



**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOLIK TEMBAKAU
KASTURI TERENKAPSULASI PATI SINGKONG TERHADAP
Streptococcus mutans DAN *Candida albicans***

SKRIPSI

Oleh:

Wahyu Krisna Pambudi

NIM. 161710101051

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOLIK TEMBAKAU
KASTURI TERENKAPSULASI PATI SINGKONG TERHADAP
Streptococcus mutans DAN *Candida albicans***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:

Wahyu Krisna Pambudi

NIM. 161710101051

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

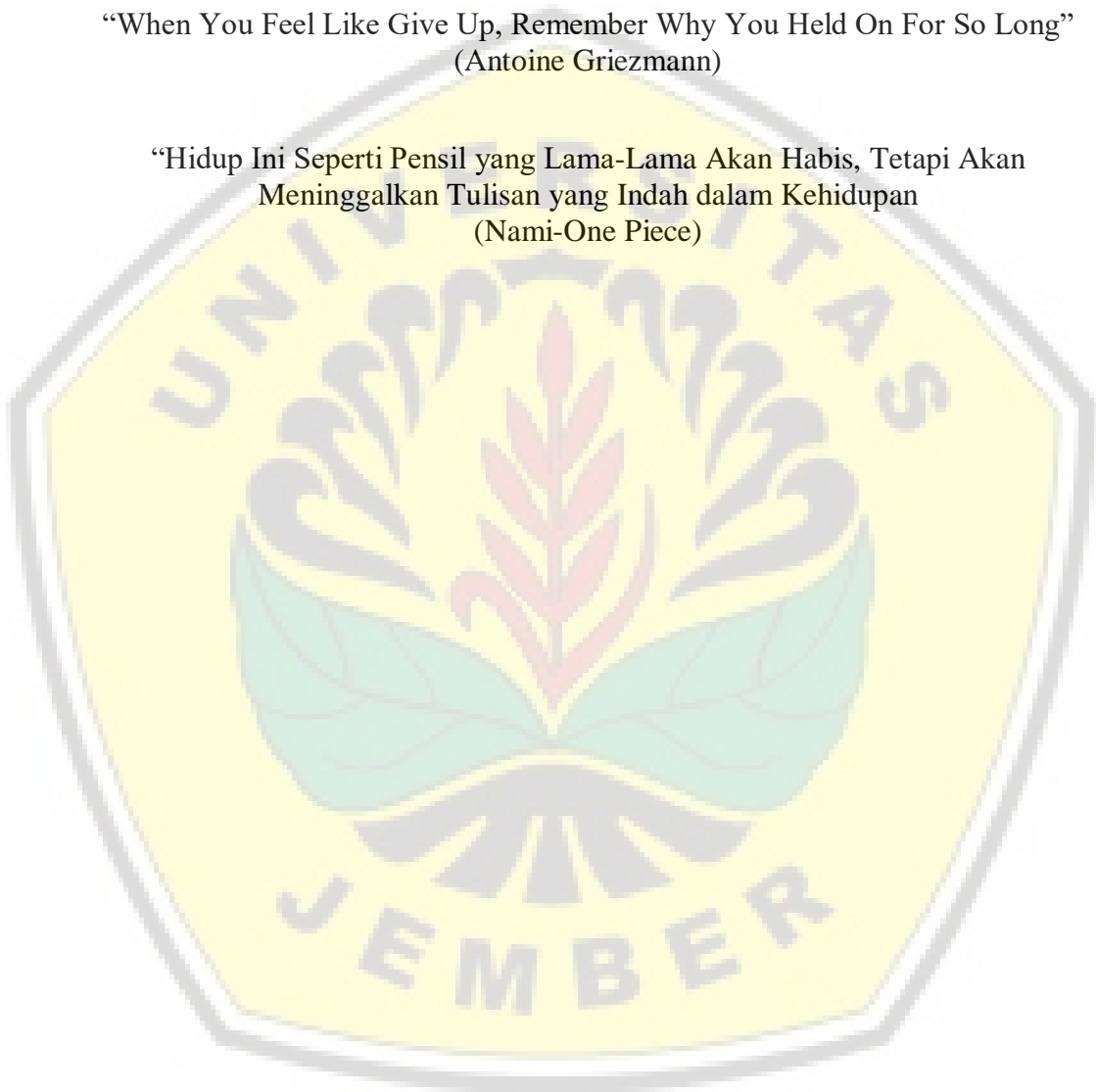
1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya;
2. Nabi Muhammad Saw, yang telah membawa kita dari zaman jahiliah menuju zaman yang terang benderang.
3. Kedua orang tua saya Sariyono dan Ibu Sunarti serta Adek saya Kartika Fatma Ayu Safitri, dan seluruh keluarga besar;
4. DPU dan DPA Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. dan Dr. Ir. Jayus yang telah meluangkan waktu dalam membimbing maupun memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Teman-teman THP 2016 khususnya THP B, terimakasih atas suasana kebersamaan selama ini dan telah memberikan banyak cerita dan motivasi;
6. UKM-O Sahara Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
7. Almamater Progam Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“You Can’t Buy History, History Can Only Be Made”
(Mario Karlovic)

“When You Feel Like Give Up, Remember Why You Held On For So Long”
(Antoine Griezmann)

“Hidup Ini Seperti Pensil yang Lama-Lama Akan Habis, Tetapi Akan
Meninggalkan Tulisan yang Indah dalam Kehidupan
(Nami-One Piece)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Wahyu Krisna Pambudi

Nim : 161710101051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Terhadap *Streptococcus mutans* Dan *Candida albicans*” merupakan karya sendiri dan bukan merupakan karya jiplakan. Segala sumber informasi yang ada berasal dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2020

Yang menyatakan,

Wahyu Krisna Pambudi.

161710101051

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOLIK TEMBAKAU
KASTURI TERENKAPSULASI PATI SINGKONG TERHADAP
Streptococcus mutans DAN *Candida albicans***

Oleh

Wahyu Krisna Pambudi

161710101051

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.,
Sc

Dosen pembimbing Anggota : Dr. Ir. Jayus

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Terhadap *Streptococcus mutans* Dan *Candida albicans*” Nim 161710101051 telah diujikan disahkan pada:

hari/tanggal : Kamis/03 Desember 2020

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing :

Utama

Anggota

(Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.)
NIP. 196411091989021002

(Dr. Ir. Jayus)
NIP. 196805161992031004

Tim Penguji :

Utama

Anggota

(Dr. Nurhayati., S.TP., M.P.)
NIP. 197904102003122004

(Dr. Ir. Herlina, M.P.)
NIP. 196605181993022001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas jember

Dr.Siswoyo Soekarno, S. TP., M.Eng.

NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Terhadap *Streptococcus mutans* Dan *Candida albicans*”: Wahyu Krisna Pambudi, 161710101051; 2020: 53 halaman; Progam Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Daun tembakau kasturi afkir diketahui memiliki kandungan senyawa biokatif berupa flavonoid, steroid, alkaloid dan terpenoid yang merupakan senyawa antibakteri. Senyawa bioaktif khususnya polifenol mudah mengalami kerusakan akibat kondisi lingkungan seperti suhu dan pH. Upaya untuk melindungi kerusakan senyawa tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode enkapsulasi menggunakan bahan penyalut pati singkong. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong dan kemampuannya sebagai antibakteri melawan *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*.

