

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan Abdullah dkk, (2014) membahas tentang pembuatan membran berbahan PVA yang digabungkan dengan ekstrak *Aloe Vera* (AV) menggunakan metode elektrospinning yang diaplikasikan sebagai pembawa polimer obat baru. Variasi konsentrasi AV yang digunakan 0 dan 5% (w/w). Parameter elektrospinning yang digunakan yaitu tegangan 15kV dan jarak TCD 8 cm. Adapun hasil yang didapatkan dari uji SEM dengan penambahan 5% (v/w) *Aloe Vera* pada PVA 10 % (w/v) mampu menurunkan diameter dari 168 nm (PVA 10%) menjadi 123 nm (PVA/AV).

Penelitian Sosiati dkk, (2018) melakukan pembuatan nanofiber dengan bahan PVA digabungkan dengan ekstrak *Aloe Vera* (AV) menggunakan metode elektrospinning. Variasi konsentrasi AV yang digunakan 0, 2, 4, dan 6% (w%), dengan kondisi optimasi elektrospinning pada tegangan 10 kV, jarak TCD 16,5 cm. Adapun hasil yang didapatkan dari penelitian ini, penambahan lidah buaya meningkatkan viskositas (539,9 cP – 1015 cP) dan diameter serat (342 nm – 810 nm) dengan hasil sifat tarik yang paling optimal serta memenuhi standar material medis dari penelitian ini yaitu pada variasi konsentrasi AV 4% dengan kuat tarik sebesar 6,38 MPa, modulus elastisitas 34,75 MPa, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi pembalut luka (*Wound dressing*).

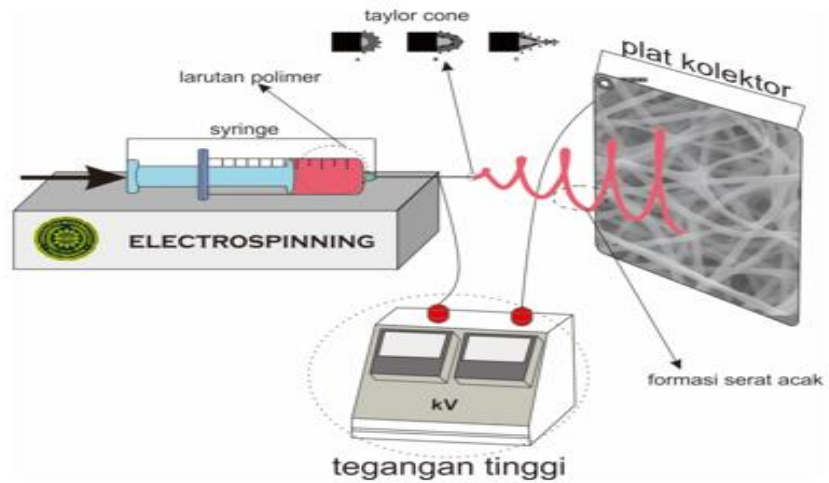
Sosiati dkk, (2018) melakukan penelitian pembuatan membran hibrid nanofiber dengan bahan PVA yang digabungkan ekstrak *Aloe Vera* (AV) dan ditambahkan CSNE (Kitosan nano-emulsi) dengan metode elektrospinning. Variasi konsentrasi CSNE yaitu 0, 5, 10, dan 15% (w%), dengan parameter elektrospinning yang digunakan tegangan 15Kv, TCD 16,5 cm. Adapun hasil penambahan CSNE menunjukkan semakin banyak konsentrasi CSNE maka viskositas menurun (849,9 – 359,9 cP) dan hasil sifat tarik paling optimal pada konsentrasi CSNE 15% dengan kuat tarik $6,18 \pm 0,15$ MPa, modulus elastisitas sebesar $21,9 \pm 9,88$ MPa dan regangan 97 %.

