



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Universitas Sebelas Maret

Available online at  
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id



*Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3 Juli 2013*

**PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI RIMPANG TEMULAWAK  
(*Curcuma xanthorizza* Roxb) PADA EDIBLE FILM TERHADAP KARAKTERISTIK  
ORGANOLEPTIK DAN ANTIMIKROBIA**

*THE EFFECT OF ADDITION ESSENTIAL OILS *Curcuma xanthorizza* Roxb  
ON THE EDIBLE FILM ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND ANTIMICROBIA*

Andik Setiawan<sup>\*)</sup>, Rohula Utami<sup>\*)</sup>, Kawiji<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> *Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*

Received 1 June 2013; Accepted 15 June 2013; Published Online 1 July 2013

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak atsiri temulawak (*Curcuma xanthorizza* Roxb) pada *edible film* terhadap daya hambat terhadap mikroba dan daya terima seseorang terhadap *edible film* ini. Analisis yang dilakukan meliputi uji aktivitas antioksidan minyak atsiri temulawak *Curcuma xanthorizza* Roxb, konsentrasi penghambatan minimum (MIC) dan uji organoleptik. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode two way ANOVA pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Hasil dari penelitian ini adalah minyak atsiri temulawak *Curcuma xanthorizza* Roxb mampu menghambat pertumbuhan aktivitas mikrobia dan dapat diterima oleh manusia. Konsentrasi penambahan minyak atsiri yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba sebesar 0,1% dan yang masih diterima oleh panelis 1%. Dan aktivitas antioksidan minyak atsiri temulawak sebesar 11,828 %DPPH/mg sampel.

**Kata Kunci** : Edible film, temulawak, minyak atsiri

**ABSTRACT**

*This study aimed to determine the effect of adding essential oil of *Curcuma xanthorizza* Roxb on edible film on the inhibition against microbes and acceptance of one's edible film. The analysis was conducted on the test antioxidant activity of essential oils of *Curcuma xanthorizza* Roxb, minimum inhibitory concentration (MIC) and organoleptic tests. The result obtained were analyzed with two way ANOVA at significance level  $\alpha = 5\%$ . The results show this study are essential oils of *Curcuma xanthorizza* Roxb able to inhibit the growth of microbial activity and acceptable by humans. Concentration addition of essential oils that could inhibit microbial growth by 0.1% and is still accepted by the panelists 1%. And antioxidant activity of essential oils of ginger at 11.828% DPPH / mg sample.*

**Keywords** : Edible film, *Curcuma xanthorizza* Roxb, essential oil

<sup>\*)</sup> *Corresponding author: chandy\_15@rocketmail.com*

**PENDAHULUAN**

Temulawak (*Curcuma xanthorizza* Roxb.) merupakan salah satu tanaman rempah dan obat yang berasal dari Indonesia. Keberadaannya di Indonesia sangat melimpah menyebar dengan

wilayah pengembangan di pulau Jawa, Sumatera, bahkan Kalimantan dan Sulawesi. Tanaman temulawak ini kemudian menyebar ke beberapa negara seperti Malaysia, Cina Bagian Selatan, Thailand, Birma, India dan Filipina. Hampir setiap

masyarakat Indonesia dan India serta bangsa Asia umumnya pernah mengkonsumsi tanaman rempah ini, baik sebagai pelengkap bumbu masak, jamu atau untuk menjaga kesehatan dan kecantikan. Karena penyebarannya yang cukup luas, tanaman ini dikenal dengan beberapa nama daerah. Masyarakat Jawa Barat mengenal dengan nama “koneng gede” dan di Sumatera dikenal dengan “tetemulawak” (Afifah, 2003)

