

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Temulawak

2.1.1. Klasifikasi

Curcuma xanthorrhiza Roxb. merupakan tanaman asli Indonesia yang termasuk dalam famili Zingiberaceae dan banyak ditemukan di daerah tropis. Selain dikenal sebagai temulawak atau kunyit Jawa, *Curcuma xanthorrhiza* memiliki beberapa nama daerah seperti koneng gede (Sunda), temu labak (Madura), tommo (Bali), tommon (Sulawesi Selatan), dan karbanga (Ternate) (Rahmat *et al.*, 2021).



Gambar 2. 1 Temulawak

Klasifikasi tanaman temulawak (Subagja, 2014):

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Zingiberales

Famili : Zingiberaceae

Genus : *Curcuma*

Spesies : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.

2.1.2. Morfologi

Temulawak adalah tanaman tahunan yang tumbuh dalam rumpun dan memiliki batang semu (tinggi 2-2,5 m). Setiap koloni terdiri dari beberapa tanaman (anakan sebanyak 3 sampai 9 tanaman), dan setiap tanaman memiliki 2-9 daun. Daun temulawak panjang dan cukup lebar

(panjang daun 50–55 cm dengan lebar sekitar 18 cm). Temulawak berbunga terus menerus sepanjang tahun secara bergantian keluar dari rimpang. Panjang tangkai bunga sekitar 3 cm, dan rangkaian bunga (inflorescentia) mencapai 1,5 cm. Tangkai bunga ramping dan berbulu dengan panjang 4–37 cm. Bunga temulawak memiliki banyak daun pelindung yang panjangnya melebihi atau terkadang sebanding dengan panjang mahkota bunga. Bunga mekar di pagi hari dan layu di sore hari. Bentuk rimpang induk temulawak berbentuk bulat lonjong seperti telur, sedangkan bentuk rimpang cabang yang terdapat pada bagian samping memanjang. Setiap tanaman memiliki sekitar 3–4 rimpang cabang (Rahmat *et al.*, 2021).

2.1.3. Fitokimia

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) adalah rimpang asli Indonesia yang memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik. Temulawak mengandung senyawa xanthorrhizol, kurkuminoid, dan non-kurkuminoid (ar-turmeron, α -turmeron, kurkumen, bisakuron, kurkumin, lakton-germakron, dan germakron). Senyawa-senyawa ini berkontribusi pada sifat antioksidan (Zubaidah *et al.*, 2022). Kurkuminoid adalah senyawa polifenol alami dengan struktur diarylheptanoid linier. Kurkuminoid *C. xanthorrhiza* sebagian besar terdiri dari turunan dicinnamoylmethane. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa *C. xanthorrhiza* mengandung berbagai macam terpenoid, terutama seskuiterpenoid bisabolane. Sebelumnya, setidaknya 50 seskuiterpen bisabolan telah ditemukan dari genus *Curcuma*, terutama rimpangnya.

2.1.4. Aktivitas Farmakologi

Berbagai aktivitas biologis telah dilaporkan untuk temulawak, seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba (Lew *et al.*, 2015), antileukimia, antijamur, antiplatelet, antikanker, antikandidal, antimetastatik, dan aktivitas estrogenik (Rafi *et al.*, 2015). Temulawak dapat digunakan sebagai hepatoproteksi, antidiabetes, antihiperlipidemia, anti kolera, dan anti bakteri (Paramita *et al.*, 2019).

2.1.5. Taksonomi

Curcuma xanthorrhiza Roxb. adalah tanaman asli Indonesia yang termasuk dalam keluarga Zingiberaceae dan banyak ditemukan di daerah tropis. Selain dikenal sebagai temulawak atau kunyit Jawa, *Curcuma xanthorrhiza* memiliki beberapa nama daerah seperti koneng gede (Sunda), temu labak (Madura), tommo (Bali), tommo (Sulawesi Selatan), dan karbanga (Ternate). Tanaman ini dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 2.500 m dpl. Di Indonesia, tanaman ini tersebar luas dan dibudidayakan hampir di seluruh pulau besar seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Maluku. Selain itu, *Curcuma xanthorrhiza* juga telah dibudidayakan di beberapa negara Asia Tenggara seperti Malaysia, Thailand, Filipina, dan Vietnam. Selain itu, kultivar dapat juga dapat ditemukan di Cina, India, Jepang, dan Korea (Rahmat *et al.*, 2021).

