

1443/2021

# Bunga Rampe Book pa1 Chapter

Program Studi Farmasi



Volume 2, No. 1 (Januari 2022)

“Menggali Kandidat Bahan Alam sebagai Obat Modern Asli Indonesia dan Metode Potensial dalam Pengembangan Sediaan Farmasi”

Sivitas Akademika Program Studi Farmasi



**Bunga Rampai (Book Chapter) Program Studi Farmasi  
Fakultas MIPA - Universitas Islam Bandung  
"Menggali Kandidat Bahan Alam sebagai Obat Modern Asli Indonesia dan  
Metode Potensial dalam Pengembangan Sediaan Farmasi"**

@ TIM DOSEN FARMASI UNISBA

Cetakan Pertama, Juni 2021

Hak Cipta pada:

**Penulis**

Diterbitkan oleh:

**CV. Sadari**

Anggota IKAPI JABAR No. 340/JBA/2019

Jl. Cikutra No. 276 D, Bandung

Telp. (022) 7206964, Fax (022) 7208592

Email: *sadaripress@gmail.com*

Berkerjasama dengan Program Studi Farmasi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Bandung  
2022

*Copyright © 2022 CV. Sadari*

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk  
apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

*All right reserved*

**Editor**

Tim Bunga Rampai Prodi Farmasi FMIPA Unisba

**Gedung FMIPA Universitas Islam Bandung**

Jl. Rangka Gading No.8, Taman Sari, Badung Wetan, Bandung 40116

**Sampul Buku dan Tata Letak**

Gita Cahya Eka Darma

**ISSN 2809-9567 (media cetak)**

Mulai edisi Volume 2 Nomor 1, Januari 2022



## **BUNGA RAMPAI (BOOK CHAPTER) PROGRAM STUDI FARMASI**

### **PENGARAH**

*Dekan Fakultas MIPA Universitas Islam Bandung*

### **PENANGGUNG JAWAB**

*(Ketua Program Studi Farmasi)*

apt. Sani Ega Priani, M.Si.

### **KETUA REDAKSI**

*(Dosen Program Studi Farmasi)*

apt. Gita Cahya Eka Darma, S.Farm., M.Si.

### **ANGGOTA REDAKSI**

*(Dosen Program Studi Farmasi)*

apt. Vinda Maharani Patricia, M.Si.

apt. Hanifa Rahma, M.Si.

apt. Farendina Suarantika, M.S.Farm.

---

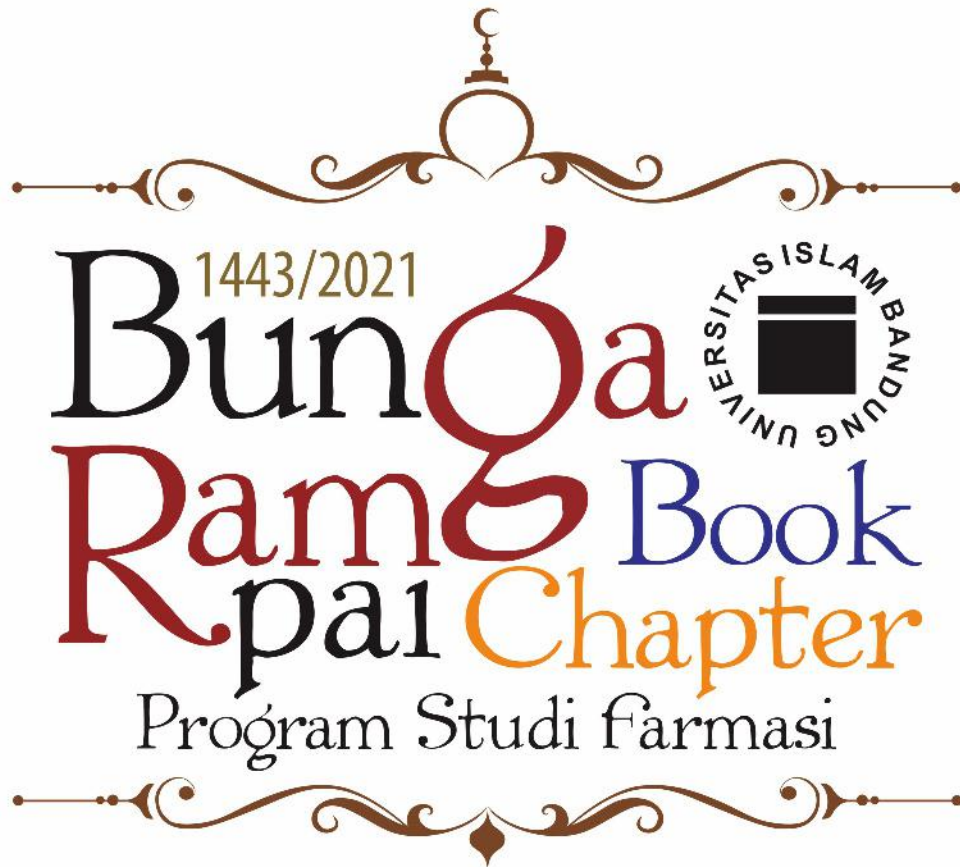
### **Alamat Redaksi**

#### **Tim Bunga Rampai (Book Chapter) Program Studi Farmasi**

Gedung Fakultas MIPA - Universitas Islam Bandung

Jalan Rangka Gading No. 8, Taman Sari, Bandung Wetan, Bandung - Jawa Barat (40116)

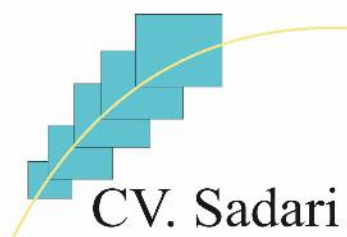
Surel: [bungarampai.farmasi.unisba@gmail.com](mailto:bungarampai.farmasi.unisba@gmail.com) Website: <https://farmasi.unisba.ac.id/>



Volume 2, No. 1 (Januari 2022)

“Menggali Kandidat Bahan Alam sebagai Obat Modern Asli Indonesia dan Metode Potensial dalam Pengembangan Sediaan Farmasi”