Penelitian ini dirancang dengan perlakuan perbedaan konsentrasi pati singkong sebagai perlakuan pada proses enkapsulasi ekstrak daun tembakau kasturi. Level perlakuan konsentrasi nanopartikel pati singkong adalah 5; 7,5; dan 10%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali ulangan. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pembuatan ekstrak tembakau kasturi, pembuatan nanopartikel pati singkong, dan enkapsulasi ekstrak tembakau kasturi. Pengujian karakteristik mikrokapsul ekstrak daun tembakau kasturi meliputi rendemen, total polifenol, aktivitas antioksidan serta kemampuan antibakterinya melawan *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pati singkong berpengaruh terhadap karakteristik ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi dan kemampuannya sebagai antibakteri. Pengukuran nilai rendemen ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong menghasilkan nilai tertinggi yaitu 2,2% dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 10%. Nilai total polifenol ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong tertinggi yaitu 58,52 mg GAE/g yang dihasilkan dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 5%, dan nilai aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 34,04% dihasilkan dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 5%. Enkapsulasi ekstrak daun tembakau kasturi oleh nanopartikel pati singkong terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutan* dan *Candida albican*. Ekstrak daun tembakau

kasturi menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutan* sebesar 64 mm² dan 86 mm² terhadap pertumbuhan *Candida albican*, sedangkan enkapsulat ekstrak daun tembakau kasturi menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutan* sebesar 85 mm² dan 152 mm² terhadap pertumbuhan *Candida albican*.



SUMMARY

Antibacterial Activity of Ethanolic Kasturi Tobacco Extract Encapsulated in Cassava Starch against to *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*: Wahyu Krisna Pambudi, 161710101051; 2020: 53 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Kasturi tobacco leaves are known to contain bioactive compounds of flavonoids, steroids, alkaloids and terpenoids which are antibacterial compounds. Bioactive compounds, especially polyphenols, are prone to damage to environmental conditions such as temperature and pH. Efforts to protect the damage to these compounds can be done by using the encapsulation with cassava starch coating material. The aim of this study was to see the facts as an encapsulated tobacco leaf extract and antibacterials on *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*.

This study was designed by treating differences amount of cassava starch in the encapsulation process of musk tobacco leaf extract. The concentration levels of cassava starch nanoparticels was 5; 7.5; and 10%. Each treatment was repeated two times. This research was conducted in three stages, namely the manufacture of musk tobacco extract, the manufacture of cassava starch nanoparticles, and the encapsulation of musk tobacco extract. Testing the microcapsule characteristics of musk tobacco leaf extract was carried out on the yield value, total polyphenol, encapsulation efficiency, antioxidant and antibacterial activity against the *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*.

The results showed that the concentration of cassava starch gave different characteristics to the extract of musk tobacco leaf encapsulated by cassava starch nanoparticles. yield measurement of musk tobacco leaf extract encapsulated by cassava starch resulted the highest score was 2.2% from the addition of cassava starch 10%. The highest total value of polyphenols in the extract of musk tobacco leaves encapsulated by cassava starch nanoparticles was 58.52 mg GAE/g from the addition of cassava starch 5%, and the highest value of the antioxidant activity was 34.04% from the addition of cassava starch 5%. The encapsulation of cassava starch nanoparticles in the extract of musk tobacco leaves was proven to have antibacterial activity against to *Streptococcus mutant* and *Candida albican*. Kasturi tobacco leaf extract has antibacterial activity on *Streptococcus mutans* of

64 mm² and 86 mm² on *Candida albicans*, while the encapsulate of musk tobacco leaf extract has antibacterial activity on *Streptococcus mutans* of 85 mm², on *Candida albicans* of 152 mm².



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi berjudul “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanolik Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Terhadap *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*”: dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan stasa satu (S1) pada Progam Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, semangat, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik moral maupun materian, oleh karena-Nya penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Progam Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ahmad Nafi’, S.TP., MP dan Dr. Maria Belgis, S.TP., MP selaku Komisi Bimbingan Progam Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai;
5. Seluruh teknisi laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (Mbak Neni, Mbak Astri, Mbak Ketut, Mas Nugraha dan Pak Mutasor) yang telah memberi masukan dan bantuan selama di laboratorium;
6. Bapak, ibu, adek dan pacar saya (Yasirotul Qudsiyah) yang telah menemani dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Teman-teman seperjuangan THP B 2016 atas rasa persaudaraan, kenyamanan, dukungan selama kurang lebih 4 tahun ini;
8. Teman-teman seperjuangan: Lutfi Septian Bimantoro, Nur Oktaviani, Feni Emilia, Yoaga Lintang Permana, Hanindia Dena P., Kelvin Wijaya, Dwi Yuliawati, Sayyidatul Muayyinah, Nilam Cahyani, Annisafitri, dan Nadia

Okta yang telah memberikan semangat dan motivasi selama pelaksanaan penelitian;

9. Teman-teman UKM-O Sahara Khususnya Dewi Anita Sari, Gea Ayunda, Azazila Firza, M. Khairuddin, dan Astanur;
10. Teman-Teman Kontrakan Kakek Sugiono yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi selama penyelesaian skripsi ini;
11. Dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak memberikan bantuan sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini disusun.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun, baik dari isi maupun bentuk susunannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi semua pihak khususnya pembaca.