Menurut Kiswanto (2005) rimpang temulawak mengandung kurkuminoid, minyak atsiri, pati, protein, lemak (*fixed oil*), serat kasar, karbohidrat, selulosa, dan mineral. Komponen utama yang terkandung dalam rimpang temulawak yaitu 48-59,64% zat tepung/fraksi pati, 1,6-2,2% kurkumin dari fraksi kurkuminoid dan 1,48-1,63% fraksi minyak atsiri. Menurut Hadipoentyanti dan Sitti (2007) minyak atsiri temulawak mengandung senyawa phelandren, kamfer, borneol, sineal dan xanthorrhizol. Xanthorrhizol salah satu komponen minyak atsiri pada percobaan *in vitro* berkhasiat mengobati kanker payudara, paru-paru, ovarium dan sebagai anti bakteri serta mencegah rusaknya email gigi. Kandungan xanthorrhizol dalam temulawak sebanyak 21%. Kelebihan senyawa xanthorrhizol antara lain tidak berwarna, tidak berbau, tidak volatil (menguap), tahan panas dan keasaman. Kekurangannya, senyawa ini rasanya sangat pahit. Xanthorrhizol telah diuji pada berbagai aktivitas farmakologi termasuk aktivitas antioksidan dan antiinflamatori (Cheah *et al.*, 2006). Xanthorrhizol merupakan antibakteri potensial yang memiliki spektrum luas terhadap aktifitas antibakteri, stabil terhadap panas, dan aman terhadap kulit manusia. Aktifitas antibakteri dari Xanthorrhizol mempunyai stabilitas yang baik terhadap panas, yakni pada temperatur tinggi antara 60–121 °C xanthorrhizol masih mempunyai aktifitas antibakteri (Hwang, 2004).

*Edible packaging* didefinisikan sebagai lapisan yang dapat dimakan yang ditempatkan di atas atau di antara komponen makanan. *Edible packaging* pada bahan pangan pada dasarnya dibagi menjadi tiga jenis bentuk, yaitu: *edible film*, *edible coating*, dan enkapsulasi. Hal yang membedakan *edible coating* dengan *edible film* adalah cara pengaplikasiannya. *Edible coating* langsung dibentuk pada produk, sedangkan pada *edible film* pembentukannya tidak secara langsung pada produk yang akan dilapisi/dikemas (Arpah, 1997).

Fungsi dari *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif (Hui, 2006).

Komponen penyusun *edible film* dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu: hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok antara lain senyawa protein, turunan selulosa, alginat, pektin, pati dan polisakarida lainnya. Lipida yang biasa digunakan adalah *waxes*, asilgliserol, dan asam lemak. Sedangkan komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid. Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein atau karbohidrat. Film yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (seperti contoh alginat, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan film berbahan dasar protein antara lain dapat menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein jagung. *Film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur (Krotcha *et al.*, 1994).

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan minyak atsiri Temulawak (*Curcuma xanthorizza* Roxb) yang ditambahkan ke *edible film*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui aktivitas antioksidan minyak atsiri temulawak serta pengaruh penambahan minyak atsiri temulawak terhadap aktivitas antimikroba dan karakteristik sensori *edible film*. Dengan penelitian ini diharapkan dapat dilakukan penelitian selanjutnya tentang aplikasi *edible film* ini sebagai pengemas aktif pada produk pangan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam proses pembuatan *edible film* adalah pati tapioka, gliserol dan aquadest. Pada proses minyak atsiri temulawak bahan yang digunakan adalah rimpang temulawak. Sedangkan bahan yang digunakan untuk uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH adalah reagen DPPH dan aquadest.

## Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : seperangkat destilasi uap air, corong pemisah, *hotplate*, magnet *stearer*, cawan petri, jarum *ose*, inkubator, gunting, plastik, erlenmeyer, penggaris, neraca analitik, , gelas ukur, stopwatch, pipet volume, tabung reaksi, spektrofotometer UV-Visible, kuvet, vortex, dan *sentrifuge*.

## Tahapan Penelitian

### Pembuatan minyak atsiri temulawak

Dalam pengambilan minyak atsiri temulawak mula-mula rimpang temulawak segar dicuci terlebih dahulu, kemudian dirajang dengan ukuran ketebalan 2-3 cm. Hasil irisan temulawak tersebut kemudian dikeringkan dengan kering angin, setelah itu didestilasi dengan destilasi uap air selama  $\pm 4$  jam destilasi. Hingga diperoleh minyak atsiri temulawak.

### Pembuatan *edible film*

*Edible film* dibuat dengan cara pati tapioka ditambah aquadest kemudian dipanaskan dan diaduk hingga tergelatinisasi, kemudian ditambah *plasticizer* berupa gliserol, lalu dilakukan penambahan minyak atsiri temulawak dengan berbagai konsentrasi. Setelah semua tercampur secara homogen kemudian larutan *edible film* dicetak dalam wadah yang tersedia. dan selanjutnya dikeringkan hingga terbentuk *edible film*. Penambahan konsentrasi minyak atsiri temulawak pada *edible film* bergantung pada uji yang akan dilakukan. Untuk uji MIC penambahan yang dilakukan sebesar 0,1% 0,5% dan 1% minyak atsiri, dan untuk uji organoleptik, penambahan minyak atsiri temulawak sebesar 1%, 1,5% dan 2% minyak atsiri.