Sivitas Akademika Program Studi Farmasi



Jumadil Akhir 1443H / Januari 2022

## KATA PENGANTAR

**Bismillahirrahmannirrahim**

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

*Alhamdulillah rabbil 'alamin*, segala puja puji adalah Hak Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan Rahmat, Hidayah dan Bimbingan-Nya sehingga ikhtiar penyusunan buku **Bunga Rampai (Book Chapter) Program Studi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Islam Bandung** ini dapat berjalan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Baginda Rasulullah, **Muhammad Shollahu'alaihi wa Salam**, keluarga, sahabat dan segenap umat yang dicintai beliau hingga akhirul zaman. *Insyaa Allah* kita termasuk dalam barisan Baginda saat *Yumul Hisab* kelak. *Aamiin aamiin yaa mujibas saailiin*

**Bunga Rampai** bertemakan “**MENGGALI KANDIDAT BAHAN ALAM SEBAGAI OBAT MODERN ASLI INDONESIA DAN METODE POTENSIAL DALAM PENGEMBANGAN SEDIAAN FARMASI**” ini merupakan langkah konkret kami berperan aktif dalam mencerdaskan kehidupan bangsa. Buku ini disampaikan dalam bentuk karya ilmiah berbasis pada bidang farmasi yang terdiri dari 4 (empat) kelompok bidang keilmuan, yaitu: (1) Farmakologi Toksikologi; (2) Farmasetika (Teknologi Farmasi); (3) Farmakokimia; dan (4) Farmasi Bahan Alam.

Buku ini bertujuan memberikan informasi dan pemahaman edukatif kepada Ummat baik khalayak maupun rekan-rekan tenaga kesehatan, tentang kandidat bahan alam dan metode potensial dalam pengembangan sediaan farmasi. *Insyaa Allah* kami juga mencoba untuk menyajikan perspektif Islami berlandaskan pada kaedah Islam yang berorientasi pada pemanfaatan bahan alam sebagai pengejawantahan salah satu visi misi Program Studi Farmasi FMIPA Universitas Islam Bandung.

*Akhirul kalam*, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berperan dalam terbitnya buku ini. Juga kami mohon dibukakan pintu maaf yang sebesar-besarnya, sebab pasti ada salah atau khilaf yang murni itu datangnya dari kami. Sedang yang Baik dan Benar itu mutlak milik **Sang Maha Guru Allah subhanhu wa ta'ala**, sehingga kritik dan saran sangat kami harapkan untuk meningkatkan kualitas penulisan di masa mendatang. *Jazakumullahu khoir*, “Semoga kebaikan dari **Allah subhanhu wa ta'ala** senantiasa tercurah untuk kita semuanya”.

**Billahi fii sabililhaq, Wassalamu'alaikum warahamtullahi wabarakatuh**

**Bandung,** 18 Jumadil Akhir 1443H  
21 Januari 2022M

Ketua Redaksi  
Bunga Rampai (Book Chapter) Program Studi Farmasi,

**apt. Gita Cahya Eka Darma, S.Farm., M.Si.**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
<b>1</b> <b>Review: Potensi Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) dalam Pengobatan Sindrom Metabolik</b> Dr. apt. Umi Yuniarni, M.Si.	1
<b>2</b> <b>Nanofiber dalam Sistem Penghantaran Obat: Sebuah Selayang Pandang</b> Aulia Fikri Hidayat, M.Si.	7
<b>3</b> <b>Potensi Daun Jambu Air (<i>Eugenia aqueum</i> (Burm. F) Alston) dalam Bidang Kesehatan yang Luput dari Perhatian Masyarakat</b> Dr. apt. Suwendar, M.Si.	17
<b>4</b> <b>Potensi Limbah Pertanian Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif Antivirus</b> apt. Kiki Mulkiya, M.Si.	23
<b>5</b> <b>Menggali Khasiat Farmakologi Tumbuhan Langka Kupa (<i>Syzigium polychepalum</i> (Miq.) Merr. &amp; L.M.Perry)</b> Siti Hazar, M.Si.; apt. Ratih Aryani, M.Farm.; apt. Yani Lukmayani, M.Si.	30
<b>6</b> <b>Potensi Tanaman Tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) Sebagai Salah Satu Diversifikasi Produk di Bidang Farmasi</b> apt. Vinda Maharani Patricia, M.Si.	36
<b>7</b> <b>Fitokimia dan Efek Farmakologi dari Tanaman Mimba (<i>Azadirachta indica</i> Juss.)</b> apt. Farendina Suarantika, M.S.Farm.	46
<b>8</b> <b>Potensi Minyak Nyamplung (<i>Calophyllum inophyllum</i> L.) Sebagai Antijerawat</b> apt. Hanifa Rahma, M.Si.	55
<b>9</b> <b>Farmasi Plasma sebagai Teknologi Pengobatan Tanpa Obat</b> apt. Gita Cahya Eka Darma, S.Farm., M.Si.	62
<b>PENUTUP</b>	72

# Nanofiber dalam Sistem Penghantaran Obat: Sebuah Selayang Pandang

**Aulia Fikri Hidayat**

Program Studi Farmasi, FMIPA, Universitas Islam Bandung, Bandung, Jawa Barat, Indonesia  
*aulia.fikri.h@gmail.com*

## **Abstrak**

Rekayasa material berskala nano yang masih terus berkembang hingga saat ini memungkinkan munculnya modifikasi dan manipulasi struktur serta potensi kebermanfaatan baru pada material tersebut. Nanofiber merupakan salah satu struktur nanomaterial yang menarik untuk dikaji diantaranya karena fleksibilitas jenis bahan yang dapat digunakan, kesederhanaan dalam proses pembuatan, serta karakteristik materialnya yang unggul. Metode paling umum dalam pembuatan nanofiber yaitu *electrospinning*, yang memanfaatkan listrik bertegangan tinggi untuk memunculkan medan elektrostatis sehingga larutan (atau lelehan) polimer dapat diubah menjadi serat padat. Berbagai jenis polimer, baik polimer alami maupun sintesis, dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar serat. Pemilihan polimer yang tepat menjadi salah satu kunci terbentuknya nanofiber dengan karakteristik yang diharapkan. Dalam sistem penghantaran obat, polimer dengan biokompatibilitas, biodegradabilitas, serta sifat hidrofilitas-hidrofobitas yang tepat akan menentukan kemampuan, efektivitas, serta efisiensi nanofiber dalam pemuatan obat. Nanofiber berisi obat tertentu dapat meningkatkan performa obat melalui beberapa mekanisme yang berbeda. Sehingga nanofiber berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pembawa obat dalam beberapa jenis terapi.