2.1.6. Khasiat

Temulawak memiliki beberapa metabolit sekunder. Di antaranya dominasi kurkuminoid dan terpenoid yang memiliki sifat biologis penting. Selanjutnya, berdasarkan berbagai penelitian, dominasi dalam jumlah metabolit sekunder yang diperoleh dari minyak atsiri rimpang *C. xanthorrhiza* adalah xanthorrhizol (Rahmat *et al.*, 2021).

Penggunaan tradisional temulawak antara lain untuk mengatasi kurang nafsu makan, sembelit, wasir, jerawat, diare, dan obat kejang, untuk menghancurkan batu empedu, untuk mengobati penyakit ginjal dan hati, nyeri rematik, rematik, dan radang sendi, dan untuk mengobati sariawan dan keputihan (Rahmat *et al.*, 2021).

2.2. Mengkudu

2.2.1. Klasifikasi



Gambar 2. 2 Mengkudu

Klasifikasi tanaman mengkudu (Sjabana & Bahalwan, 2002):

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Gentianales

Famili : Rubiaceae

Genus : *Morinda*

Spesies : *Morinda citrifolia* L.

2.2.2. Fitokimia

Morinda citrifolia L. umumnya dikenal sebagai mengkudu, termasuk dalam keluarga Rubiaceae, dan berasal dari daerah tropis. Beragam metabolit sekunder termasuk lebih dari 160 senyawa fitokimia mulai dari senyawa fenolik, asam organik, dan alkaloid. Antrakuinon khususnya damnacanthal, morindone, morindin, dan aucubin, asperuloside dan scopoletin telah diidentifikasi (Ruhomally *et al.*, 2016). Skrining fitokimia pada buah mengkudu dilaporkan adanya steroid, fenol, tanin, terpenoid, alkaloid, karbohidrat, flavonoid (de Almeida Lopes *et al.*, 2018).

2.2.3. Morfologi

Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) adalah tanaman tahunan dengan tinggi 3-10 meter. Batangnya adalah berkayu, bulat, bercabang, berdaun tunggal, dan ujung daunnya tajam. Selain itu, tanaman mengkudu juga berbuah sepanjang tahun, dimana ukuran dan bentuk buahnya bervariasi memiliki banyak biji, sekitar 300 biji dalam satu buah. Buah mengkudu merupakan buah majemuk, ketika masih muda buahnya berwarna hijau mengkilap dan berbintik-bintik, dan ketika sudah tua buahnya menjadi berwarna putih dengan bintik-bintik hitam (Heryanto *et al.*, 2023).

2.2.4. Aktivitas Farmakologi

Mengkudu mempunyai senyawa yang menunjukkan aktivitas imunomodulator atau mengandung zat yang dapat mendorong atau menghentikan respon imunologi tubuh, seperti produksi sitokin. Mengkudu menonjol pada tanaman karena aktivitas imunomodulatornya, yang terkait dengan respons seluler dan humerus. Pemberian mengkudu dan obat immunosupresan secara bersamaan menurunkan efek imunostimulator. Mengkudu seperti agen imunomodulasi yang dapat mengganggu respon imun dalam kondisi patologis yang berbeda. Dua jenis ekstrak seperti ekstrak air dan hidroalkohol buah *M. citrifolia* mendorong proliferasi splenosit in vitro dan mendorong aktivitas limfosit B dan T (Ali *et al.*, 2020). Beberapa penelitian telah melaporkan bagian tanaman (biji, buah, daun, dan kulit akar) yang digunakan sebagai antioksidan, analgesik, hipoglikemik, antiradang, dan anti-kanker (Heryanto *et al.*, 2023).

2.3. Daun Sirsak

2.3.1. Klasifikasi



Gambar 2. 3 Daun sirsak

Klasifikasi tanaman daun sirsak (Qomaliyah & Artikel, 2022):

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Magnoliales

Familia : Annonaceae

Genus : *Annona*

Spesies : *Annona muricata* L.

