurunkan derajat kerusakan pulp sehingga mengurangi degradasi selulosa dan hemiselulosa.

Suhu, tekanan, dan konsentrasi larutan pemasak selama proses pulping merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa tak akan rusak saat proses pelarutan lignin jika konsentrasi larutan pemasak yang digunakan rendah dan suhu yang digunakan sesuai. Pemakaian suhu di atas 180°C menyebabkan degradasi selulosa lebih tinggi, dimana pada suhu ini lignin telah habis terlarut (Casey, 1980).

2.2 Sodium-Carboxymethylcellulose (Na-CMC)

Sodium-Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC) banyak digunakan sebagai aditif makanan sebagai stabilizer, pengental dan emulsifier. Selain itu, bahan ini juga banyak digunakan dalam berbagai industri seperti: deterjen, cat, keramik, tekstil dan kertas (Putri dan Zenny, 2014). Secara global pemakaian Na-CMC tertinggi di Indonesia digunakan oleh industri detergen (Priatma dan Widyannita, 2009). Menurut riset pasar Merchant Research & Consulting Ltd yang berbasis di Inggris, kebutuhan Na-CMC dunia meningkat 1,7% -1,8% setiap tahunnya (Wijaya dkk., 2015).

CMC mampu meningkatkan kualitas produk pangan emulsi karena mempunyai sifat sebagai pengikat, penstabil, penahan air, serta pengental dalam produk pangan emulsi. CMC juga dapat larut dalam air dan mampu memperpanjang umur simpan produk pangan emulsi. Kemampuan atau sifat-sifat yang dimiliki oleh karboksimetil selulosa (CMC) tersebut sangat dibutuhkan oleh produk-produk dalam bentuk emulsi. Hal ini dikarenakan penambahan CMC mampu mengubah sifat reologi yang akan berpengaruh terhadap perbaikan struktur dan tekstur produk emulsi. Sifat reologi yang baik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas produk-produk emulsi. Selulosa sebagai bahan pembuatan CMC umumnya berasal dari kayu pepohonan.

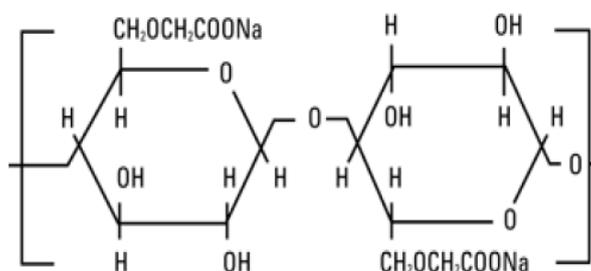
Karakteristik karboksimetil selulosa sesuai dengan SNI yang meliputi kemurnian, kadar NaCl, derajat substitusi dan pH dapat dilihat pada Tabel 2.2 tentang karakteristik Na-CMC.

Tabel 2.2 Syarat Mutu Na-CMC

No	Parameter	Mutu I	Mutu II
1	Kemurnian CMC	99,5%	65,0%
2	Kadar NaCl	0,25%	-
3	Derajat Substitusi	0,7-1,2	0,4-1,0
4	pH larutan 1%	6,0-8,0	6,0-8,5

(Sumber : SNI 06-3736-1995)

Struktur Na-CMC merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul selulosa. Setiap unit anhidroglukosa memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh karboksimetil. Gugus hidroksil yang tergantikan dikenal dengan derajat penggantian (degree of substitution) disingkat DS. Derajat substitusi CMC adalah jumlah rata-rata gugus hidroksil dalam struktur selulosa yang disubstitusi oleh karboksimetil dan gugus natrium karboksimetil pada C-2, C-3 and C-6. Semakin tinggi DS akan menunjukkan kompatibilitasnya dengan komponen lain seperti garam atau pelarut lainnya dan berpengaruh pada viskositas. Beberapa faktor yang mempengaruhi DS antara lain adalah density, thixotropy dan higroskopis. Jumlah gugus hidroksil yang tergantikan atau nilai DS mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan Na-CMC dalam air (Kamal, 2010). DS menentukan kelarutan CMC dan merupakan parameter utama dalam penggunaannya dalam industri. Struktur dari Na-CMC dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Molekul Sodium-Carboxymethyl Cellulose (Na-CMC)
(Sumber : Kamal, 2010)

Pada mulanya natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC) banyak dibuat dari selulosa kayu karena kandungan selulosanya yaitu sekitar 42-47%. Namun,

sekarang ini banyak dikembangkan Na-CMC dari bahan bukan kayu seperti pelepah dan tandan kosong kelapa sawit, pisang, tanaman eceng gondok, jerami, kulit buah kakao dan lain sebagainya (Pitolaka dkk., 2015).