**Kata kunci:** Nanofiber, nanoteknologi, *electrospinning*, sistem penghantaran obat

## **Abstract**

The engineering of nanoscale materials, which is still developing today, allows the emergence of modifications and manipulations of the structure as well as the potential for new uses for these materials. Nanofiber is one of the interesting nanomaterial structures to study due to the flexibility of the types of materials that can be used, simplicity in the manufacturing process, and superior material characteristics. The most common method to manufacture nanofibers is electrospinning, which uses high-voltage electricity to create an electrostatic field so that a polymer solution (or melt) can be converted into solid fibers. Various types of polymers, both natural and synthetic, can be used as fiber base materials. The selection of the right polymer is one of the keys to the formation of nanofibers with the expected characteristics. In drug delivery systems, polymers with appropriate biocompatibility, biodegradability, and hydrophilicity-hydrophobicity properties will determine the ability, effectiveness, and efficiency of nanofibers in drug loading. Drug-loaded nanofibers are able to enhance the drug performance through several mechanisms. Thus, nanofiber has the potential to be used as a drug carrier in various therapies.

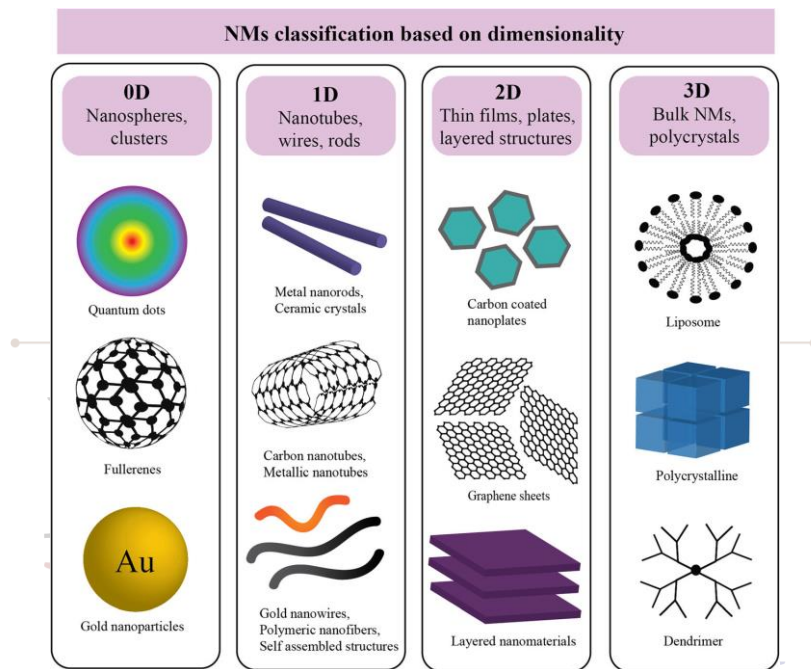
**Keywords:** Nanofiber, nanotechnology, *electrospinning*, drug delivery system

## **Pendahuluan**

Pada saat memberikan kuliahnya di *California Institute of Technology* pada 29 Desember 1959, fisikawan Richard Feynman mungkin belum menyadari seberapa besar pengaruh kuliah tersebut pada perkembangan teknologi rekayasa material dewasa ini. Kuliah bertajuk "*There's Plenty of Room at the Bottom*" –Masih Banyak Ruang di Bawah Sana– mengajukan

argumentasi mengenai kemungkinan untuk memanipulasi dan mengontrol material pada skala atom [1]. Kuliah ini kemudian menjadi salah satu ide konseptual dalam perkembangan teknologi nano—rekayasa material berskala nanometer—selama lebih dari enam dekade berikutnya.

Material berskala nano memiliki kekhasan dalam aspek geometri, sifat fisika, serta sifat kimianya. Manipulasi dimensi material juga menjadi salah satu fitur yang menjadi poin penting dalam rekayasa nanomaterial, menghasilkan klasifikasi nanomaterial berdimensi-3 (nanokristal, liposom, dendrimer), berdimensi-2 (grafena, nanosheet), berdimensi-1 (nanotube, nanowire, nanofiber), hingga berdimensi-0 (quantum dot, nanopartikel logam) [2].



**Gambar 1.** Ilustrasi skematik nanomaterial berdasarkan dimensinya [2].

Nanofiber merupakan salah satu struktur yang paling menarik perhatian karena fleksibilitas jenis bahan yang dapat digunakan, kesederhanaan dalam proses pembuatan, serta karakteristik materialnya yang unggul. Secara umum pembentukan nanofiber memerlukan keberadaan polimer sebagai bahan dasar seratnya. Dalam pemanfaatannya sebagai penghantar obat, pemilihan polimer yang digunakan, baik polimer alami maupun sintesis, menjadi salah satu hal yang esensial, karena menentukan kemampuan serta efisiensi nanofiber dalam pemuatan obat. Pembuatan nanofiber dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, yang paling umum adalah *electrospinning*. Penggunaan listrik bertegangan tinggi pada metode ini memungkinkan munculnya gaya dan medan elektrostatis, yang pada prosesnya akan mengubah larutan polimer (berserta campurannya jika ada) menjadi padatan serat [3].

Tulisan ini bersifat sebagai sebuah ikhtisar—selayang pandang (*overview*), dimana konteks pembahasan nanofiber disaripatkan secara umum. Hal tersebut berawal dari tujuan penulis untuk memberikan paparan awal mengenai nanofiber sebagai salah satu jenis struktur nanomaterial, serta potensi pemanfaatannya secara khusus sebagai penghantar obat. Berangkat dari tujuan tersebut, diharapkan penelitian-penelitian yang lebih mendalam mengenai nanofiber—atau nanomaterial secara umum—dapat dilakukan, sebagai ikhtiar eksplorasi alternatif sistem penghantaran obat baru.