Jember, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

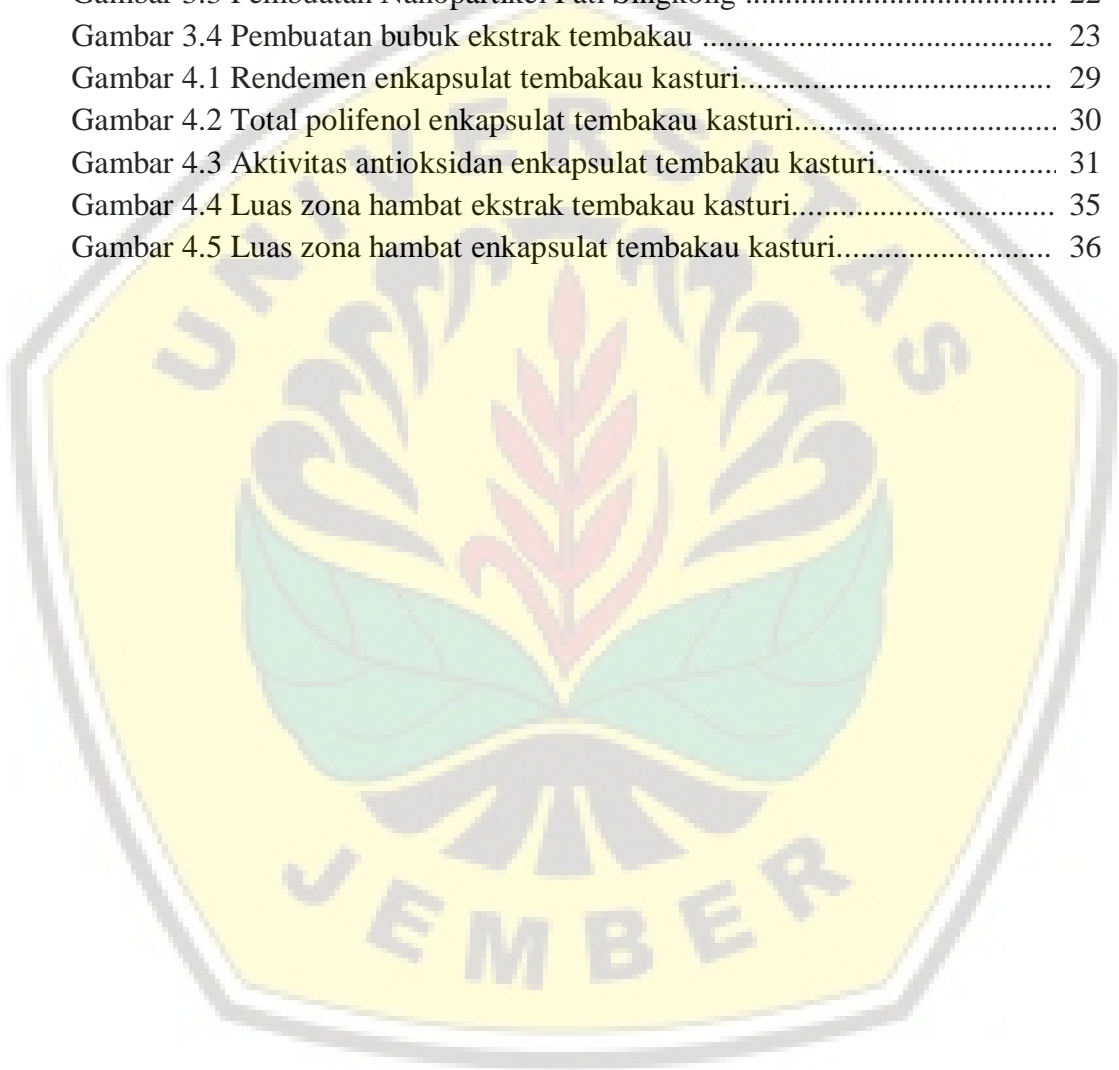
	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Tembakau	4
2.2 Pati Singkong	5
2.3 Amilosa	7
2.4 Amilopektin	8
2.5 Metode Ekstraksi Tembakau.....	9
2.6 Teknik Enkapsulasi.....	10
2.7 Polifenol.....	12
2.8 Antioksidan.....	13
2.9 Antimikroba.....	14
2.10 <i>Streptococcus mutans</i>	15
2.11 <i>Candida albican</i>	16
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.2.1 Alat Penelitian	18
3.2.2 Bahan Penelitian	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.3.1 Rancangan Penelitian	19
3.3.2 Tahapan Penelitian	19
3.4 Parameter Pengamatan	21
3.5 Prosedur Pengamatan	23

3.5.1 Ukuran Partikel Pati Singkong Termodifikasi.....	23
3.5.2 Rendemen	23
3.5.3 Total Polifenol	24
3.5.4 Pengujian Antioksidan.....	24
3.5.5 Uji Aktivitas Antimikroba	25
3.6 Analisa Data	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Ukuran Partikel Pati Termodifikasi.....	28
4.2 Rendemen	28
4.3 Total Polifenol	29
4.4 Aktivitas Antioksidan.....	30
4.6 Aktivitas Antimikroba	31
BAB 5. PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Amilosa	7
Gambar 2.2 Struktur Amilopektin	8
Gambar 3.1 Proses pembuatan enkapsulat ekstrak tembakau kasturi	19
Gambar 3.2 Pembuatan ekstrak daun tembakau kasturi	20
Gambar 3.3 Pembuatan Nanopartikel Pati Singkong	22
Gambar 3.4 Pembuatan bubuk ekstrak tembakau	23
Gambar 4.1 Rendemen enkapsulat tembakau kasturi.....	29
Gambar 4.2 Total polifenol enkapsulat tembakau kasturi.....	30
Gambar 4.3 Aktivitas antioksidan enkapsulat tembakau kasturi.....	31
Gambar 4.4 Luas zona hambat ekstrak tembakau kasturi.....	35
Gambar 4.5 Luas zona hambat enkapsulat tembakau kasturi.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pati Singkong	6
Tabel 2.2 Macam pelarut dan kelarutan dalam ekstraksi	10
Tabel 3.1 Perlakuan penelitian enkapsulasi tembakau kasturi	19
Tabel 3.2 Perlakuan penelitian pengujian antimikroba.....	26
Tabel 4.1 Ukuran Partikel Pati Singkong Termodifikasi	28
Tabel 4.2 Dokumentasi zona hambat ekstrak daun tembakau kasturi	35
Tabel 4.3 Dokumentasi zona hambat serbuk ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Rendemen Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi	50
Lampiran 4.2 Total Polifenol	50
4.2.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi	50
4.2.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi	50
Lampiran 4.3 Aktivitas Antioksidan	51
4.3.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi	51
4.3.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi	51
Lampiran 4.4 Aktivitas Antimikroba	52
4.4.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi	52
4.4.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi	53
Lampiran 4.5 Ukuran Partikel Pati Singkong Termodifikasi.....	53
4.5.1 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 1.....	53
4.5.2 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 2.....	54
4.5.3 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 3.....	54
Lampiran 3.3 Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tembakau memiliki peran penting dalam meningkatkan perekonomian di Indonesia. Hal ini dikarenakan jumlah ekspor tembakau Indonesia cenderung mengalami kenaikan akibat harga tembakau internasional yang terus naik dan dikarenakan semakin naiknya produktifitas perkebunan tembakau (Kurniawati, 2016). Tanaman ini tersebar di seluruh provinsi di Indonesia. Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah di Provinsi Jawa Timur yang diakui sebagai pusat produksi tembakau Indonesia.

Penggunaan daun tembakau sebagai bahan pembuatan cerutu dan rokok meninggalkan limbah daun tembakau yang jumlahnya cukup banyak sehingga perlu dimanfaatkan. Limbah padat yang dihasilkan oleh agroindustri tembakau cukup banyak. Banyaknya limbah yang tidak termanfaatkan sangat erat kaitannya dengan potensi pencemaran lingkungan sehingga perlu dicari solusi dalam penanganan limbah tersebut. Tembakau memiliki sejumlah senyawa bioaktif yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai senyawa antimikroba alami. Menurut Tirtosastro dan Murdiyati (2010), Kandungan kimia tembakau yang sudah teridentifikasi jumlahnya mencapai 2.500 komponen, komponen bioaktif dalam tembakau antara lain senyawa-senyawa polifenol solanesol, asam klorogenat, asam kriptoklorogenat, asam kafeat, rutin, cembranoid, nikotin, terpenoid, dan flavonoid. Dari senyawa-senyawa tersebut daun tembakau diketahui mengandung senyawa antibakteri.

Adanya senyawa aktif antibakteri memberikan dampak positif untuk mencegah maupun menanggulangi suatu penyakit yang disebabkan oleh mikroba (Dwijendra *et al.*, 2014). Mikroba patogen merupakan salah satu penyebab penyakit pada manusia dan makhluk hidup lainnya (Juariah *et al.*, 2014), contoh mikroba patogen yang seringkali menyebabkan penyakit pada manusia yaitu *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*. Namun pemanfaatan antibakteri alami masih kurang maksimal dikarenakan senyawa bioaktif seperti polifenol memiliki sifat sangat sensitif, tidak stabil dan mudah mengalami degradasi akibat

oksigen, cahaya dan suhu (Novitasari *et al.*, 2010). Sehingga perlu dilakukan perlindungan terhadap senyawa tersebut dengan menggunakan metode enkapsulasi.