2.3 Proses Pembuatan *Sodium-Carboxymethyl Cellulose* (Na-CMC)

2.3.1 Tahapan Preparasi Bahan

Tahap awal proses produksi yaitu persiapan umpan dengan bahan baku utama berupa selulosa. Selulosa yang digunakan adalah selulosa murni yang telah bebas dari pengotor – pengotor, lignin, serta sisa – sisa tanaman berupa biji, kulit, ranting maupun daun. Selain itu, dilakukan juga persiapan bahan – bahan lain seperti propanol dan metanol sebagai pelarut organik, NaOH sebagai agen pembentuk selulosa alkali, natrium kloroasetat atau asam trikloroasetat sebagai reagen karboksimetilasi selulosa alkali, dan asam asetat.

2.3.2 Tahap Sintesis

Proses sintesis Na-CMC secara umum meliputi beberapa tahapan proses seperti alkalisasi, karboksimetilasi, netralisasi, filtrasi, dan pengeringan. Secara garis besar, proses pembuatan Na-CMC melalui 2 tahap reaksi, yaitu tahap pertama reaksi alkalisasi, dan tahap reaksi karboksimetilasi.

Proses alkalisasi merupakan proses saat terjadi reaksi substitusi antara gugus hidroksil dengan NaOH menghasilkan natrium selulosa. Pada tahap ini selulosa membentuk eter non-ionik dari selulosa yaitu metilselulosa. Metilasi terjadi pada sisi hidroksil C2 dan C6 dari unit glukosa. Sifat hidrofobik dari alkilselulosa akan meningkat dengan panjangnya rantai alkil dan dengan derajat substitusinya (Wertz, 2010).

Sedangkan pada tahap karboksimetilasi merupakan proses dimana terjadi reaksi substitusi di antara gugus Na pada natrium monokloroasetat atau asam trikloroasetat sehingga menghasilkan Na-CMC. Karboksimetilasi menggunakan senyawa kloroasetat baik dalam bentuk asam maupun garamnya. Jumlah alkali yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap jumlah garam natrium kloroasetat untuk bereaksi dengan gugus hidroksil pada selulosa (Wijayani dkk., 2005).

Menurut Pitolaka dkk., (2015) mekanisme reaksi pembuatan sodium karboksimetil selulosa (Na-CMC) dijabarkan sebagai berikut:

- Tahap Alkalisasi :



- Tahap Karboksimetilasi :



2.3.3 Pelarut Isopropanol dan Etanol

Isopropanol dan etanol merupakan senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan metanol dan lebih rendah dibandingkan dengan isopropanol. Hal ini dapat diterangkan dengan adanya ikatan hidrogen di dalam molekul alkohol, sehingga alkohol dengan bobot molekul rendah sangat larut dalam air. Gugus OH dalam etanol membantu melarutkan molekul polar dan ion-ion dan gugus alkilnya CH_3CH_2^- dapat mengikat bahan nonpolar. Dengan demikian etanol dapat melarutkan senyawa baik nonpolar maupun polar (Thoha et al., 2009).

Isopropanol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan metanol dan etanol dan lebih rendah dibandingkan dengan alkohol-alkohol lainnya yang bersifat polar-protik. Isopropanol merupakan senyawa organik yang terdiri atas unsur karbon, hidrogen dan juga oksigen. Gugus OH dalam isopropanol membantu melarutkan molekul polar dan ionion dan gugus alkilnya – CH_3 tidak dapat mengikat bahan nonpolar. Isopropanol merupakan senyawa alkohol dengan jenis sekunder, karena kemampuan gugus COH-nya yang dapat mengikat 2 karbon (Thoha et al., 2009).

Perbedaan polaritas dan jenis pelarut yang digunakan dapat mempengaruhi nilai derajat substitusi/ derajat eterifikasi NaCMC. Semakin kecil polaritas media pelarut, maka efisiensi reaksi alkilasi dan karboksimetilasi akan meningkat. Oleh karena itu isopropanol dan etanol merupakan pelarut yang tepat karena memiliki nilai polaritas kecil, yaitu 4,3 dan 5,2 (Wijaya et al., 2013).

Telah dibuktikan pula dalam penelitian bahwa penggunaan campuran pelarut antara isopropanol dan etanol dengan rasio 9:1 dapat meningkatkan derajat substitusi dari produk CMC pada penelitian (Zuraida, 2016).