## Hasil dan Pembahasan Nanofiber

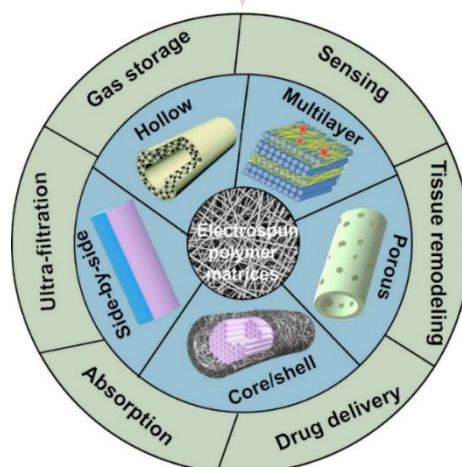
Nanofiber, atau serat nano, merupakan salah satu struktur dengan sejarah perkembangan konseptual yang panjang, beriringan dengan sejarah metode *electrospinning* – sebagai metode pembuatan nanofiber. Eksperimen William Gilbert (1600) yang mengonfirmasi keberadaan gaya atraktif elektrostatis pada zat cair menjadi tonggak awal perkembangan ini. Pada 1914 John Zeleny menerbitkan makalahnya mengenai perilaku tetesan fluida pada ujung pipa kapiler logam [4]. Hasil kajian eksperimen tersebut kemudian diformalisasikan ke dalam model matematis pada makalah yang ditulis oleh Sir Geoffrey Ingram Taylor pada 1969, mendeskripsikan sebuah fenomena yang nantinya disebut sebagai kerucut Taylor (*Taylor cone*) [5]. Kombinasi studi eksperimen dan teoretis mengenai *electrospinning* serta serat yang dihasilkan melalui metode tersebut terus mengalami perkembangan. Hingga pada awal tahun 1990an, istilah *electrospinning* mulai populer, dan sejak tahun 1995 penelitian mengenai nanofiber meningkat pesat [4].

Berdasarkan terminologi, nanofiber dideskripsikan sebagai serat berbahan dasar polimer yang memiliki diameter kurang dari 100 nm. Namun demikian, konvensi umum menyepakati bahwa struktur serat berdiameter sub-mikron (kurang dari 1 mikrometer) yang dihasilkan melalui teknik pembuatan serat ultra-halus, seperti *electrospinning*, juga dapat dikategorikan sebagai nanofiber [6].

Penyusutan diameter serat polimer berimplikasi pada munculnya beberapa sifat yang khas, misalnya peningkatan luas permukaan efektif, fleksibilitas pada fungsionalitas permukaan, serta karakteristik mekanis yang unggul pada struktur serat tersebut [7]. Beberapa sifat tersebut menjadi fitur penting kebermanfaatan serat polimer dalam berbagai ranah aplikatif.

Berbagai jenis metode dapat digunakan dalam pembuatan nanofiber, diantaranya *self-assembly* [8], pencetakan tiga dimensi [9], serta *electrospinning* [10,11]. Metode *electrospinning* merupakan teknik yang paling umum digunakan karena kapabilitasnya dalam menghasilkan nanofiber dengan karakteristik unggul. Pada metode tersebut, nanofiber dapat dihasilkan ketika larutan (atau lelehan) polimer dikenai paparan listrik bertegangan tinggi [12].

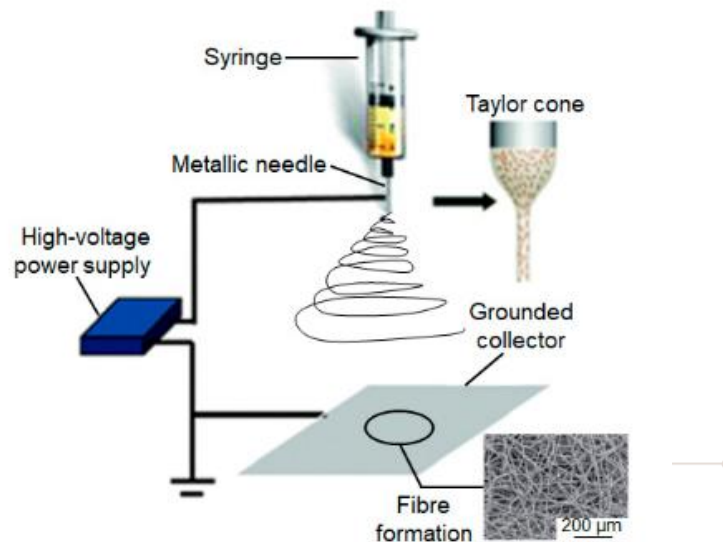
Variasi teknik pembuatan serta tipe polimer yang digunakan memungkinkan adanya keragaman pada morfologi nanofiber yang terbentuk. Klasifikasi morfologi nanofiber secara umum diantaranya yaitu struktur inti-kulit (*core-shell*), struktur berongga (*hollow*), struktur berpori (*porous*), struktur multi-lapisan (*multilayer*), serta struktur berdampingan (*side-by-side*) [13].



**Gambar 2.** Variasi struktur dan potensi aplikasi nanofiber [13]

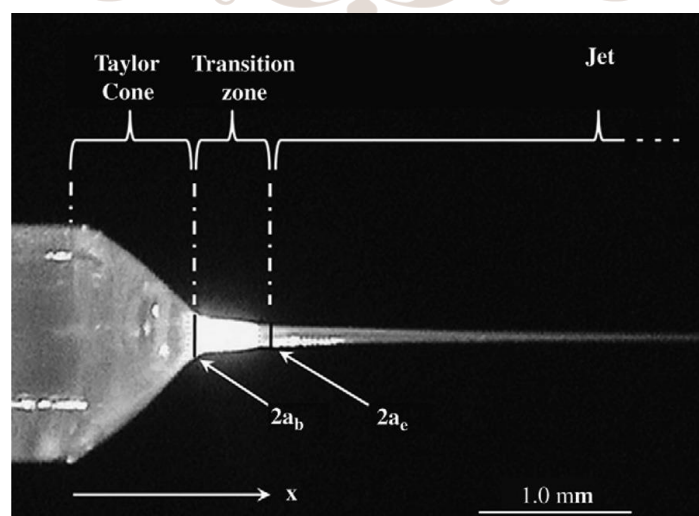
### Electrospinning

*Electrospinning* (pemintalan elektrik) merupakan teknik pemintalan yang memanfaatkan gaya elektrostatis untuk mengubah struktur polimer dari bentuk larutan menjadi bentuk padatan serat-serat berukuran kecil. Gambar 3 mengilustrasikan konfigurasi umum instrumen *electrospinning*. Tiga komponen utama dalam instrumen *electrospinning* yaitu sumber daya listrik bertegangan tinggi, *syringe* (alat suntik), serta kolektor berbahan logam [14].