Apriyanto (2018) melakukan penelitian tentang penggabungan PVA dengan *Aloe vera* (AV) alami dengan menggunakan metode elektrospinning pada tegangan 15kV, jarak TCD 16 cm. Pada penelitian ini PVA dilarutkan dalam campuran *aquades* dan air hasil filtrasi *Aloe gel* dengan konsentrasi 0, 10, 20, dan 30% (w%). Adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi larutan AV maka nilai viskositasnya turun (264,4 cP – 255,4 cP). Adapun hasil sifat tarik pada penelitian menunjukkan penambahan larutan AV dapat meningkatkan sifat tarik dengan kuat tarik (2,6 MPa – 3,6 MPa) dan modulus elastisitas (16,3 MPa – 17,7 MPa) dan menghasilkan diameter rata-rata nanofiber 169.5 nm.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Elektrospinning

Elektrospinning merupakan suatu metode yang digunakan untuk membuat membran nanofiber dengan memanfaatkan medan listrik dalam menghasilkan pancaran (jet) larutan yang bermuatan listrik dengan tegangan tinggi. Metode elektrospinning dipilih karena biaya murah, peralatan sederhana, dan penggunaan mudah. Pada mekanisme pembuatan membran nanofiber dengan elektrospinning dengan cara mendorong polimer larutan yang sudah dimasukkan ke dalam *syringe* (suntikan), kemudian pada ujung jarum diberi aliran listrik yang bertegangan tinggi sehingga membentuk butir/tetes pada ujung jarum. Butir/tetes larutan polimer yang sudah terinduksi muatan listrik akan bergerak ke elektroda dengan muatan berlawanan disertai penguapan pada pelarut polimer sehingga yang menempel pada plat kolektor hanya serat polimer (Wahyudi dan Sugiyana, 2011).

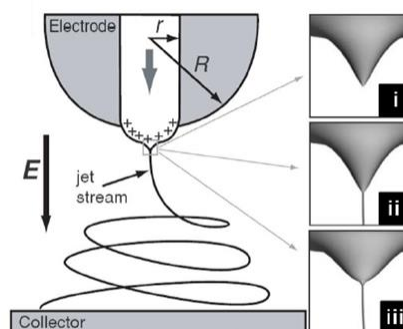


Gambar 2.1. Sketsa alat elektrospinning (Widodo, 2017)

Pada Gambar 2.1. dapat dilihat bahwa alat elektrospinning mempunyai 3 komponen utama yaitu *syringe* yang didalamnya terdapat larutan polimer dengan jarum berdiameter kecil, sumber listrik yang bertegangan tinggi (*high voltage source*), dan papan kolektor (*collector plate*). Elektrospinning secara umum mempunyai 3 tahapan yang disebut jet modeling (Sosiati dkk, 2014) berikut tahapannya :

a. Tahap Inisiasi

Tahap inisiasi adalah tahapan pertama yaitu proses terbentuknya tetesan larutan polimer diujung jarum sampai larutan mulai tertarik menuju plat kolektor (lihat pada Gambar 2.2).



Gambar 2.2. Tahap Inisiasi ; (i) pembentukan *taylor cone*, (ii) proses pelepasan larutan, (iii) larutan mulai tertarik secara kontinu akibat adanya tegangan permukaan (Deniz, 2011).

b. Tahap Penipisan Serat (*Thinning Fiber*)

Tahap penipisan serat adalah tahapan kedua yaitu proses penipisan diameter serat yang disebabkan oleh jarak yang jauh antara ujung jarum dengan plat kolektor.

c. Tahap Penguapan Pelarut dan Pembekuan fiber (*jet solidification*)

Tahap ini adalah tahap terakhir elektrospinning, dimana pelarut mengalami penguapan dan fiber mengalami pembekuan.