Annona muricata secara luas dikenal sebagai sirsak karena rasa asam dan manis dari buahnya. Buah ini juga dikenal sebagai apel puding berduri karena rasanya. Buah ini secara lokal disebut sebagai durian belanda. Di Indonesia, tanaman ini disebut sirsak atau nangka belanda, sementara di Portugis dikenal sebagai graviola dan di Amerika Latin dikenal sebagai guanabana (Moghadamtousi *et al.*, 2015).

2.3.2. Morfologi

Sirsak (*Annona muricata* L.) umumnya berupa pohon kecil setinggi 5–10 m dan diameter 15–83 cm; Ini memiliki cabang rendah tergantung pada berbagai faktor termasuk tanah, iklim, spesies, dan pengelolaan tanaman.

Batangnya berwarna karat (*ferruginous*), akar lateral tipis dan akar tunggang. Bunganya hermafrodit, soliter atau fasikula yang mengandung dua hingga empat bunga. Bunganya biasanya harum, dengan enam kelopak dan tiga sepal hijau, dalam susunan melingkar dua vertical (Al Kazman *et al.*, 2022).

2.3.3. Fitokimia

1) Asetogenin

Lebih dari 120 asetogenin telah diidentifikasi dalam ekstrak etanolik, metanolik atau ekstrak organik lain dari berbagai organ dan jaringan *Annona muricata* seperti daun, batang, kulit kayu, biji (Coria-Téllez *et al.*, 2018a).

2) Senyawa Fenolik

Tiga puluh tujuh senyawa fenolik telah dilaporkan terdapat dalam *Annona muricata*. Senyawa fenolik penting yang ditemukan pada daun sirsak diantaranya quercetin dan asam galat. Senyawa fenolik dianggap sebagai fitokimia utama yang bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan (Coria-Téllez *et al.*, 2018a).

3) Alkaloid

Alkaloid paling melimpah di daun sirsak adalah retikulin dan *coreximine*, dan daun mengandung konsentrasi alkaloid yang lebih tinggi, meskipun juga ditemukan di akar, batang, dan buah. Alkaloid yang dilaporkan dalam daun sirsak terutama dari jenis *isoquinoline*, *aporphine* dan *protoberberine* (Coria-Téllez *et al.*, 2018a).

2.3.4. Aktivitas Farmakologi

Annona muricata menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif, sebanding dengan antibiotik standar streptomisin (Coria-Téllez *et al.*, 2018b). Bioaktivitas antimikroba dari ekstrak sirsak disebabkan oleh flavonoid, steroid dan alkaloid yang terdapat dalam ekstrak tanaman. Mekanisme kerjanya mungkin disebabkan oleh sinergisme senyawa-senyawa ini. Telah dilaporkan bahwa beberapa alkaloid memiliki kemampuan untuk

berikatan dengan DNA mikroorganisme dan menghambat sintesis RNA, dan telah menunjukkan aktivitas antimikroba dengan penghambatan glikosidase (Coria-Téllez *et al.*, 2018b).

Ekstrak daun *A. muricata* menunjukkan aktivitas hipoglikemik pada model tikus. Dalam penelitian ini, efek ekstrak air dan metanol daun *A. muricata* dalam mengurangi konsentrasi glukosa darah pada tikus dengan diabetes yang diinduksi dengan streptozotocin (STZ) dievaluasi, dan histologi serta biokimia pankreas diamati. Sel β pankreas pada tikus yang diberi ekstrak *A. muricata* tidak menunjukkan perubahan yang biasanya ditemukan pada tikus diabetes. Peningkatan aktivitas enzimatik antioksidan dan kandungan insulin dalam serum pankreas dilaporkan. Kadar glukosa darah mendekati normal, berat badan, asupan makanan dan air, profil lipid dan pertahanan oksidatif dicapai setelah satu bulan pengobatan harian dengan ekstrak *A. muricata*, yang dapat mencegah efek merusak STZ oleh antioksidan dan efek perlindungan dari sel pancreas (Coria-Téllez *et al.*, 2018b).

2.3.5. Khasiat

Secara tradisional, tanaman ini telah digunakan untuk mengobati berbagai penyakit seperti diabetes dan malaria dan saat ini, banyak digunakan oleh orang yang didiagnosis menderita kanker. Selain itu, memiliki beberapa sifat farmakologis, termasuk vasodilator, antispasmodik, antimutagen, antikonvulsan, antivirus, antidiabetes dan efek antihipertensi (Al Kazman *et al.*, 2022).