Gambar 3. Diagram umum instrumen *electrospinning* [7].

Dalam skema proses *electrospinning*, penggunaan *syringe* merupakan hal yang esensial. Larutan polimer sebagai bahan dasar nanofiber dimasukkan ke dalam *syringe*, kemudian dialiri listrik bertegangan tinggi (5 - 50 kV). Adanya tegangan tinggi membuat tetesan larutan polimer di ujung jarum *syringe* memiliki muatan terinduksi yang terdistribusi secara merata pada seluruh permukaannya. Tetesan tersebut akan berdeformasi, dari bentuk bulat menjadi bentuk mirip kerucut, yang biasa disebut dengan kerucut Taylor (*Taylor cone*) [15]. Ketika tegangan yang diberikan melebihi nilai ambang tertentu, gaya elektrostatis akan "mengalahkan" tegangan permukaan tetesan, sehingga zat cair di ujung tetesan terlepas dan memancar menuju kolektor. Pada kondisi tersebut, pelarut akan menguap, menyisakan serat-serat yang terkumpulkan pada permukaan kolektor [16,17].



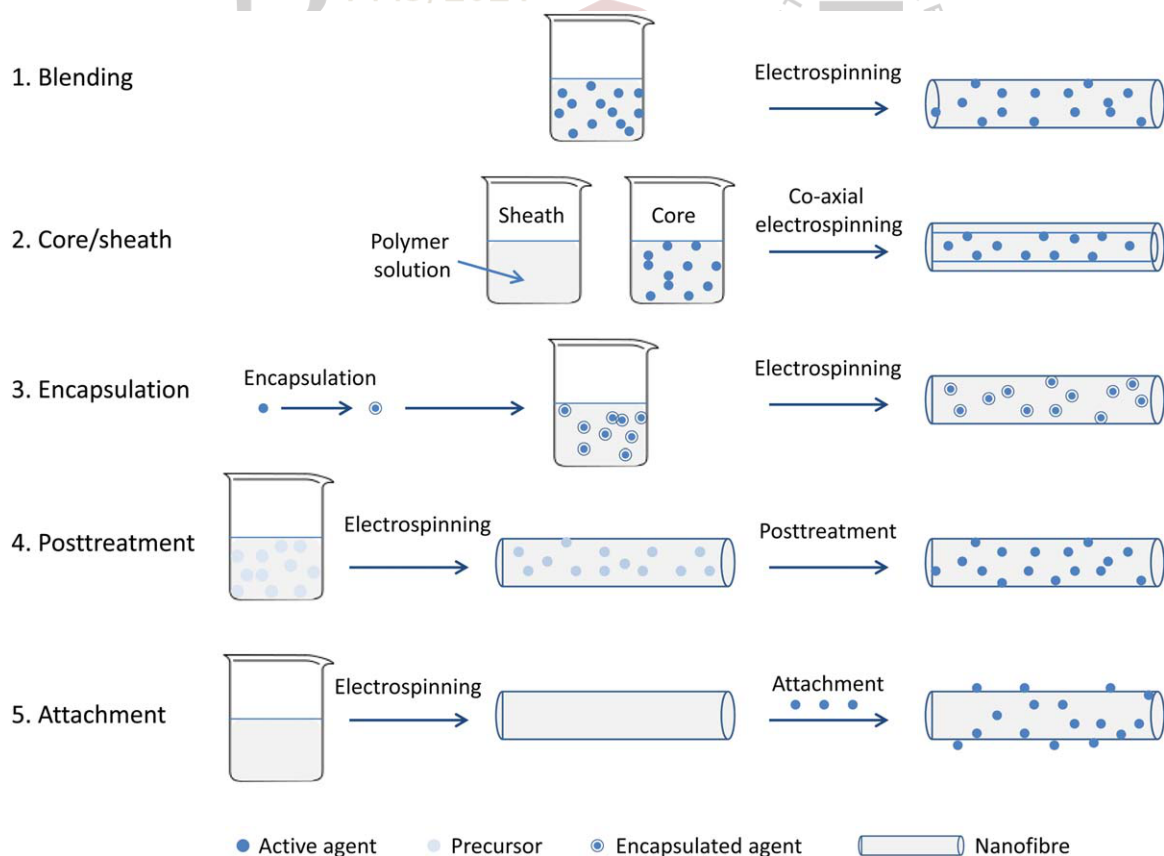
Gambar 4. Skematik pembentukan kerucut Taylor (*Taylor cone*) [17].

Parameter-parameter seperti besar tegangan dan medan listrik [18], laju alir [19], karakteristik larutan polimer (konsentrasi, viskositas, konduktivitas, tegangan permukaan, homogenitas) [20], jarak antara *syringe* dengan kolektor, serta keadaan ruangan tempat produksi (suhu, kelembaban, aliran udara) [21] diketahui memberikan pengaruh pada karakteristik nanofiber yang terbentuk.

### Pemuatan Obat dalam Nanofiber

Dalam pemanfaatannya sebagai penghantar obat, mekanisme pemuatan obat dalam nanofiber merupakan hal yang penting untuk dikaji. Metode pemuatan obat (*drug loading*) ke dalam nanofiber secara umum diawali dengan preparasi larutan polimer (polimer + pelarut). Kemudian bahan obat dengan proporsi yang tepat dicampurkan ke dalam larutan tersebut sehingga diperoleh larutan homogen atau suspensi. Campuran tersebut kemudian dipintal secara elektrik dan menghasilkan kompleks padatan polimer-obat. Pelarut yang digunakan dalam larutan polimer akan menguap selama proses berlangsung.

Beberapa variasi metode pemuatan bahan obat dalam nanofiber ditunjukkan oleh gambar 3: 1. Pencampuran/dispersi bahan obat ke dalam larutan polimer sebelum *electrospinning*, 2. Penjerapan bahan obat dalam bagian inti nanofiber dengan *electrospinning* koaksial, 3. Enkapsulasi bahan obat dalam struktur nano (nanoemulsi atau yang lainnya) sebelum dicampurkan ke dalam larutan polimer, 4. Konversi prekursor menjadi bahan obat setelah *electrospinning*, 5. Penempelan bahan obat ke dalam nanofiber setelah *electrospinning* [22].