2.2.1.1. Parameter Elektrospinning

Dalam metode elektrospinning untuk menentukan bagus tidaknya susunan fiber yang dihasilkan dan keseragaman nanofiber harus mempertimbangan parameter elektrospinning. Adapun parameter elektrospinning yang digunakan sebagai berikut :

1. Properti larutan

a. Konsentrasi

Konsentrasi larutan polimer sangat penting dalam proses pembentukan serat pada elektrospinning.

1. Apabila konsentrasi larutan rendah, maka akan terbentuk susunan serat yang tidak bagus.
2. Apabila konsentrasi sesuai, maka akan terbentuk susunan serat yang lurus dan halus.
3. Apabila konsentrasi tinggi, maka akan terbentuk serat dengan diameter yang besar sehingga mengakibatkan serat yang dihasilkan tidak baik.

b. Berat molekul

Berat molekul mempengaruhi proses terbentuknya serat. Apabila suatu polimer memiliki berat molekul rendah mengakibatkan terbentuknya tetesan pada serat dan pada polimer yang memiliki berat molekul tinggi akan menghasilkan serat yang halus (Krisnandika, 2017).

c. Viskositas

Viskositas yang sangat tinggi akan menghasilkan serat berdiameter besar dan dapat menyebabkan jarum tersumbat. Viskositas yang rendah akan menghasilkan serat yang tidak baik.

d. Konduktivitas

Konduktivitas larutan umumnya dipengaruhi oleh polimer, pelarut, dan garam. Ketika konduktivitas larutan rendah, maka larutan polimer akan sulit tertarik dan perlu tegangan yang besar untuk mengatasinya.

e. Tegangan permukaan

Tegangan permukaan sangat berpengaruh terhadap susunan serat yang dihasilkan oleh proses elektrospinning. Penurunan tegangan permukaan dapat menghasilkan serat yang halus. Tegangan permukaan dapat dirubah dengan cara mengubah rasio dari campuran pelarut (Krisnandika, 2017).

2. Parameter proses

a. Tegangan

Tegangan mempengaruhi diameter serat, namun tegangan yang dipakai tergantung pada konsentrasi larutan dan jarak jarum ke kolektor. Semakin konsentrasi larutan tinggi, maka tegangan yang digunakan besar.

b. Laju alir

Laju alir yang rendah dapat memberikan waktu yang lebih lama pada larutan polimer untuk mencapai kolektor, jika laju alir besar dapat menghasilkan tetesan dan serat dengan diameter besar.

c. Kolektor

Kolektor merupakan tempat untuk mengumpulkan serat dari hasil elektrospinning yang telah dilapisi oleh aluminium foil.

d. TCD (*Tip to Collector Distance*)

TCD (*Tip to Collector Distance*) merupakan jarak ujung jarum ke kolektor. Jika jarak terlalu dekat akan menghasilkan serat yang

basah karena tidak cukup waktu serat untuk memadatkan sebelum mengenai kolektor. Pada jarak TCD yang terlalu jauh akan menghasilkan tetesan sehingga fiber yang dihasilkan tidak baik, maka untuk menghasilkan serat yang baik dibutuhkan jarak TCD yang optimal.

3. Kondisi ambient

Temperatur dan kelembaban dapat mempengaruhi morfologi dan diameter serat yang dihasilkan, apabila temperatur tinggi akan menurunkan viskositas dari larutan sehingga mengurangi penguapan pelarut, sehingga menghasilkan serat yang lebih tipis. Peningkatan kelembaban dapat menghasilkan nanofiber dengan ukuran diameter lebih kecil. Pada kelembaban yang lebih rendah akan mengakibatkan laju penguapan pelarut meningkat sehingga terbentuk pori-pori (Krisnandika, 2017).