## Pengujian

### Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Temulawak

Pengujian aktivitas antioksidan minyak atsiri temulawak dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan minyak atsiri temulawak dengan uji DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) (Subagio and Morita, 2001)

### Pengujian Antimikroba *Edible Film* dengan Penambahan Minyak Atsiri Temulawak

Pengujian aktivitas antimikroba *edible film* dilakukan untuk mengetahui konsentrasi minyak atsiri yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk (*Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas fluorescence*). Pengujian ini menggunakan metode MIC metode cakram (Pranoto, *et. al.*, 2005). Lembaran film dengan dipotong diletakkan di atas media agar NA yang sebelumnya telah disebar 0.1 ml kultur mikroorganisme uji yang mengandung  $10^6$  CFU/ml. Cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah melalui masa inkubasi, akan muncul zona penghambatan dan dilakukan pengukuran diameter zona penghambatan. Diameter zona penghambatan dihitung sebesar diameter zona bening (termasuk diameter *edible film*) yang terbentuk.

### Pengujian Sensori *Edible Film*

Pengujian sensori terhadap *edible film* dilakukan untuk mengetahui konsentrasi tertinggi minyak atsiri yang dapat menghasilkan *edible film* yang masih menyerupai karakteristik sensori *edible film* tanpa inkorporasi minyak atsiri dan dapat diterima oleh konsumen dari segi warna, aroma, dan rasa. Pengujian ini menggunakan metode perbandingan jamak dan metode kesukaan (Setyaningsih, dkk., 2010)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Temulawak

Untuk hasil uji aktivitas antioksidan minyak atsiri menggunakan uji DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) dihasilkan aktivitas antioksidan dari minyak atsiri temulawak adalah sebesar 11,828 %DPPH/mg sampel. Menurut penelitian Hayani (2006), secara fitokimia rimpang temulawak mengandung senyawa fenolik, flavonoid, triterpenoid dan glikosida. Dimana diantara kandungan tersebut merupakan antioksidan, Aktivitas antioksidan sudah banyak diketahui dapat menghambat kerusakan secara oksidatif dan juga dapat untuk mengurangi kerusakan secara mikrobiologis.

**Tabel 1** Zona Penghambatan pada *Edible Film* dengan Penambahan Minyak Atsiri Temulawak

Konsentrasi minyak atsiri	<i>Pseudomonas putida</i> FNCC 0070	<i>Pseudomonas fluorescens</i> FNCC 0071
Konsentrasi 0%	27,00±0,17 <sup>a</sup>	27,56±0,36 <sup>a</sup>
Konsentrasi 0,1%	28,56±0,10 <sup>b</sup>	31,23±0,09 <sup>bc</sup>
Konsentrasi 0,5%	28,86±0,18 <sup>b</sup>	30,44±0,26 <sup>b</sup>
Konsentrasi 1%	30,78±0,12 <sup>c</sup>	33,22±0,21 <sup>c</sup>

Keterangan :

- Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf alfa 0,05 (berlaku pada kolom yang sama)
- Nilai menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=9).
- Penghitungan diameter daya hambat termasuk cakram edible film

### Aktivitas Antimikroba *Edible Film* dengan Penambahan Minyak Atsiri Temulawak

Penentuan konsentrasi penambahan minyak atsiri temulawak terkecil dengan *minimum inhibitory concentration* (MIC) menggunakan metode cakram, dengan mikroba *Pseudomonas putida* FNCC 0070 dan *Pseudomonas fluorescens* FNCC 0071 Kedua bakteri ini merupakan bakteri penyebab kerusakan pada bahan pangan. Hasil analisa aktivitas antibakteri pada *edible film* dengan penambahan minyak atsiri temulawak ditunjukkan pada **Tabel 1** Terlihat bahwa pada kedua mikroba, *edible film* dengan penambahan minyak atsiri temulawak sebesar 0,1% zona penghambatannya sudah berbeda nyata dengan *edible film* kontrol pada taraf signifikansi 0,05%. Pada sampel dengan bakteri *Pseudomonas putida* FNCC 0070, antara konsentrasi 0%, dengan konsentrasi 0,1% , 0,5% dan 1% penambahan minyak atsiri temulawak secara statistik berbeda nyata.