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai rujukan yaitu penelitian Fadilah, (2018), pembuatan natrium karboksimetil selulosa dari kulit kapuk randu dengan waktu reaksi selama 3 jam, temperatur 60°C dan konsentrasi asam trikloroasetat 25%, derajat substitusi yang diperoleh yaitu 1,31. Pada penelitian (Silsia dkk., 2018), karboksimetil selulosa dari pelepah kelapa sawit dengan perlakuan terbaik memiliki derajat substitusi 0,51-0,76, dengan waktu reaksi selama 3 jam, temperatur 55°C dan konsentrasi asam trikloroasetat 10%. Sedangkan pada penelitian (Safitri dkk., 2017), derajat substitusi yang diperoleh dari karboksimetil selulosa kulit durian adalah 1,2 dengan waktu reaksi selama 4 jam, temperatur 60°C dan rasio natrium monokloroasetat terhadap selulosa 6:5. Kemudian penelitian oleh (Nisa, 2014) yaitu pembuatan CMC dari selulosa kulit buah kakao dengan perlakuan terbaik yaitu proses karboksimetilasi dengan menggunakan asam trikloroasetat 20% selama 1 jam pada suhu 75°C menghasilkan derajat substitusi sebesar 0,10.

2.5 Kinetika Reaksi

Kinetika reaksi merupakan ilmu yang mempelajari reaksi kimia yang terjadi secara kuantitatif. Mekanisme reaksi digunakan untuk menggambarkan tahapan perubahan pada suatu reaksi yang terjadi. Umumnya kinetika reaksi dapat ditandai dengan adanya spesi yang berkurang atau menghilang dan pembentukan suatu produk dari sebuah reaksi per satuan waktu, perubahan tersebut terjadi secara bertahap seiring berjalannya waktu, jadi hanya reaksi keseleruhan yang dapat diamati. Proses perubahan yang terjadi dalam per satuan waktu dinyatakan sebagai laju reaksi. Sebagai contoh untuk reaksi sederhana adalah sebagai berikut:



Laju reaksi dinyatakan sebagai berkurangnya konsentrasi zat A atau zat B per satuan waktu, selain itu juga dapat diterangkan melalui pembentukan zat C. Pada suhu tetap kecepatan reaksi dalam suatu sistem homogen berbanding lurus dengan kepekatan zat yang bereaksi. Koefisien masing-masing zat yang bereaksi bisa dijadikan pangkat bagi tiap-tiap kepekatannya (Lund, 1965)



Dalam kinetika kimia juga terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, dimana beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut adalah sebagai berikut :

a. Temperatur Reaksi

Temperatur dapat mempengaruhi laju reaksi, yang dimana pada umumnya apabila temperatur dinaikkan maka reaksi akan berlangsung lebih cepat. Secara sistematis hubungan antara nilai tetapan laju reaksi (k) terhadap suhu dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius : $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$

Keterangan :

A = Tetapan Arrhenius ($\frac{L}{mol \cdot s}$)

E_a = Energi aktivasi ($\frac{J}{mol}$)

R = Konstanta gas ($8,314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$)

T = Suhu (K)

b. Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan akan berpengaruh terhadap laju reaksi, hal ini disebabkan karena pengadukan akan mempercepat terjadinya tumbukan antar partikel reaktan sehingga memaksimalkan laju reaksi.

c. Konsentrasi Reaktan

Konsentrasi dapat mempengaruhi laju reaksi. Konsentrasi yang tinggi menyebabkan banyaknya partikel sehingga memungkinkan lebih banyak tumbukan, dan itu membuka peluang semakin banyak tumbukan efektif yang menghasilkan perubahan reaktan terkonversi menjadi produk.

d. Luas Permukaan

Semakin kecil ukuran partikel suatu zat yang bereaksi semakin luas permukaan bidang sentuhnya sehingga semakin cepat laju reaksinya dikarenakan semakin banyak pula terjadi kontak antar partikel.

e. Tekanan

Penambahan tekanan akan memperkecil volume dan memperbesar konsentrasi, dengan bertambahnya konsentrasi laju reaksi akan semakin cepat.

f. Katalis

Penambahan katalis pada suatu reaksi kimia akan mempercepat laju reaksinya.

2.5.1 Teori Tumbukan

Reaksi terjadi karena adanya tumbukan antara partikel-partikel zat yang bereaksi. Oleh karena itu, sebelum partikel saling bertumbukan maka reaksi tidak akan terjadi. Namun demikian, tidak semua tumbukan akan menghasilkan reaksi, karena tumbukan yang terjadi harus mempunyai energi yang cukup untuk memutuskan ikatan-ikatan pada zat yang bereaksi.

2.5.2 Orde Reaksi

a. Orde Nol

Reaksi dengan orde nol merupakan reaksi dimana lajunya tidak dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi tersebut.

$$k \cdot [DS]^0 = - \frac{d[DS]}{dt}$$

b. Orde Satu

Reaksi dengan orde satu merupakan reaksi dimana lajunya bergantung dengan konsentrasi reaktan.

$$k \cdot [DS]^1 = - \frac{d[DS]}{dt}$$

c. Orde Dua

Reaksi dengan orde dua merupakan reaksi dimana lajunya bergantung dengan kuadrat konsentrasi reaktan.

$$k \cdot [DS]^2 = - \frac{d[DS]}{dt}$$