Enkapsulasi dalam bidang pangan umumnya digunakan untuk melindungi suatu material khususnya komponen bioaktif berbentuk padat. Bahan inti yang berada di dalam kapsul akan terlindungi dan terhindar dari pengaruh lingkungan sehingga akan terjaga dalam keadaan baik. Enkapsulasi juga dapat memperbaiki karakter senyawa yang ada di dalam kapsul (Krasaekoopt *et al.*, 2003). Stabilitas, efektivitas dan karakteristik dipengaruhi oleh jenis bahan penyalut yang digunakan. Bahan organik seperti karbohidrat sangat sesuai untuk bahan penyalut karena bahan tersebut memiliki sifat aman untuk bahan pangan dan *biodegradable* atau dapat didaur ulang kembali sehingga ketersediaanya cukup melimpah salah satu bahan yang memiliki karakteristik tersebut adalah pati.

Sumber pati di Indonesia sangat melimpah salah satunya yaitu pati singkong atau tapioka. Selain jumlahnya yang melimpah pati juga sesuai dengan kriteria enkapsulan yaitu sifat aman untuk bahan pangan dan *biodegradable* atau dapat didaur ulang kembali. Meskipun demikian, pati alami (*native starch*) memiliki beberapa karakteristik yang kurang baik sebagai bahan penyalut seperti tidak larut dalam air dingin, sifat terlalu lengket, daya pengikatnya rendah dan viskositas tinggi pada konsentrasi tinggi sehingga perlu adanya modifikasi pati (Koswara, 2009). Salah satu metode modifikasi pati yaitu mengubah ukuran partikelnya menjadi ukuran nano atau biasa disebut nanopartikel. Teknologi nanopartikel ini banyak digunakan dalam teknik enkapsulasi karena nanopartikel pati memiliki viskositas suspensi rendah pada konsentrasi tinggi dan ukuran partikel yang sangat kecil sehingga akan memperluas permukaan yang aktif serta kemampuan mengikat minyak dan air sangat baik. Selain itu, pembuatan pati menjadi nanopartikel sangat memungkinkan dikarenakan struktur pati yang bisa membentuk nanopartikel secara spontan (Winarti, 2011). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas ekstrak tembakau kasturi terenkapsulasi dengan nanopartikel pati singkong sebagai antimikroba *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*.

1.2 Rumusan Masalah

Daun tembakau memiliki senyawa bioaktif salah satunya polifenol yang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan dan antimikroba, senyawa tersebut tidak stabil dan mudah mengalami kerusakan akibat faktor lingkungan seperti oksigen, cahaya dan suhu. Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan senyawa tersebut perlu dilakukan metode enkapsulasi. Enkapsulasi dapat mempertahankan komposisi kimia seperti antioksidan dan polifenol. Enkapsulasi membutuhkan bahan yang berfungsi sebagai enkapsulan. Salah satu bahan enkapsulan yang bisa digunakan adalah pati singkong, pati singkong memiliki sifat tidak larut dalam air, lengket dan daya pengikatnya rendah, sehingga perlu dilakukan modifikasi pati dengan cara mengubah ukuran partikelnya menjadi ukuran nanopartikel. Namun belum diketahui lebih lanjut jumlah penambahan pati singkong yang efektif untuk enkapsulasi ekstrak daun tembakau sebagai antioksidan dan antimikroba terhadap *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nanoenkapsulasi pati singkong terhadap karakteristik dan aktivitas antimikroba enkapsulat ekstrak daun tembakau kasturi.

1.4 Manfaat Penelitian

Meningkatkan dan menjaga kualitas ekstrak tembakau sehingga efektif sebagai antimikroba dan dapat diaplikasikan ke industri pangan fungsional.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tembakau Kasturi

Tembakau merupakan produk pertanian semusim yang bukan termasuk komoditas pangan, tetapi termasuk dalam tanaman perkebunan. Senyawa yang terkandung dalam tembakau adalah Alkaloid, Saponin, Kumorin, Flauonoid dan Polifarol (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991). Tembakau merupakan tanaman semusim, sehingga untuk mendapatkan metabolit sekundernya akan tergantung pada musim yang sedang berlangsung. Menurut Cahyono (1998) taksonomi tanaman tembakau dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub-divisi	: <i>Angiospermae</i>
Classis	: <i>Dicotyledoneae</i>
Order	: <i>Solanales</i>
Family	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Nicotiana</i>
Spesies	: <i>Nicotiana tabaccum L.</i>

Daun tembakau memiliki senyawa yang bersifat sebagai antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa metabolit sekunder yang bersifat sebagai antibakteri yaitu seperti flavonoid, alkaloid dan terpenoid, saponin dan steroid. Alkaloid mempunyai sifat antibakteri dengan bekerja merusak komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel bakteri mengalami lisis dan terjadi kematian sel, sedangkan flavonoid bekerja dengan mendenaturasikan protein dan merusak permeabilitas sel bakteri, mikrosom serta lisosom sebagai hasil dari proses interaksi antara flavonoid dengan dinding bakteri. Selain itu, flavonoid dapat berperan sebagai antijamur dengan bekerja mendenaturasikan protein yang mengakibatkan pembentukan sel terganggu sehingga komposisi protein berubah dan akhirnya fungsi membran sel juga terganggu (Putri, 2014).

Tembakau kasturi merupakan salah satu jenis tembakau lokal yang diolah dengan cara krosok (*zand blad*) dan dibudidayakan pada musim kemarau atau dikenal dengan istilah *voor oogst*. Cara pengeringan yang dilakukan pada tembakau kasturi termasuk dalam tipe *Burley*, karena proses pengeringannya menggunakan sinar matahari langsung. Tanaman tembakau kasturi banyak dibudidayakan di wilayah Jember dan Bondowoso (Susilowati, 2006). Tembakau menjadi bahan baku pembuatan cerutu maupun rokok. Salah satu senyawa dalam tembakau yang terkenal adalah nikotin. Nikotin (*β -pyridil- α -N-methyl pyrrolidine*) adalah senyawa kimia organik yang termasuk dalam golongan alkaloid, senyawa ini dihasilkan secara alami pada berbagai macam tumbuhan. Nikotin dapat menimbulkan rangsangan psikologis bagi perokok dan akan membuat ketagihan. Nikotin tidak hanya terdapat dalam tembakau tapi juga pada tanaman jenis terong-terongan seperti terong, kentang, dan tomat. Nikotin merupakan senyawa pirrolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintesisnya yang bersifat adiktif dan dapat mengakibatkan ketergantungan (Alegantina, 2017).