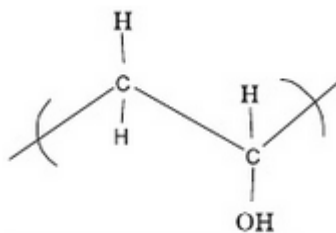
2.2.2. Polivinil Alkohol (PVA)

Poli vinil alkohol (PVA) merupakan polimer yang memiliki karakter yang banyak diinginkan terutama dibidang farmasi dan biomedis. PVA mempunyai struktur kimia yang sederhana dan tidak beracun. Kualitas PVA yang baik secara umum ditentukan oleh nilai derajat hidrolisis yang tinggi. Tinggi rendahnya derajat hidrolisis mempengaruhi sifat kelarutan PVA dalam air, karena semakin tinggi nilai derajat hidrolisis maka kelarutannya semakin rendah (Hassan dan Peppas, 2000). Berikut bentuk dari PVA yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3. Polivinil Alkohol (PVA)

PVA merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak ada rasa, dapat terurai oleh alam (*biodegradable*), dan menyatu dengan kulit (*biocompatible*). PVA juga larut dalam air dan larut juga dalam etanol, tetapi PVA tidak dapat larut dalam pelarut organik. Dengan karakter PVA diatas banyak dimanfaatkan oleh peneliti dan sudah diaplikasikan di bidang kesehatan. Purnawati dkk, melaporkan bahwa PVA dapat menghasilkan membran nanofiber untuk di aplikasikan sebagai masker debu vulkanik. Abdullah dkk, (2014) dan Sosiati dkk, (2017) melaporkan bahwa dengan menggabungkan PVA dan *Aloe Vera* (AV) dapat menghasilkan membran nanofiber yang bisa diaplikasikan sebagai pembalut luka (*Wound Dressing*). Berikut struktur kimia Polivinil alkohol (PVA) dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Struktur kimia Polivinil alkohol (PVA)

2.2.3. Lidah Buaya (*Aloe Vera*)

Aloe Vera (AV) merupakan tanaman yang sudah digunakan berabad-abad untuk sifat kuratif dan terepeutik, hidup di daerah beriklim tropis. AV dapat meningkatkan jaringan penyimpanan air di daun untuk mempertahankan hidup di daerah yang panas, curah hujan kecil, dan iklim tidak menentu (Hamman, 2008). AV di negara-negara maju seperti Amerika, Australia, dan negara Eropa dikembangkan sebagai bahan industri farmasi dan pangan (Wardhanu, 2009). Di bidang industri farmasi AV biasanya digunakan untuk pembuatan salep, kapsul atau tablet untuk penyembuhan luka (Hamman, 2008). Pengaplikasian AV sudah banyak di bidang industri dikarenakan bagian-bagian yang dimiliki sangat lengkap dan memiliki banyak manfaat.

Pengembangan AV di Indonesia banyak dikembangkan di Pontianak. Tanaman AV di Pontianak merupakan jenis AV terunggul sampai diakui kelebihanannya di dunia.



Gambar 2.5. Gel lidah buaya (*Aloe gel*)

Komponen AV terdiri dari gel dan lendir, dengan kandungan air sebesar 99,5% dan 0,5 zat padat dari berbagai senyawa seperti mineral, fenolik, asam, enzim, dan vitamin yang dapat larut dalam air maupun larut dalam lemak (Hamman, 2008). AV salah satu tanaman herbal yang memiliki banyak potensi salah satunya dapat menyembuhkan luka dan sudah banyak digunakan dalam penyembuhan luka bakar (Sirima dkk, 2017). Di bidang industri farmasi AV biasanya digunakan untuk pembuatan salep, kapsul atau tablet untuk penyembuhan luka (Hamman, 2008).