2.4. Antioksidan

2.4.1. Definisi

Antioksidan adalah senyawa yang menghambat oksidasi. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga menyebabkan reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel organisme. Antioksidan, seperti tiol atau asam askorbat (vitamin C) mengakhiri reaksi berantai ini (Salehi *et al.*, 2018).

2.4.2. Sumber Antioksidan

Sumber antioksidan alami terutama berasal dari tanaman, yaitu sayuran, buah-buahan, dan rempah-rempah yang dapat dimakan, yang kaya akan vitamin, senyawa fenolik, karotenoid, dan unsur mikro. Namun, perlu ditekankan bahwa aktivitas antioksidan berbeda untuk varietas dan bagian morfologi sumber daya alam yang berbeda. Selain itu, aktivitas produk alami dipengaruhi oleh banyak faktor lain, seperti kondisi iklim dan tanah atau waktu panen. Hal-hal tersebut sangat menghambat standarisasi produk alami (Flieger *et al.*, 2021).

2.4.3. Kategori Antioksidan

Tabel 2. 1 Kategori antioksidan

Konsentrasi IC ₅₀ (µg/mL)	Kategori
<50	Sangat Kuat
50-100	Kuat
101-150	Sedang
151-200	Lemah

2.5. Mikroenkapsulasi

2.6.1. Definisi

Mikroenkapsulasi didefinisikan sebagai suatu proses dimana suatu substrat dienkapsulasi dalam lapisan film dari bahan polimer enkapsulasi untuk menghasilkan mikrokapsul. Mikrokapsul mengandung bahan yang dienkapsulasi dalam bentuk cair, padat, atau bahkan gas dan memiliki ukuran mulai dari 1-1000 µm (Ozkan *et al.*, 2019). Mikroenkapsulasi adalah proses dimana senyawa bioaktif alami dienkapsulasi untuk melindunginya dari degradasi selama berbagai kondisi pemrosesan dan penyimpanan. Dalam proses ini, partikel berukuran mikro ditutupi oleh bahan dinding/enkapsulan/bahan cangkang, yang melindungi dan mengisolasi partikel-partikel ini dari kondisi sekitar. Pemilihan media pelarut yang tepat bervariasi dengan kelarutan bahan inti dan enkapsulan.

Sifat-sifat pelapis atau matriks ini menentukan kinetika pelepasan bahan bioaktif atau fungsional dalam kondisi tertentu. Dengan kata sederhana, ini adalah proses di mana bahan aktif dikemas dalam bahan sekunder (dinding) (Mehta *et al.*, 2022). Ukuran mikrokapsul bervariasi dari 1-1000 μm tergantung pada teknik mikroenkapsulasi yang digunakan, serta bahan inti, bahan dinding, parameter pemrosesan, dll (Mehta *et al.*, 2022).

2.6.2. Kelebihan

Mikrokapsul memiliki sejumlah keunggulan dan alasan utama mikroenkapsulasi sebagai berikut (Gaonkar *et al.*, 2014):

1. Perlindungan bahan yang tidak stabil dan sensitif dari lingkungannya sebelum digunakan.
2. Kemampuan proses yang lebih baik (meningkatkan kelarutan, dispersibilitas, kemampuan mengalir)
3. Peningkatan masa pakai dengan mencegah reaksi degradatif (oksidasi, dehidrasi).
4. Pelepasan yang terkendali, berkelanjutan, atau berjangka waktu.
5. Penanganan bahan beracun yang aman dan nyaman.
6. Menyamarkan bau atau rasa.
7. Imobilisasi enzim dan mikroorganisme.
8. Pengiriman obat yang terkendali dan ditargetkan.
9. Menangani cairan sebagai padatan.

2.6.3. Bahan Inti

Bahan inti, yang didefinisikan sebagai bahan spesifik yang akan dilapisi, dapat berbentuk cair atau padat. Komposisi bahan inti dapat bervariasi karena inti cair dapat mencakup bahan yang terdispersi dan / atau terlarut. Inti padat dapat berupa campuran konstituen aktif, penstabil, pengencer, eksipien, dan penghambat atau akselerator laju pelepasan (Shishir *et al.*, 2018).