2.2 Pati Singkong

Pati singkong atau biasa dikenal dengan tepung tapioka merupakan pati yang diekstrak dari umbi singkong. Pati singkong berupa butiran-butiran kecil, halus dan berwarna putih, diperoleh dari hasil penggilingan ubi kayu yang dibuang ampasnya. Pati diekstrak dengan air dari umbi singkong (ketela pohon), kemudian disaring, cairan hasil saringan kemudian diendapkan. Bagian yang mengendap tersebut selanjutnya dikeringkan dan digiling hingga diperoleh butiran-butiran pati halus berwarna putih. Singkong (ketela pohon) tergolong polisakarida yang mengandung pati dengan kandungan amilopektin yang tinggi tetapi lebih rendah daripada ketan yaitu amilopektin 83% dan amilosa 17% (Poedjiadji, 2014). Pati singkong banyak digunakan di Industri makanan sebagai bahan pengikat, bahan pengental, ataupun sebagai bahan pengisi (Winarno, 2004). Menurut Juliana (2007) rendemen pati singkong adalah 11,79% dengan kadar air 6,15% dari berat kering. Nilai pati pada singkong dipengaruhi oleh usia atau

kematangan dari tanaman singkong. Komposisi kimia tepung tapioka atau pati singkong dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia pati singkong

No	Komposisi	Jumlah
1.	Serat (%)	0,5
2.	Air (%)	15
3.	Karbohidrat (%)	85
4.	Protein (%)	0,5-0,7
5.	Lemak (%)	0,2
6.	Energi (Kalori/100 gram)	307

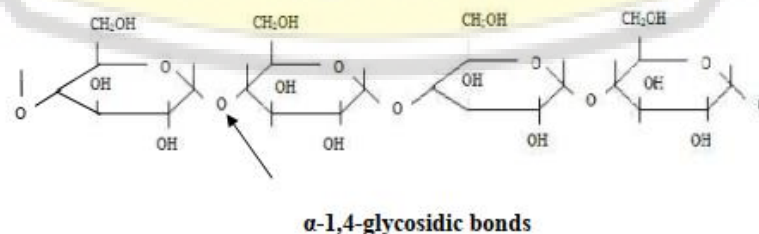
Sumber : Grace (1977)

Kadar pati singkong tidak dipersyaratkan dalam SNI. Menurut Rahman (2007) kadar pati pada tepung tapioka berkisar antara 72-81% bb dan kadar abu pada tapioka berkisar antara 0.01 – 0.04% bb. Menurut Moorthy (2004), kadar amilosa tapioka berada pada kisaran 20-17% dari kadar patinya dan kadar lipid pada tapioka sangat rendah (<0.1%). *The Tapioca Institute of America* (TIA) menetapkan standart pH tepung tapioka adalah 4.5-6.5 (Radley, 1976), sedangkan nilai keasaman tapioka berdasarkan SNI 01-3451-1994 ditetapkan dalam bentuk derajat asam, yaitu maksimal sebesar 3 NaOH 1N/100g. Menurut Moorthy (2004), ukuran granula tapioka menunjukkan variasi yang besar yaitu sekitar 5-40 μm dengan bentuk bulat dan oval. Variasi tersebut dipengaruhi varietas tanaman singkong dan periode pertumbuhan pada musim yang berbeda. Sedangkan Charley (1982) menyebutkan bahwa diameter granula tapioka berkisar antara 12-25 μm . Granula tapioka berbentuk mangkuk dan sangat kompak, tetapi selama pengolahan granula tersebut akan pecah menjadi komponen-komponen yang tidak teratur bentuknya. Pati singkong atau tapioka memiliki suhu gelatinisasi yang sangat rendah, lebih rendah dari pati umbi-umbian yang lain maupun pati sereal. Menurut Grosch dan Belitz (1987), pati dari akar dan umbi lebih mudah dan cepat mengembang dibandingkan dengan pati sereal karena pati sereal strukturnya lebih kompak. Suhu gelatinisasi tepung tapioka berada pada kisaran 52-64°C. Sedangkan menurut Wurzburg (1989) melaporkan bahwa suhu gelatinisasi tepung tapioka berkisar antara 58.5-70°C. Tepung tapioka memiliki daya pengembangan yang sangat besar (Balagopalan *et al.*, 1988).

2.3 Amilosa

Amilosa merupakan polisakarida berantai lurus bagian dari butir-butir pati yang terdiri atas molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lain melalui ikatan α -1,4-glikosidik. Amilosa merupakan bagian dari pati yang larut dalam air dengan berat molekul antara 50.000-200.000 (Indriyanti, 2010). Amilosa ditambahkan dengan iodium akan memberikan warna khas, warna tersebut bermacam macam tergantung pada panjang ikatan glikosida yang terdapat pada pati. Pati bila berikatan dengan iodium akan menghasilkan warna biru karena struktur molekul pati yang berbentuk spiral, sehingga akan mengikat molekul iodium dan membentuk warna biru. Pati akan merefleksikan warna biru bila polimer glukosanya lebih besar dari 20 (seperti amilosa). Bila polimer glukosanya kurang dari 20, seperti amilopektin, akan menghasilkan warna merah atau ungu-coklat. Sedangkan polimer yang lebih kecil dari lima, tidak member warna dengan iodium (Koswara, 2009).

Rantai polimer yang terdapat pada amilosa berbentuk pilinan atau heliks. Fraksi amilosa dalam pati memberikan kontribusi dalam karakteristik gel pada pemasakan atau pendinginan campuran pati. Amilosa dapat dipisahkan dari dispersi pati dalam air dengan gelatinisasi dan pencampuran larutan pati panas dengan butanol sebagai bahan pengompleks. Dalam fraksi rantai lurus, monomer glukosa disambungkan dengan ikatan glikosida α -1,4. Jumlah monomer glukosa yang disambungkan sangat beragam tergantung pada jenis pati. Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.1.

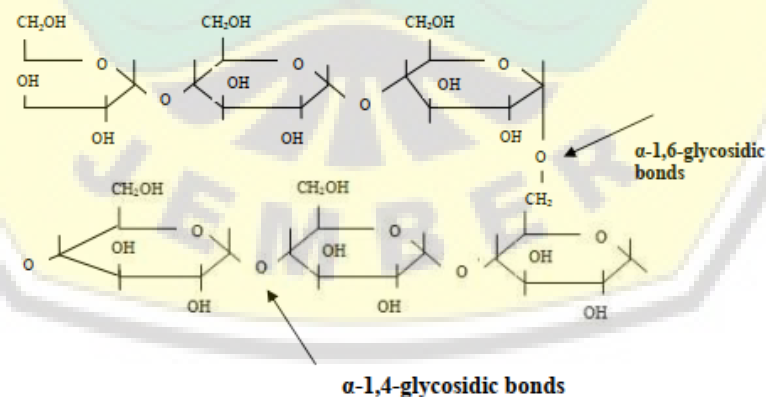


Gambar 2.1 Struktur Amilosa

Amilosa dapat dilarutkan dalam air dengan penambahan basa kuat, formaldehid, atau dengan pemanasan dalam air pada suhu 150-160°C pada tekanan lebih daripada satu atmosfer. Pada saat pendinginan atau netralisasi, dispersi amilosa dengan konsentrasi lebih besar daripada 2% akan membentuk gel dan pada konsentrasi kurang dari 2% amilosa akan mengendap. Fraksi amilosa tidak dapat benar-benar terlarut dalam air dan pada waktu tertentu akan membentuk kumpulan kristal dengan ikatan hidrogen. Proses ini dikenal dengan nama *retrogradation* atau *set back*.