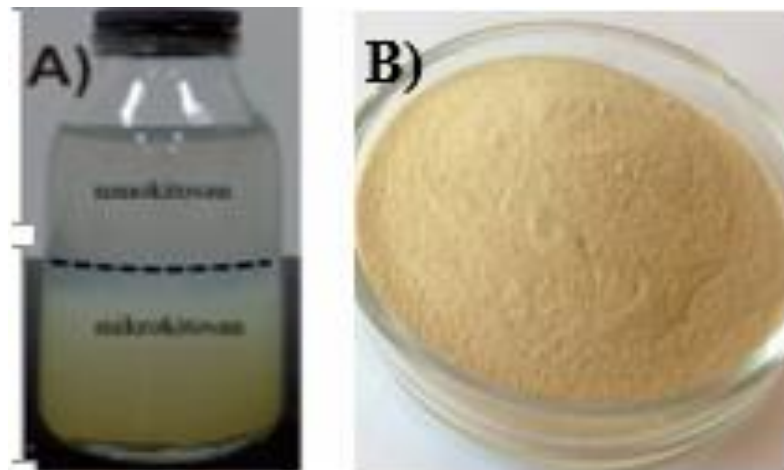
Tabel 2.1. Zat-zat kandungan gel lidah buaya

No.	Komponen kimia	Kegunaan
1.	Lignin	<ul style="list-style-type: none"> - Mempunyai kemampuan penyerapan yang tinggi ke dalam kulit sehingga memudahkan peresapan gel ke kulit untuk menjaga kelembaban. - Membawa kandungan bermanfaat ke dalam kulit.
2.	Saponin	<ul style="list-style-type: none"> - Mempunyai kemampuan membersihkan dan bersifat antiseptik. - Bahan pencuci yang sangat baik.
3.	Antrakuinon : Aloin, barbaloin, iso-barbaloin, anthranol, aloe emodin, anthracene, aloetic acid, ester asam sinamat, asam krisophanat, eteral oil, resistanol.	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan laksatif - Penghilang rasa sakit, megurangi racun - Senyawa antibakteri - Mempunyai kandungan antibiotik.
4.	Vitamin B1, B2, B6, choline, asam folat	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan penting untuk menjalankan fungsi tubuh secara normal dan sehat.
5.	Mono dan polisakarida seperti selulosa, glukosa, mannose, aldopentosa, dan rhamnosa	<ul style="list-style-type: none"> - Memenuhi kebutuhan metabolisme tubuh - Berfungsi untuk memproduksi mukopolisakarida
6.	Mineral : Ca, P, Fe, Mg, Mn, K, Na, Cu	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi ketahanan terhadap penyakit, menjaga kesehatan, dan memberikan vitalitas. - Berinteraksi dengan vitamin untuk mendukung fungsi-fungsi tubuh.
7.	Enzim oksidase, amylase, katalase, lipase, dan protease	<ul style="list-style-type: none"> - Mengatur proses-proses kimia di dalam tubuh. - Menyembuhkan luka dalam dan luar
8.	Asam amino : Asam aspartate, asam glutamate, alanine, isoleusin, fenilalanin, Theronin, Prolin, Valin, Leusin, Histidin, Serin, Glisin, Methionin, Lysin, Arginin, Tyrosin, Tryptophan	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan untuk penumbuhan dan perbaikan - Untuk sintesa bahan lain - Sumber energi
9.	Gibberelin	<ul style="list-style-type: none"> - Mencegah radang, penyembuhan luka
10.	Lectin (protein)	<ul style="list-style-type: none"> - Mencegah radang (<i>anti inflammatory</i>)
11.	Asam salisilat	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan efek analgesik

(Furnawanthi, 2002)