2.6.4. Bahan Penyalut

Dalam mikroenkapsulasi, zat yang dienkapsulasi disebut sebagai zat aktif, bahan enkapsulasi, atau inti, sedangkan polimer disebut dengan cangkang, dinding, matriks, atau pelapis. Cangkangnya biasanya tidak larut dan tidak reaktif dengan inti dan tergantung pada aplikasinya dapat terbuat dari gom, protein, lipid, dan polimer sintetik. Untuk memungkinkan enkapsulasi zat inti, matriks atau cangkang umumnya digunakan dalam bentuk cairan (larutan, suspensi, atau material cair) dan harus memiliki sifat pembentuk film dan penghalang yang sangat baik terhadap oksigen, air, tekanan, panas, dan/atau cahaya untuk melindungi bahan inti (Shishir *et al.*, 2018).

2.6.5. Ukuran Partikel Metode Mikroenkapsulasi

Tabel 2. 2 Kategori Ukuran Partikel Metode Mikroenkapsulasi

(Choudhury *et al.*, 2021)

Metode Mikroenkapsulasi	Ukuran Partikel (μm)
<i>Spray drying</i>	5-5000
Ekstruksi	250-2500
Koaservasi	2-1200
<i>Fluidized bed coating</i>	20-1500
<i>Rotating disk</i>	5-1500
<i>Solvent evaporation</i>	0.5-1000
<i>Sol-gel encapsulation</i>	2-20
<i>Layer-by-layer (LBL)</i>	0.02-20

2.6. Teknik Mikroenkapsulasi

Ada beberapa teknik yang digunakan untuk menghasilkan mikrokapsul, termasuk: (i) metode fisikokimia seperti koaservasi, metode emulsi, pengendapan menggunakan fluida superkritis, dan dispersi lelehan; (ii) metode fisika-mekanik seperti pengeringan semprot, koekstruksi, metode mikrofluidasi, pelapisan lapisan terfluidisasi, dan pelapisan dalam drag drum; dan (iii) metode kimiawi seperti metode polimerisasi dan metode pengikatan silang. Pemilihan teknik yang tepat untuk pembuatan mikrokapsul ditentukan oleh sifat-sifat zat aktif yang diinginkan, karakteristik bahan penyalut, serta tujuan produk akhirnya. Mikrokapsul dapat

digunakan dalam bentuk suspensi atau bubuk, dan juga dapat dilapisi untuk digunakan sebagai substrat dalam formulasi obat lainnya (Kłosowska *et al.*, 2023).

2.6.1. Metode Kimia

a. Koaservasi

Koaservasi adalah teknik sederhana yang melibatkan pembentukan lapisan homogen bahan dinding polimer di sekitar bahan inti. Hal ini dicapai dengan mengubah sifat fisikokimia bahan dinding dengan perubahan suhu, pH, atau kekuatan ionik. Di sini, material inti dan material dinding dicampur untuk membentuk larutan yang tidak dapat bercampur. Kemudian pemisahan fasa dilakukan dengan mengubah kekuatan ionik, pH, atau suhu untuk membentuk koaservat, yaitu tetesan cairan kecil, yang terdiri dari fase padat kaya polimer. Koaservat ini kemudian mengelilingi bahan inti, membentuk mikrokapsul (Choudhury *et al.*, 2021).

b. Kokristalisasi

Proses enkapsulasi kokristalisasi menggunakan sukrosa sebagai matriks untuk penggabungan bahan inti. Kokristalisasi sukrosa/bahan inti diinduksi dengan menambahkan bahan inti ke dalam sirup sukrosa jenuh (dipertahankan pada suhu tinggi untuk mencegah kristalisasi) di bawah agitasi mekanis yang kuat. Penambahan bahan inti memberikan nukleasi bagi campuran sukrosa/bahan inti untuk mengkristal. Panas yang cukup besar dilepaskan saat sirup mencapai suhu di mana transformasi dan kristalisasi dimulai. Sangat penting untuk mengontrol laju nukleasi dan kristalisasi dengan benar serta keseimbangan termal selama berbagai fase. Dengan proses ini, bahan inti dalam bentuk cair dapat diubah menjadi bentuk bubuk kering tanpa pengeringan tambahan (Mishra, 2015).