2.4 Amilopektin

Amilopektin merupakan polisakarida bercabang bagian dari pati, terdiri dari molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lain melalui ikatan 1,4-glikosidik dengan percabangan melalui ikatan 1,6-glikosidik pada setiap 20-25 unit molekul glukosa. Amilopektin merupakan bagian dari pati yang tidak larut dalam air dan mempunyai berat molekul antara 70.000-1.000.000. Tingkat percabangan pada amilopektin sangat tinggi, yaitu 4-6% ikatan α -1,4-glikosidik, serta memiliki panjang rantai 20-25 unit molekul (Indriyanti, 2010). Struktur amilopektin dapat dilihat seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Amilopektin

Rantai cabang amilopektin mempunyai sifat seperti amilosa yaitu dapat membentuk struktur heliks diperkirakan 4-6% ikatan dalam setiap molekul amilopektin adalah ikatan α -1,6. Nilai tersebut walaupun kecil tetapi memiliki

dampak sekitar lebih dari 20.000 percabangan untuk tiap molekul amilopektin. Sifat amilopektin berbeda dengan amilosa karena banyak percabangan seperti retrogradasi lambat dan pasta yang terbentuk tidak dapat membentuk gel tetapi bersifat lengket (kohesif) dan elastis (*gummy texture*) (Estiasih, 2006). Dalam produk makanan amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, garing, dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas (Koswara, 2009).

2.5 Metode Ekstraksi

Ekstraksi merupakan peristiwa perpindahan masa zat aktif yang semula berada didalam sel tanaman ditarik oleh pelarut atau cairan hayati. Metode ekstraksi dipilih berdasarkan beberapa faktor, seperti sifat dari bahan mentah tanaman dan daya penyesuaian dengan tiap macam metode ekstraksi dan kepentingan dalam memperoleh ekstrak dari tanaman. Sifat dari bahan mentah tanaman merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memperoleh metode ekstraksi (Harbone, 1999).

Metode ekstraksi tergantung pada polaritas senyawa yang akan diekstrak. Mutu ekstrak dipengaruhi oleh teknik ekstraksi, kehalusan bahan, jenis pelarut, lama ekstraksi, konsentrasi pelarut, proses penguapan pelarut, pemurnian, dan pengeringan (Vijsekera, 1991). Pemilihan metode ekstraksi yang tepat tergantung pada tekstur dan kandungan air dalam bahan yang diekstraksi dan jenis senyawa yang diisolasi (Harborne, 1996). Menurut Harborne (1996), ekstraksi terbagi atas dua yaitu ekstraksi sederhana dan ekstraksi khusus. Ekstraksi sederhana terdiri dari maserasi, perkolasi, reperiolasi, dan dialokasi. Sedangkan ekstraksi khusus terdiri atas sokhletasi, arus balik, dan ultrasonik. Masih terdapat beberapa cara lagi untuk ekstraksi yaitu dengan gas karbondioksida superkritik, refluks, dan lainnya. Metode yang umum digunakan untuk ekstraksi yaitu sokhletasi, refluks, maserasi, dan perkolasi.

Maserasi merupakan cara ekstraksi yang sederhana dan dapat digunakan dalam kapasitas besar. Maserasi dilakukan dengan cara merendam bubuk simplisia dalam cairan pelarut. Cairan pelarut akan menembus dinding sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar dan di dalam sel. Keuntungan cara ekstraksi dengan maserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan. Selain itu, maserasi mungkin akan memberi hasil yang lebih baik karena akan mengurangi terjadinya dekomposisi atau degradasi komponen karena pengaruh suhu (Sidik, 1992). Kelemahannya adalah pengerjaannya lama dan kurang sempurna.

Pemilihan pelarut merupakan faktor yang menentukan dalam ekstraksi. Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi harus dapat menarik komponen aktif dari campuran. Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam pemilihan pelarut adalah selektivitas, sifat pelarut, kemampuan untuk mengekstraksi, tidak bersifat racun, mudah diuapkan, dan harganya relatif lebih murah (Gamse, 2002).

Tabel 2.2 Jenis pelarut dan kelarutannya dalam proses ekstraksi

Pelarut	Td (°C)	Kelarutan dalam air(%)	Indeks Polaritas	Viskositas
Etanol	78	100	5,2	1,2
Aseton	56,29	100	5,1	0,32
Asam asetat	118,1	100	6,2	1,26

Sumber : Sadek (2002)

2.6 Teknik Enkapsulasi

Enkapsulasi adalah proses atau teknik untuk menyalut inti yang berupa suatu senyawa aktif dengan suatu bahan pelindung tertentu sehingga dapat mengurangi kerusakan senyawa aktif tersebut. Enkapsulasi membantu memisahkan material inti dengan lingkungannya hingga material tersebut terlepas ke lingkungan. Material inti yang dilindungi disebut *core* dan struktur yang dibentuk oleh bahan pelindung yang menyelimuti inti disebut sebagai dinding,

membran, atau kapsul (Krasaekoopt *et al.*, 2003). Kapsul merupakan bahan semipermeabel, tipis, berbentuk bulat dan kuat dengan diameter bervariasi dari beberapa mikrometer hingga millimeter (Anal dan Singh, 2007). Enkapsulasi dapat melindungi senyawa atau bahan inti dari pengaruh lingkungan, mencegah degradasi karena radiasi cahaya atau oksigen dan juga dapat memperlambat terjadinya evaporasi (Risch, 1995). Enkapsulasi dapat dilakukan dengan metode atau teknik *spray drying* yaitu salah satu metode enkapsulasi yang awalnya digunakan untuk mengenkapsulasi *fragrance* atau bahan perasa dan komponen bioaktif. Metode ini tidak memerlukan biaya yang banyak dan efektif digunakan karena hanya dibutuhkan energi yang sedikit. Mekanisme teknik ini yaitu bahan inti yang sudah terdispersi dalam larutan polimer akan dilewatkan dalam *nozzle*. Cairan yang keluar dari *nozzle* akan membentuk tetesan dan mengalami proses solidifikasi akibat udara panas yang dilewatkan (Hasan, 2012).

Teknik ini memerlukan atomisasi emulsi atau suspensi bahan inti dan pembawa dengan gas kering yang dihasilkan oleh penguapan air yang cepat. Hasil pengeringan dengan *spray drying* akan berupa serbuk kering. Proses ini dikendalikan oleh aliran gas, suhu dan produk itu sendiri (O'riordan *et al.*, 2001). Keuntungan menggunakan metode ini yaitu pengoperasiannya cukup mudah dan efektif. Kekurangannya yaitu bahan inti akan mudah rusak karena dalam metode membutuhkan suhu tinggi sehingga proses ini memerlukan ketepatan saat penambahan dan pengendalian kondisi seperti suhu inlet dan outlet (Kailasapathy, 2002). Metode ini dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu produk yang berupa cairan didispersikan dalam penyemprot (*sprayer*), selanjutnya kontak antara semprotan dengan udara panas, pengeringan semprotan, dan pemisahan antara produk kering (aliran serbuk bebas) dan udara.

Keuntungan nanoenkapsulasi dengan metode pengeringan semprot ini diantaranya adalah meningkatnya stabilitas serbuk, teknik yang dapat dipercaya, biaya yang murah, menghasilkan serbuk berupa partikel enkapsulan yang kecil (mikrokapsul), teknik yang ramah, terhindar dari penggunaan pelarut organik, dilakukan satu tahap, atau berkelanjutan (*continuous*), metode yang fleksibel,

dapat digunakan untuk enkapsulasi polimer-polimer yang berbeda dan suhu yang berbeda (Yundhana, 2008).

Bahan inti enkapsulasi merupakan bahan spesifik yang akan disalut dan dapat berupa padatan maupun cairan. Konsentrasi senyawa bioaktif bervariasi biasanya mengandung 10%-95% berat inti. Tingkat pelepasan bahan inti, terutama ditentukan oleh struktur kimia, ketebalan film kapsul dan ukuran kapsul. Kecepatan pelepasan isi kapsul dapat dikontrol dengan mengontrol konsentrasi bahan penyalut yang digunakan (Marzuki, 2012).

Bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi harus memiliki ketebalan film yang tipis dan kohesif dengan bahan inti dan dapat bercampur dengan bahan kimia namun tidak bereaksi dengan bahan inti. Karakteristik yang dapat diketahui dari bahan penyalut yaitu kekuatan, fleksibilitas, impermeabilitas, sifat-sifat optik dan stabilitas. Ketebalan penyalut bervariasi, tergantung perbandingan konsentrasi bahan penyalut dengan bahan inti dan ukuran partikel dari bahan inti (Benita, 1996). Bahan penyalut yang umum digunakan seperti gum arab, *alginate*, kitosan, CMC (*Carboxymethyl Cellulose*), siklodekstrin dan maltodekstrin. Bahan penyalut lain seperti modifikasi pati (nanopartikel tapioka, nanokristalin sagu dan nanopartikel pati jagung).

2.7 Total Polifenol

Polifenol secara kimiawi dapat didefinisikan oleh adanya satu cincin aromatik yang membawa satu (fenol) atau lebih (polifenol) substitusi hidroksil, termasuk derivat fungsionalnya. Polifenol adalah kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan. Zat ini memiliki tanda khas yakni memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya. Polifenol memiliki spektrum luas dengan sifat kelarutan pada suatu pelarut yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh gugus hidroksil pada senyawa tersebut yang dimiliki berbeda jumlah dan posisinya. Degradasi polifenol dapat dihindari dengan penggunaan sampel yang kering atau beku, hal ini dikarenakan sampel yang memiliki kelembaban atau kadar air dapat membantu aktivasi enzim (Tsao, 2010). Polifenol terbukti memiliki aktifitas antimikroba terhadap sebagian besar bakteri patogen dan spesies jamur.

Turunan polifenol sebagai antioksidan dapat menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas. Polifenol merupakan komponen yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan dalam buah dan sayuran (Hattenschwiler dan Vitousek, 2000). Menurut Daglia (2012), polifenol adalah metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman yang memiliki peran penting dalam fisiologi tanaman serta memiliki sifat sehat yang potensial untuk manusia. Polifenol dapat berperan sebagai agen antioksidan, anti alergi, anti inflamasi, antikanker, anti hipertensi, dan anti mikroba. Beberapa jenis polifenol yang banyak diteliti sebagai antimikroba adalah flavonoid, tannin, alkaloid dan steroid.

2.8 Aktivitas Antioksidan

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi electron (elektron donor). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat (Winarti, 2010). Antioksidan dibutuhkan tubuh untuk melindungi dari serangan radikal bebas. Antioksidan adalah suatu senyawa dalam kadar atau jumlah tertentu mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi. Produksi antioksidan di dalam tubuh manusia terjadi secara alami untuk mengimbangi produksi radikal bebas. Antioksidan tersebut kemudian berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap radikal bebas, namun peningkatan produksi radikal bebas yang terbentuk akibat faktor stress, radiasi UV, polusi udara dan lingkungan mengakibatkan sistem pertahanan tersebut kurang memadai, sehingga diperlukan tambahan antioksidan dari luar (Muchtadi, 2013). Antioksidan di luar tubuh dapat diperoleh dalam bentuk sintesis dan alami. Antioksidan sintetis seperti buthylatedhydroxytoluene (BHT), buthylated hidroksianisol (BHA) dan ters-butylhydroquinone (TBHQ) secara efektif dapat menghambat oksidasi. Namun, penggunaan antioksidan sintetis dibatasi oleh aturan pemerintah karena, jika

penggunaannya melebihi batas justru dapat menyebabkan racun dalam tubuh dan bersifat karsinogenik, sehingga dibutuhkan antioksidan alami yang aman. Salah satu sumber potensial antioksidan alami adalah tanaman karena mengandung senyawa flavonoid, klorofil dan tannin (Lie, 2012). Mekanisme dalam antioksidan merangkap radikal bebas digolongkan menjadi dua yaitu mekanisme Hidrogen Atom Transfer (HAT) dan Electron Transfer (ET) (Okawa et al., 2001).

Pengujian aktivitas antioksidan pada umumnya menggunakan metode DPPH, yaitu dengan mereaksikan senyawa *1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl* (DPPH) dengan antioksidan. Adanya aktivitas perangkapan radikal bebas dapat ditandai dengan perubahan warna DPPH (ungu) menjadi warna kuning (Amic et al., 2003). Prinsip dari metode ini adalah adanya perubahan intensitas warna DPPH yang sebanding dengan konsentrasi larutan DPPH tersebut. Radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan akan memberikan warna ungu. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektronnya berpasangan. Perubahan intensitas warna ungu ini terjadi karena adanya peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh bereaksinya molekul DPPH dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh molekul senyawa sampel sehingga terbentuk senyawa *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine* dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning (Molyneux, 2004).

2.9 Aktivitas Antimikroba

Antimikroba adalah zat-zat kimia yang dihasilkan oleh fungi dan bakteri, zat tersebut memiliki khasiat atau kemampuan untuk mematikan/menghambat pertumbuhan kuman sedangkan toksisitas terhadap manusia relative kecil. Pernyataan tentang definisi antimikroba menurut Waluyo (2004) antimikroba merupakan suatu zat-zat kimia yang diperoleh/dibentuk dan dihasilkan oleh mikroorganisme, zat tersebut mempunyai daya penghambat aktifitas mikroorganisme lain meskipun dalam jumlah sedikit.

Antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang dapat mengganggu pertumbuhan dan aktivitas mikroba, khususnya mikroba perusak atau pembusuk makanan. Zat antimikroba dapat bersifat bakterisidal (membunuh bakteri),

bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri), fungisidal (membunuh kapang), fungistatik (menghambat pertumbuhan kapang) ataupun germisidal (menghambat germinasi spora bakteri). Keefektifan penghambat merupakan salah satu kriteria pemilihan suatu senyawa antimikroba untuk diaplikasikan sebagai bahan *antibacterial* seperti obat kumur dan *hand sanitizer*. Semakin kuat penghambatannya semakin efektif digunakan. Kerusakan yang ditimbulkan komponen antimikroba dapat bersifat mikrosidal (kerusakan tetap) atau mikrostatik (kerusakan sementara yang dapat kembali). Suatu komponen akan bersifat mikrosidal atau mikrostatik tergantung pada konsentrasi dan kultur yang digunakan. Mekanisme penghambatan mikroorganisme pada senyawa antimikroba dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya gangguan pada senyawa penyusun dinding sel, peningkatan permeabilitas membrane sel yang dapat menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, menginaktivasi enzim dan destruksi atau kerusakan fungsi material genetik (Akhanggit, 2010).

Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba, metode difusi dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu metode silinder, lubang (sumur) dan cakram kertas. Metode cakram kertas yaitu meletakkan beberapa cakram kertas dengan ukuran diameter 6 mm di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri dan kapang. tiap cakram kertas ditempatkan sedemikian rupa diatas media agar, sebelumnya cakram kertas di rendam pada larutan uji selama 30 menit. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri dan kapang diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling silinder (Dwidjoseputro, 2003).