2.2.4. Kitosan

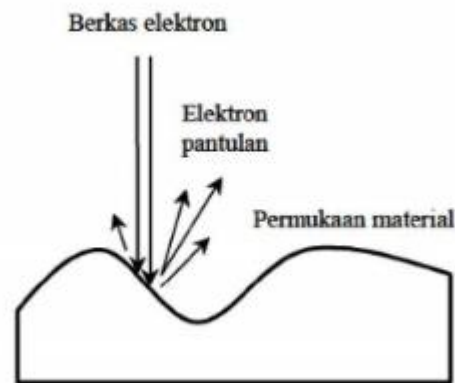
Kitosan merupakan polimer alam yang berasal dari kitin. Kitin adalah bagian dari D-glukosamin yang didapat dari ekstraksi kulit udang, cangkang kepiting dan kulit lobster. Kitosan dapat dilarutkan diberbagai macam asam seperti : asam asetat, asam format, tetapi tidak larut dalam air dan alkohol (Paipitak, 2010). Kitosan mempunyai sifat biologi yaitu menyatu dengan kulit (*biocompatible*), mudah terurai oleh alam (*biodegradable*), tidak berbau dan tidak beracun. (Ramadhan dkk, 2010). Aplikasi kitosan didunia kesehatan dapat dimanfaatkan sebagai obat dan pembalut luka (Chellamani dkk, 2012).



Gambar 2.6. Kitosan: A) Kitosan nano-emulsi, B) Kitosan serbuk

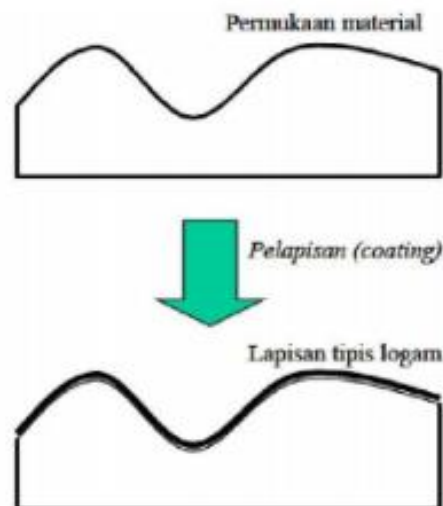
2.2.5. SEM (*Scanning Elektron Microscope*)

SEM adalah salah satu jenis mikroskop yang menggunakan berkas elektron sebagai media pengamatan profil permukaan benda. Prinsip kerja SEM adalah berkas elektron berenergi tinggi ditembakkan menuju permukaan benda (sampel) seperti pada Gambar 2.7. Berkas elektron yang mengenai permukaan benda (sampel) akan dipantulkan kembali atau menghasilkan elektron sekunder ke semua arah. Namun,ada satu arah akan mendapatkan pantulan elektron dengan insensitas tertinggi. Arah inilah yang akan memberikan informasi tentang profil permukaan benda (Abdullah dan Khairurrijal, 2018).



Gambar 2.7. Berkas elektron mengenai permukaan benda (sampel)
(Abdullah dan Khairurrijal, 2009)

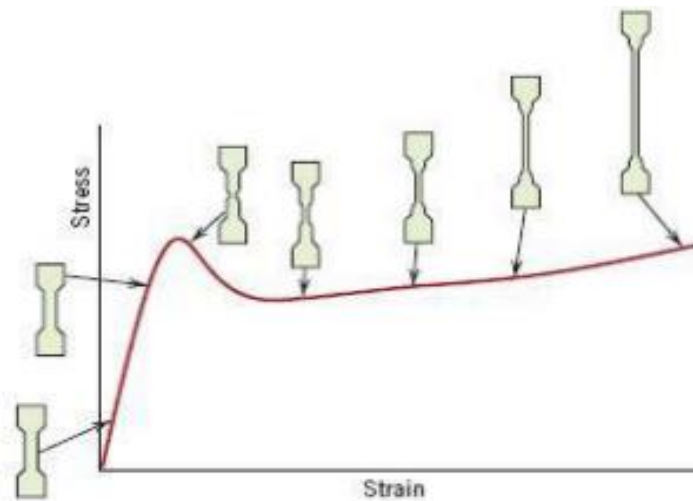
Syarat agar SEM mendapatkan hasil yang bagus adalah permukaan benda (sampel) harus bisa memantulkan elektron atau bisa melepaskan elektron sekunder saat ditembak dengan berkas elektron. Logam merupakan material yang memiliki sifat tersebut. Material lain yang bukan berbahan logam harus mendapatkan perlakuan khusus (diberi lapisan logam) agar dapat diamati dengan jelas, seperti pada Gambar 2.8. Lapisan tipis logam dibuat pada permukaan benda (sampel) Agar dapat memantulkan berkas elektron.