2.6.2. Metode Fisika

a. *Spray Drying*

Secara umum, proses transformasi suspensi (larutan, pasta, dispersi) menjadi bubuk partikulat kering dengan cara penyemprotan dan

pengeuapan disebut sebagai *spray drying* (Parameswaranpillai *et al.*, 2022). Pengeringan semprot adalah teknik di mana larutan umpan, yang merupakan campuran bahan inti dan bahan dinding dikabutkan dan dibentuk menjadi kabut di dalam ruang, di mana udara panas diterapkan untuk mengubah kabut menjadi bubuk. Bergantung pada berbagai faktor seperti karakteristik larutan umpan dan kondisi operasi, bubuk dengan ukuran partikel yang bervariasi dapat diproduksi. Dalam pengeringan semprot, bahan inti, yaitu bahan yang diinginkan terperangkap dalam bubuk kering. Beberapa keuntungan dari metode ini: dapat digunakan untuk berbagai agen enkapsulasi, ekonomis, fleksibel, dapat digunakan untuk berbagai jenis bahan dan dapat ditingkatkan dengan mudah. Banyak penelitian telah menunjukkan keberhasilan penerapan teknik ini dalam enkapsulasi (Choudhury *et al.*, 2021).

b. *Freeze Drying*

Freeze drying atau liofilisasi, adalah proses multi-tahap yang terdiri dari pembekuan, sublimasi (pengeringan primer), desorpsi (pengeringan sekunder) dan akhirnya tahap penyimpanan, menghasilkan bahan kering (Laokuldilok & Kanha, 2015). *Freeze drying* adalah teknik sederhana yang cocok untuk enkapsulasi aroma, esensi yang larut dalam air, obat-obatan, dan yang penting digunakan untuk dehidrasi hampir semua bahan yang sensitif terhadap panas (Mishra, 2015).

c. *Fluidized bed coating*

Fluidized Bed Coating adalah metode enkapsulasi di mana bahan pelapis disemprotkan ke bahan inti terfluidisasi. Di sini, bahan inti difluidisasi dengan aplikasi udara, di mana bahan pelapis disemprotkan. Metode *fluidized bed coating* yang berbeda adalah: (a) *top spray* (b) *bottom spray*, dan (c) *tangential spray*. Dalam metode enkapsulasi ini, efisiensi pelapisan bahan dinding tergantung pada berbagai parameter seperti laju umpan bahan dinding, tekanan atomisasi nosel, suhu udara masuk, dan kecepatan, dll (Choudhury *et al.*, 2021).

d. Liposom

Liposom adalah vesikel kecil yang umumnya terbuat dari fosfolipid dengan diameter berkisar antara 25 nm hingga 10 μm yang mampu menyerap bahan aktif hidrofobik dan hidrofilik. Liposom terdiri dari satu atau lebih lapisan lipid dan telah digunakan untuk vaksin, hormon, enzim, dan vitamin. Sifat-sifat seperti permeabilitas, stabilitas, aktivitas permukaan, dan afinitas dapat bervariasi melalui variasi ukuran dan komposisi lipid. Kapsul dapat berkisar dari 25 nm hingga beberapa diameter mikron, mudah dibuat, dan dapat disimpan dengan pengeringan beku. Liposom memberikan stabilitas pada bahan yang larut dalam air dalam aplikasi aktivitas air yang tinggi. Bilayer liposom langsung dipecah pada suhu transisi fosfolipid, biasanya sekitar 50°C (Mishra, 2015).

e. *Pan Coating*

Proses *pan coating*, banyak digunakan dalam industri farmasi, adalah salah satu prosedur industri tertua untuk membentuk partikel kecil yang dilapisi. Partikel-partikel dijatuhkan dalam panci sementara bahan pelapis diterapkan perlahan. Sehubungan dengan mikroenkapsulasi, partikel padat berukuran lebih besar dari 600 μm umumnya dianggap penting untuk pelapisan yang efektif. Dalam praktiknya, lapisan diterapkan sebagai larutan atau sebagai semprotan yang diatomisasi ke bahan inti padat yang diinginkan dalam panci pelapis. Biasanya, untuk menghilangkan pelarut pelapis, udara hangat dilewatkan di atas bahan yang dilapisi saat pelapis diterapkan dalam panci pelapis. Dalam beberapa kasus, penghilangan pelarut akhir dilakukan dalam oven pengering (Mishra, 2015).