Untuk sampel dengan bakteri *Pseudomonas fluorescens* FNCC 0071 *edible film* dengan minyak atsiri temulawak 0% berbeda nyata dengan *edible film* dengan penambahan minyak atsiri temulawak 0,1%, 0,5% dan 1%. Karena *edible film* dengan penambahan minyak atsiri temulawak 0,1% sudah mampu untuk menghambat mikroba dan berbeda statistik dengan kontrol, maka konsentrasi 0,1% dapat mewakili dalam penelitian aplikasi *edible coating fillet* ikan patin dengan penambahan minyak atsiri temulawak.

### Uji Organoleptik

Parameter untuk uji organoleptik ini meliputi warna, rasa, aroma. Pada pengujian organoleptik ini menggunakan 2 uji yaitu uji perbandingan jamak dan uji kesukaan.

#### 1. Uji perbandingan jamak

Pada uji perbandingan jamak nilai kontrol (*edible film* tanpa penambahan minyak atsiri temulawak) adalah 4. Parameter uji perbandingan jamak meliputi warna, rasa, dan aroma. Hasil uji perbandingan jamak dapat dilihat pada **Tabel 2**.

##### a) Warna

Konsentrasi minyak atsiri temulawak 1% pada parameter warna memiliki nilai 4,20 yang berarti mendekati kontrol dibandingkan dengan konsentrasi 1,5% dan 2% yang memiliki nilai 4,80 dan 4,40 dan untuk analisis statistik dari ketiga sampel tidak terlihat beda nyata dalam parameter warna.

##### b) Rasa

Untuk parameter rasa, konsentrasi 1,5% lebih mendekati kontrol dengan nilai 3,80 dibandingkan dengan konsentrasi 1% yang memiliki nilai 3,00 dan konsentrasi 2% bernilai 2,50 dan untuk hasil analisis statistik dari ketiga sampel tidak terlihat beda nyata sama seperti pada parameter warna.

##### c) Aroma

Sedangkan untuk parameter aroma dari ketiga penambahan minyak atsiri temulawak, konsentrasi 1% dan 1,5% lebih mendekati dengan kontrol yang dinilai 3,8 dan 4,2 oleh panelis. Dan konsentasi 2% dinilai jauh dari kontrol yaitu 3,20, untuk analisis statistik dalam parameter aroma

**Tabel 2** Hasil Pengujian Uji Perbandingan Jamak *Edible Film* Dengan Penambahan Minyak Atsiri Temulawak

Konsentrasi minyak atsiri	warna	rasa	aroma
Konsentrasi 1%	4,20±0,83 <sup>a</sup>	3,00±1,58 <sup>a</sup>	3,80±1,09 <sup>a</sup>
Konsentrasi 1,5%	4,80±1,79 <sup>a</sup>	3,80±2,77 <sup>a</sup>	4,20±3,03 <sup>a</sup>
Konsentrasi 2%	4,40±0,89 <sup>a</sup>	2,50±2,38 <sup>a</sup>	3,20±2,25 <sup>a</sup>

Keterangan :

Nilai menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=2). Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf alfa 0,05 (berlaku pada kolom yang sama)

\*Nilai : 1 = sangat lebih buruk dari R; 2 = lebih buruk dari R; 3 = agak lebih buruk dari R; 4 = sama dengan R; 5=agak lebih baik dari R; 6= lebih baik dari R; 7= sangat lebih baik dari R.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Uji kesukaan Jamak *Edible Film* Dengan Penambahan Minyak Atsiri Temulawak

Konsentrasi minyak atsiri	warna	rasa	aroma
Konsentrasi 1%	4,40±1,14 <sup>a</sup>	3,00±0,83 <sup>a</sup>	4,20±1,41 <sup>a</sup>
Konsentrasi 1,5%	4,40±2,07 <sup>a</sup>	2,20±1,51 <sup>a</sup>	2,60±1,30 <sup>a</sup>
Konsentrasi 2%	4,80±1,09 <sup>a</sup>	2,75±0,83 <sup>a</sup>	2,80±0,95 <sup>a</sup>

Keterangan :

Nilai menunjukkan rata-rata ± standar deviasi (n=2). Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf alfa 0,05 (berlaku pada kolom yang sama)

\*Nilai : 1= sangat tidak suka; 2= tidak suka; 3 = agak tidak suka; 4 = netral; 5 = agak suka; 6= suka R; 7= sangat suka.

terlihat hasil yang tidak berbeda dengan parameter warna dan rasa yang tidak beda nyata diantara ketiga konsentrasi.