**Gambar 5.** Beberapa metode preparasi nanofiber mengandung obat [22].

### **Bahan Polimer dalam Nanofiber**

Strategi pemilihan bahan polimer yang akurat juga menjadi salah satu faktor yang menentukan efektivitas dan efisiensi nanofiber sebagai penghantar obat. Sebagai bahan dasar nanofiber, penggunaan beragam tipe polimer, baik polimer alami, sintetis, maupun kombinasi keduanya telah banyak diinvestigasi. Polimer alami memiliki biokompatibilitas yang baik, imunogenisitas yang rendah, dan beberapa polimer jenis ini secara intrinsik memiliki potensi sebagai antibakteri. Polimer berbasis polisakarida (selulosa, kitin, kitosan), protein (kolagen, gelatin), DNA, serta turunan biopolimer merupakan beberapa polimer alami yang telah banyak digunakan dan dapat menjadi kandidat bahan dasar nanofiber [23–25].

Dibandingkan dengan polimer alami, pemilihan polimer sintetis dalam pembuatan nanofiber sebagai penghantar obat memerlukan persyaratan yang lebih ketat. Biokompatibilitas dan biodegradabilitas yang baik, degradasi yang cepat, serta sifat hidrofilitas menjadi beberapa aspek yang mendasar dalam pemilihan polimer sintetis. Beberapa jenis polimer sintetis yang telah diketahui dapat digunakan dalam pembuatan nanofiber, baik dalam bidang rekayasa jaringan maupun dalam sistem penghantaran obat diantaranya yaitu poli(asam laktat) (PLA), poli( $\epsilon$ -kaprolakton) (PCL), poli(etilena oksida), poli (etilena glikol) (PEG), polivinil alkohol (PVA), serta polivinil pirolidon (PVP) [26].

Pengombinasian beberapa polimer sebagai matriks nanofiber juga dapat dilakukan, untuk mengeliminasi kekurangan serta untuk meningkatkan performa polimer yang akan dipintal. Sebagai contoh, Kim et al. memodifikasi laju degradasi dan meningkatkan sifat hidrofilitas nanofiber berpolimer poli(D,L-laktida) dengan menambahkan kopolimer poli(asam laktat-koglikolat) (PLGA), kopolimer PLA-b-PEG-b-PLA, dan laktida. Nanofiber yang dihasilkan dari kombinasi keempat komponen tersebut memiliki kekuatan mekanik yang tinggi (karena adanya PLA), laju degradasi yang lebih terkontrol (karena adanya PLGA), dan sifat hidrofilitas yang lebih baik (karena adanya PLA-b-PEG-b-PLA) [27].

### **Sistem Penghantaran Obat Berbasis Nanofiber**

#### ***Antiinflamasi***

Obat antiinflamasi bekerja dengan mekanisme utama mengurangi inflamasi (peradangan), dengan disertai efek analgesik dan antipiretik. Ibuprofen merupakan salah satu obat yang umum digunakan mengatasi inflamasi, disamping fungsi lain untuk meredakan nyeri, dan mengatasi demam. Meskipun memiliki bioavailabilitas yang tinggi, ibuprofen cenderung sukar larut dalam air. Potrč et al. (2016) memodifikasi sistem pembawa ibuprofen, dengan memasukkannya ke dalam nanofiber berpolimer PCL [28]. Pemuatan ibuprofen ke dalam nanofiber PCL ini berhasil meningkatkan laju disolusinya secara signifikan.

Pada penelitian lain, Wu et al. (2014) memasukkan naproksen (naproxen) ke dalam nanofiber koaksial berpolimer PVP dengan pelarut etanol, dengan diameter struktur yang dihasilkan sebesar 270 nm. Naproksen yang terdistribusi secara homogen dalam polimer nanofiber menghasilkan pelepasan obat yang lebih cepat dibandingkan tablet naproksen yang beredar di pasaran [29].

#### ***Antioksidan***

Pengaruh penggunaan nanofiber sebagai pembawa senyawa antioksidan salah satunya dikaji oleh Sriyanti et al. (2018). Penelitian tersebut memfokuskan pembuatan nanofiber-ekstrak kulit buah manggis, serta meninjau sifat fisika kimia dan mekanisme pelepasan dari senyawa  $\alpha$ -mangostin sebagai senyawa khas kulit buah manggis.  $\alpha$ -mangostin diketahui memiliki potensi antioksidan yang mumpuni, namun memiliki kelarutan dalam air yang rendah sehingga memberikan batasan terhadap kinerjanya. Modifikasi sistem pembawa ekstrak kulit buah manggis dilakukan dengan memasukkannya ke dalam nanofiber dengan polimer PVP.

Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan, yang ditunjukkan dengan penurunan nilai  $IC_{50}$  pada sistem nanofiber-ekstrak dibandingkan ekstrak murni. Selain itu, sistem nanofiber-ekstrak juga menunjukkan laju pelepasan  $\alpha$ -mangostin yang lebih baik, meningkat dari 35% hingga lebih dari 90% dalam 60 menit [30].

### **Antimikroba**

Performa nanofiber berisi siprofloksasin (ciprofloxacin) sebagai antibiotik dikaji secara mendetail oleh Modgill et al. (2016). Penelitian tersebut berfokus pada permeabilitas struktur nanofiber-siprofloksasin melalui beberapa membran biologis yang berbeda. Hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa dengan nanofiber sebagai sistem pembawa, siprofloksasin menunjukkan permeabilitas yang lebih tinggi dibandingkan siprofloksasin murni. Selain itu, ditunjukkan pula pelepasan obat yang lebih stabil pada sistem nanofiber-siprofloksasin [31].