Gambar 2.8. Pelapisan (*coating*) pada bahan (sampel) Agar mendapatkan hasil yang jelas pada bahan non logam (Abdullah dan Khairurrijal, 2009).

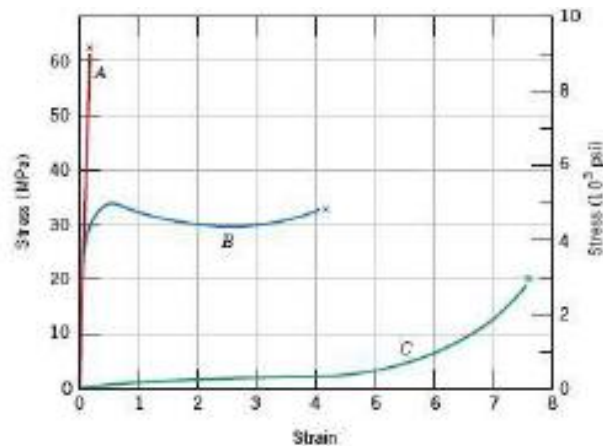
2.2.6. Deformasi

Deformasi merupakan suatu proses perubahan bentuk suatu material akibat beban yang diberikan. Deformasi sendiri dapat dibedakan menjadi dua yaitu : deformasi plastis dan deformasi elastis. Deformasi plastis proses perubahan bentuk suatu material tetapi tidak dapat kembali ke bentuk sebelumnya, sedangkan deformasi elastis merupakan kebalikan dari deformasi plastis yaitu proses perubahan bentuk suatu material tetapi dapat kembali ke bentuk sebelumnya. Grafik deformasi tegangan regangan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.8. Grafik deformasi tegangan regangan (Sumaryono, 2012)

Gambar 2.7. memperlihatkan bahwa apabila suatu material diberi suatu tegangan dalam bentuk tarik, maka material akan mengalami perpanjangan, dan apabila material mengalami penekanan, maka material tersebut akan menjadi lebih pendek, sehingga bila pembebanan dihilangkan maka material tersebut akan kembali ke bentuk semula. Pada penggunaan suatu material, kita selalu menghindari deformasi plastis sehingga untuk menghindari hal tersebut desain perhitungan yang berlandaskan pada tegangan-regangan di daerah elastis.



Gambar 2.9. Kurva tegangan-regangan suatu polimer A) getas, B) plastis, C) elastis (Sumaryono, 2012)

Kekuatan tarik adalah kemampuan suatu material untuk menahan tegangan maksimum sebelum material tersebut mengalami perubahan penampang. Maka kekuatan tarik, dapat dirumuskan dengan tegangan maksimum dibagi dengan luas penampang awal sebelum material tersebut mengalami perubahan.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan : σ = Kekuatan tarik (MPa)
 F = Gaya maksimum (N)
 A = Luas Penampang (mm²)

Namun pada pengamatan sifat mekanis tidak hanya pada kekuatan tarik saja, melainkan ada juga pada sifat regangan suatu material. Adapun rumus dalam menentukan nilai regangan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \Delta L/L \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan : ε = Regangan
 ΔL = Selisih panjang (mm)
 L = Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas adalah suatu ketahanan suatu material untuk menahan terjadinya deformasi elastis ketika beban diterapkan pada material tersebut. Nilai modulus elastisitas dapat dirumuskan dengan membandingkan antara tegangan dan regangan, adapun persamaannya dapat dilihat dibawah ini.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan : E = modulus elastisitas (MPa)
 σ = Tegangan (MPa)
 ε = Regangan