## 2. Uji kesukaan

Untuk analisis kesukaan *edible film* semakin tinggi nilai dari panelis berarti semakin disukai sampel tersebut. Parameter uji dalam uji kesukaan ini meliputi warna, rasa, dan aroma. Hasil uji kesukaan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

### a) Warna

Parameter warna konsentrasi 1% dan 1,5% tidak lebih disukai oleh panelis dengan dinilai 4,40 dibanding dengan konsentrasi 2% yang dinilai 4,80. Namun jika dilihat dalam analisis statistik, ketiga sampel tersebut tidak mengalami beda nyata.

### b) Rasa

Sedangkan untuk parameter rasa konsentrasi 1% lebih disukai oleh panelis dengan dinilai paling tinggi yaitu 3,00 dibandingkan dengan konsentrasi 1,5% yang diberi nilai 2,20 dan konsentrasi 2% dengan nilai 2,75 dan sama seperti parameter warna, untuk analisis statistik dari ketiga sampel tidak mengalami beda nyata.

### c) Aroma

Hal yang sama juga dilihat dalam parameter aroma, konsentrasi 1% lebih disukai oleh panelis dibandingkan konsentrasi 1,5% dan 2%. Dari uji kesukaan diperoleh bahwa *edible film* dengan konsentrasi 1% lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan *edible film* dengan konsentrasi 1,5% dan 2%.

Maka dari uji organoleptik, konsentrasi 1% konsentrasi nilainya mendekati kontrol dan juga terlihat standar deviasi ketiga sampel untuk parameter warna, rasa dan aroma, konsentrasi 1% lebih kecil dibandingkan konsentrasi lainnya. Dari **Tabel 3**. untuk uji kesukaan juga diantara parameter tersebut panelis lebih menyukai sampel dengan penambahan konsentrasi 1% dengan memberikan nilai yang tinggi disbanding konsentrasi yang lain.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengamatan pengaruh penambahan minyak atsiri temulawak dengan berbagai jenis konsentrasi pada *edible film* dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Aktivitas antiosidan minyak atsiri temulawak sebesar 11,828 %DPPH/mg sampel.
2. Penambahan minyak atsiri temulawak dalam konsentrasi 0,1% dapat menghambat aktivitas mikroba.
3. Penambahan minyak atsiri temulawak dalam konsentrasi 1% mempunyai karakteristik yang menyerupai dengan kontrol dan disukai oleh panelis.

#### Saran

Saran yang dapat diberikan adalah diperlukan adanya penelitian lanjutan yang membahas aplikasi *edible film* dengan penambahan minyak atsiri temulawak sebagai pengemas.

*to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company, New York, NY.

Pranoto, Y., Rakshit, S., and Salokhe, V. 2005. *Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporate with garlic oil*. Food Research International . 38, 267-272

Setyaningsih, D., Anton A., dan Maya P. 2010. *Analisis Sensoris Untuk Industri Pangan dan Agro*. IPB Press. Bogor.

Subagio A & Morita N. 2001. *No effect of esterifikasi with fatty acid on antioxidant activity of lutient*. Food Res. Int., 34: 315-320.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Affifah, E. 2003. *Khasiat Dan Manfaat Rimpang Temulawak Penyembuh Aneka Penyakit*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Arpah. M. 1997. *Edible packaging*. Paper Metode Penelitian Ilmu Pangan. Bogor : Program Ilmu Pangan Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Cheah YH, Azimahtol HL, and Abdullah NR. 2006. *Xanthorizol Exphibits Antipoliferative Activity On MCF-7 Breast Cancer Cells via Apoptosis Indroduction*. Anticancer Res. 26 : 4527-4534
- Hadipoentyanti, E dan Sitti FS. 2007. *Respon Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.) Hasil Rimpang Kultur Jaringan Generasi Kedua Terhadap Pemupukan*. Jurnal Littri. 13(3):106-110.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology, and, Engineering Volume I*. CRC Press, USA.
- Hwang JK. 2004. *Xanthorizol: A Potential Antibacterial Agent From Curcuma xanthorrhiza Agains Streptococcus Mutans*. *Planta Med* 66:196-197.
- Kiswanto Y. 2005. *Perubahan Kadar Senyawa Bioaktif Rimpang Temulawak Dalam Penyimpanan (Curcuma xanthorrhiza Roxb)*. Laporan Penelitian. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian. Yogyakarta.
- Krochta, J. M., E. A. Baldwin, and M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coating and Film*