### **Antikanker**

Doksorubisin (doxorubicin) merupakan salah satu obat yang umum digunakan dalam terapi beberapa jenis kanker, melalui injeksi intravena. Beberapa penelitian mengenai modifikasi sistem pembawa doksorubisin telah banyak dilakukan. Xu et al. (2005) mengembangkan nanofiber menggunakan emulsi air-dalam-minyak dengan kombinasi polimer PEG dan poli(L-asam laktat) (PLLA). Kombinasi polimer tersebut dilarutkan dalam kloroform (sebagai fase minyak), sedangkan doksorubisin masuk ke fase air. Langkah tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengenkapsulasi doksorubisin ketika dibawa oleh nanofiber. Aktivitas antitumor sistem nanofiber-doksorubisin terhadap sel glioma kemudian diinvestigasi. Hasilnya doksorubisin yang terenkapsulasi pada nanofiber menunjukkan profil pelepasan terkontrol, tanpa kehilangan sitotoksitasnya [32].

### **Vasodilator**

Berbagai jenis penyakit kardiovaskular seperti penyakit jantung koroner, penyakit serebrovaskular, penyakit emboli paru, serta aterosklerosis secara umum berkaitan dengan penyempitan pembuluh darah. Dengan kata lain, pembuluh darah kurang optimal dalam melakukan fungsi kerjanya. Untuk mengatasi berbagai gangguan yang berhubungan dengan hal tersebut, diperlukan obat dengan mekanisme kerja memperlebar pembuluh darah—vasodilator. Bioavailabilitas yang tinggi, serta pelepasan yang cepat merupakan hal yang esensial dalam kinerja vasodilator.

Nicorandil merupakan salah satu vasodilator yang digunakan dalam penanganan angina pectoris—nyeri dada akibat penyakit jantung koroner. Singh et al. (2016) memodifikasi sistem pembawa nicorandil, dengan memasukkannya ke dalam nanofiber dengan komposisi vitamin B12 serta campuran asam hialuronat dan PVA. Nanofiber yang dihasilkan memiliki diameter 200-450 nm, dan sistem nanofiber-nicorandil menunjukkan bioavailabilitas yang meningkat dibandingkan nicorandil murni [33].

## **Kesimpulan dan Saran**

Nanofiber merupakan salah satu struktur berskala nano dengan potensi farmasetis yang beragam. Pembuatan nanofiber paling umum yaitu dengan metode *electrospinning* yang memanfaatkan listrik bertegangan tinggi untuk membangkitkan gaya elektrostatis sehingga dapat mengubah struktur polimer dari bentuk larutan menjadi bentuk serat padat berukuran nanometer. Pemilihan polimer, baik alami maupun sintesis, sebagai bahan dasar serat merupakan hal yang esensial untuk mengakomodasi kemampuan pemuatan obat dalam nanofiber. Potensi nanofiber sebagai penghantar obat yang masih dikaji hingga kini menunjukkan bahwa, seperti kata Feynman, masih banyak ruang—untuk dieksplorasi—di kedalaman sana.

## Referensi

1. Feynman RP. There's Plenty of Room at the Bottom 1960.
2. Poh TY, Ali NATBM, Mac Aogáin M, Kathawala MH, Setyawati MI, Ng KW, et al. Inhaled nanomaterials and the respiratory microbiome: Clinical, immunological and toxicological perspectives. Part Fibre Toxicol 2018;15:1-17. <https://doi.org/10.1186/s12989-018-0282-0>.
3. Stojanov S, Berlec A. Electrospun Nanofibers as Carriers of Microorganisms, Stem Cells, Proteins, and Nucleic Acids in Therapeutic and Other Applications. Front Bioeng Biotechnol 2020;8:1-16. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00130>.
4. Tucker N, Hofman K, Stanger J, Staiger M, Hamid NA, Torres PL. The history of the science and technology of electrospinning from 1600 to 1995. Int Symp New Front Fiber Mater Sci Conf Proc 2011.
5. Taylor G, A PRSL. Disintegration of water drops in an electric field. Proc R Soc London Ser A Math Phys Sci 1964;280:383-97. <https://doi.org/10.1098/rspa.1964.0151>.
6. Kamble P, Sadarani B, Majumdar A, Bhullar S. Nanofiber based drug delivery systems for skin: A promising therapeutic approach. J Drug Deliv Sci Technol 2017;41:124-33. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2017.07.003>.
7. Huang ZM, Zhang YZ, Kotaki M, Ramakrishna S. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites. Compos Sci Technol 2003;63:2223-53. [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(03\)00178-7](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(03)00178-7).
8. Park JH, Kim BS, Yoo YC, Khil MS, Kim HY. Enhanced mechanical properties of multilayer nano-coated electrospun nylon 6 fibers via a layer-by-layer self-assembly. J Appl Polym Sci 2008;107:2211-6. <https://doi.org/10.1002/APP.27322>.
9. Song JH, Kim YT, Cho S, Song WJ, Moon S, Park CG, et al. Surface-Embedded Stretchable Electrodes by Direct Printing and their Uses to Fabricate Ultrathin Vibration Sensors and Circuits for 3D Structures. Adv Mater 2017;29:1702625. <https://doi.org/10.1002/ADMA.201702625>.
10. Taepaiboon P, Rungsardthong U, Supaphol P. Vitamin-loaded electrospun cellulose acetate nanofiber mats as transdermal and dermal therapeutic agents of vitamin A acid and vitamin E. Eur J Pharm Biopharm 2007;67:387-97. <https://doi.org/10.1016/J.EJPB.2007.03.018>.
11. Lee JH, Shin DW, Nam KB, Gim YH, Ko HS, Seo DK, et al. Continuous bundles of aligned electrospun PAN nano-fiber using electrostatic spiral collector and converging coil. Polymer (Guildf) 2016;84:52-8. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMER.2015.11.046>.
12. Villarreal-Gómez LJ, Cornejo-Bravo JM, Vera-Graziano R, Grande D. Electrospinning as a powerful technique for biomedical applications: A critically selected survey. J Biomater Sci Polym Ed 2016;27:157-76. <https://doi.org/10.1080/09205063.2015.1116885>.
13. Wang C, Wang J, Zeng L, Qiao Z, Liu X, Liu H, et al. Fabrication of electrospun polymer nanofibers with diverse morphologies. Molecules 2019;24. <https://doi.org/10.3390/molecules24050834>.
14. Pires LR. Electrospun fibers for drug and molecular delivery. Electrofluidodynamic Technol Biomater Med Devices Princ Adv 2018:157-77. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101745-6.00009-8>.
15. Fernández de la Mora J. The fluid dynamics of Taylor Cones. Annu Rev Fluid Mech 2007;39:217-43. <https://doi.org/10.1146/annurev.fluid.39.050905.110159>.
16. Velasco Barraza RD, Álvarez Suarez AS, Villarreal Gómez LJ, Paz González JA, Iglesias AL, Vera Graziano R, et al. Designing a Low Cost Electrospinning Device for Practical Learning in a Bioengineering Biomaterials Course. Rev Mex Ing Biomédica 2016;37:7-16. <https://doi.org/10.17488/RMIB.37.1.1>.

17. Khalil A, Singh Lalia B, Hashaikheh R, Khraisheh M. Electrospun metallic nanowires: Synthesis, characterization, and applications. *J Appl Phys* 2013;114. <https://doi.org/10.1063/1.4822482>.
18. Deitzel JM, Kleinmeyer J, Harris D, Beck Tan NC. The effect of processing variables on the morphology of electrospun nanofibers and textiles. *Polymer (Guildf)* 2001;42:261-72. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(00\)00250-0](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(00)00250-0).
19. Zong X, Kim K, Fang D, Ran S, Hsiao BS, Chu B. Structure and process relationship of electrospun bioabsorbable nanofiber membranes. *Polymer (Guildf)* 2002;43:4403-12. [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(02\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(02)00275-6).
20. Megelski S, Stephens JS, Bruce Chase D, Rabolt JF. Micro- and Nanostructured Surface Morphology on Electrospun Polymer Fibers. *Macromolecules* 2002;35:8456-66. <https://doi.org/10.1021/MA020444A>.
21. Pillay V, Dott C, Choonara YE, Tyagi C, Tomar L, Kumar P, et al. A review of the effect of processing variables on the fabrication of electrospun nanofibers for drug delivery applications. *J Nanomater* 2013;2013. <https://doi.org/10.1155/2013/789289>.
22. Gao Y, Truong YB, Zhu Y, Louis Kyratzis I. Electrospun antibacterial nanofibers: Production, activity, and in vivo applications. *J Appl Polym Sci* 2014;131:9041-53. <https://doi.org/10.1002/app.40797>.
23. Bhardwaj N, Kundu SC. Electrospinning: a fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnol Adv* 2010;28:325-47. <https://doi.org/10.1016/J.BIOTECHADV.2010.01.004>.
24. Schiffman JD, Schauer CL. A Review: Electrospinning of Biopolymer Nanofibers and their Applications. <https://doi.org/10.1080/15583720802022182> 2008;48:317-52. <https://doi.org/10.1080/15583720802022182>.
25. Wu Y, Mackay JA, Mcdaniel JR, Chilkoti A, Clark RL. Fabrication of elastin-like polypeptide nanoparticles for drug delivery by electrospraying. *Biomacromolecules* 2009;10:19-24. <https://doi.org/10.1021/BM801033F>.
26. Hu X, Liu S, Zhou G, Huang Y, Xie Z, Jing X. Electrospinning of polymeric nanofibers for drug delivery applications. *J Control Release* 2014;185:12-21. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2014.04.018>.
27. Kim K, Yu M, Zong X, Chiu J, Fang D, Seo YS, et al. Control of degradation rate and hydrophilicity in electrospun non-woven poly(D,L-lactide) nanofiber scaffolds for biomedical applications. *Biomaterials* 2003;24:4977-85. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(03\)00407-1](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(03)00407-1).
28. Potrč T, Baumgartner S, Roškar R, Planinšek O, Lavrič Z, Kristl J, et al. Electrospun polycaprolactone nanofibers as a potential oromucosal delivery system for poorly water-soluble drugs. *Eur J Pharm Sci* 2015;75:101-13. <https://doi.org/10.1016/J.EJPS.2015.04.004>.
29. Wu YH, Yu DG, Li HC, Feng DN. Electrospun Nanofibers for Fast Dissolution of Naproxen Prepared Using a Coaxial Process with Ethanol as a Shell Fluid. *Appl Mech Mater* 2014;662:29-32. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.662.29>.
30. Sriyanti I, Edikresnha D, Rahma A, Munir MM, Rachmawati H, Khairurrijal K. Mangosteen pericarp extract embedded in electrospun PVP nanofiber mats: Physicochemical properties and release mechanism of  $\alpha$ -mangostin. *Int J Nanomedicine* 2018;13:4927-41. <https://doi.org/10.2147/IJN.S167670>.
31. Modgill V, Garg T, Goyal AK, Rath G. Permeability study of ciprofloxacin from ultra-thin nanofibrous film through various mucosal membranes. *Artif Cells, Nanomedicine, Biotechnol* 2016;44:122-7. <https://doi.org/10.3109/21691401.2014.924007>.
32. Xu X, Yang L, Xu X, Wang X, Chen X, Liang Q, et al. Ultrafine medicated fibers

- electrospun from W/O emulsions. *J Control Release* 2005;108:33–42. <https://doi.org/10.1016/J.JCONREL.2005.07.021>.
33. Singh B, Garg T, Goyal AK, Rath G. Development, optimization, and characterization of polymeric electrospun nanofiber: a new attempt in sublingual delivery of nicorandil for the management of angina pectoris. *Artif Cells, Nanomedicine, Biotechnol* 2016;44:1498–507. <https://doi.org/10.3109/21691401.2015.1052472>.







## Program Studi Farmasi

Fakultas MIPA - Universitas Islam Bandung

Gedung Fakultas MIPA - Universitas Islam Bandung

Jalan Ranga Gading No. 8, Taman Sari, Bandung Wetan, Bandung (40116), Jawa Barat

Telp. (+6222) 4203368 (Ext. 408) | Surel: [bungarampai.farmasi.unisba@gmail.com](mailto:bungarampai.farmasi.unisba@gmail.com)

Website: <https://farmasi.unisba.ac.id/>

# Bunga Rampai Book Chapter

Volume 2, No. 1 (Januari 2022)

Menggali Kandidat Bahan Alam sebagai Obat Modern Asli Indonesia dan Metode Potensial dalam Pengembangan Sediaan Farmasi

ISSN 2809-9567



9 772809 956000

Copyright © 2022 CV. Sadari

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

All right reserved