2.10 Karakteristik *Streptococcus Mutans*

Streptococcus merupakan bakteri gram positif (+), bersifat nonmotil, diameter 1-2 μm , bakteri anaerob fakultatif, berbentuk bulat yang secara khas membentuk pasangan atau rantai selama masa pertumbuhannya, beberapa diantaranya merupakan flora normal pada manusia (Samaranayake, 2006). *Streptococcus* merupakan bakteri gram-positif. Akan tetapi, pada biakan yang tua dan bakteri yang mati ini menjadi gram-negatif. *Streptococcus* memperoleh

asupan energi dari gula. *Streptococcus* dapat diklasifikasikan menjadi *Streptococcus* α -hemolitik dan β -hemolitik. *Streptococcus mutans* sendiri masuk kedalam α -hemolitik golongan *Streptococcus viridans* (Jawetz *et al.*, 2005), tetapi terkadang *Streptococcus mutans* juga memiliki sifat non-hemolitik (Samaranayake, 2006). Menurut Philip dan Michael (2009) taksonomi *Streptococcus mutans* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Procaryotae*
Divisi : *Firmicutes*
Sub-divisi : *low G+C content of DNA*
Order : -
Family : *Streptococcaceae*
Genus : *Streptococcus*
Spesies : *Streptococcus mutans*

Kelompok *mutans* dari *streptococci* merupakan penyebab utama karies gigi tetapi dengan disertai faktor predisposisi (Samaranayake, 2006). Keempat faktor tersebut yaitu mikroorganisme, gigi, substrat dan waktu digambarkan sebagai empat lingkaran yang saling berhubungan (Kidd dan Bechal, 1992). Beberapa kelompok streptokokus merupakan flora normal manusia, kelompok lainnya berhubungan dengan penyakit-penyakit penting yang sebagian disebabkan oleh infeksi streptokokus dan sebagian lagi karena proses sensitisasi terhadap bakteri ini (Jawetz *et al.*, 2008).

2.11 Karakteristik *Candida albicans*

Genus *Candida* terdiri dari lebih dari 200 spesies dan merupakan spesies ragi yang sangat beragam yang ikatannya sama dengan tidak adanya siklus seksual. Tidak semua genus *Candida* dapat menyebabkan infeksi pada manusia, hanya beberapa spesies yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Spesies *Candida* yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia yaitu: *Candida albicans*, *Candida (Torulopsis) glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Candida kefyr*, *Candida guilliermondii*, *Candida lusitaniae*,

Candida stellatoidea, dan *Candida dubliniensis* (Dismukes *et al.*, 2003).

Taksonomi *Candida albicans* yaitu sebagai berikut (Maharani, 2012):

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Phylum	: <i>Ascomycota</i>
Subphylum	: <i>Saccharomycotina</i>
Class	: <i>Saccharomycetes</i>
Ordo	: <i>Saccharomycetales</i>
Family	: <i>Saccharomycetaceae</i>
Genus	: <i>Candida</i>
Spesies	: <i>Candida albicans</i>
Sinonim	: <i>Candida stellatoidea</i> dan <i>Oidium albicans</i>

Candida albicans adalah sel ragi bertulang tipis, gram positif, tidak memiliki kapsul, berbentuk oval hingga bulat dengan ukuran 3 – 4 μm . *Candida albicans* juga membentuk *pseudohifa* ketika tunas-tunasnya terus bertumbuh, tetapi gagal melepaskan diri sehingga menghasilkan rantai-rantai sel panjang yang bertakik atau menyempit pada lokasi penyekatan di antara sel. *Candida albicans* bersifat dimorfik, selain ragi dan *pseudohifa* *Candida albicans* juga dapat menghasilkan hifa sejati (Brooks *et al.*, 2013). *Candida albicans* berkembang biak dengan cara memperbanyak diri dengan spora yang tumbuh dari tunas yang disebut dengan blastospora (Siregar, 2004).

Organisme *Candida* tumbuh dengan mudah dalam botol kultur darah dan pada *plate* agar. Pada kultur media, spesies *Candida* terbentuk halus, berwarna putih krem, dengan koloni berkilau. Banyak spesies *Candida* mudah diidentifikasi berdasarkan karakteristik pertumbuhan dan kit komersial yang mengevaluasi asimilasi karbohidrat dan reaksi fermentasi serta memberikan identifikasi spesies dari isolat *Candida* selama 2-4 hari (Dismukes *et al.*, 2003).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di *Center for Development of Advanced Sciences and Technology* (CDAST), Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada bulan Oktober 2019 sampai September 2020.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan untuk pembuatan ekstrak tembakau, pembuatan nanopartikel, pembuatan kapsul dan peralatan pengujian. Alat yang digunakan untuk pembuatan ekstrak tembakau antara lain neraca analitik (MATRIX type Esj 210-4B), *shaker waterbath* (Menmert D-91126, Jerman), kertas saring kasar whatman no 42, *rotary evaporator* (Butchi, Jerman). Alat yang digunakan pada pembuatan enkapsulasi nanopartikel pati singkong yaitu alat fotooksidasi, *spray drying* (Lablant Spray Dryer SD-06, UK). Peralatan untuk pengujian meliputi *Particle Size Analyzer* (Malvern, USA), *drying oven* (Menmert B-30), spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS, China) dan *homogenizer* (Ultra Turax).

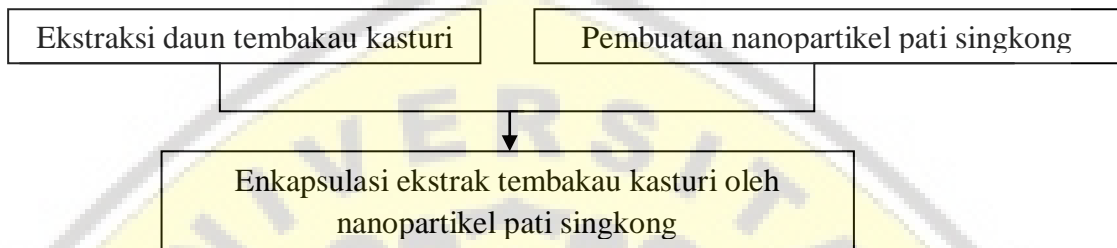
3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tembakau kasturi sebagai bahan utama, etanol 70%, pati singkong komersial (Pak Tani, Indonesia), H₂O₂ 30% (KgaA, Jerman), aquades, media SDA (*Sabouraud Dexttrose Agar*) (Oxoid, UK) dan media NA (*Nutrien Agar*) (Merck KGaA, Jerman), larutan NaCl 0,85%, reagen *follin ciocalteau*, Bakteri uji yang digunakan yaitu kultur murni bakteri *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang melalui tahapan ekstraksi daun tembakau, pembuatan nanopartikel pati singkong dan enkapsulasi ekstrak daun tembakau oleh nanopartikel pati singkong. Diagram alir rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Proses pembuatan enkapsulat ekstrak tembakau kasturi

Rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan perbedaan konsentrasi pati singkong sebagai perlakuan. Level perlakuan konsentrasi nanopartikel pati singkong adalah 5; 7,5; dan 10%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak dua kali ulangan. Pengujian yang dilakukan meliputi ukuran pati singkong termodifikasi, analisa rendemen, analisa total polifenol, analisa aktivitas antioksidan dan aktivitas antimikroba. Perlakuan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perlakuan penelitian enkapsulasi tembakau kasturi

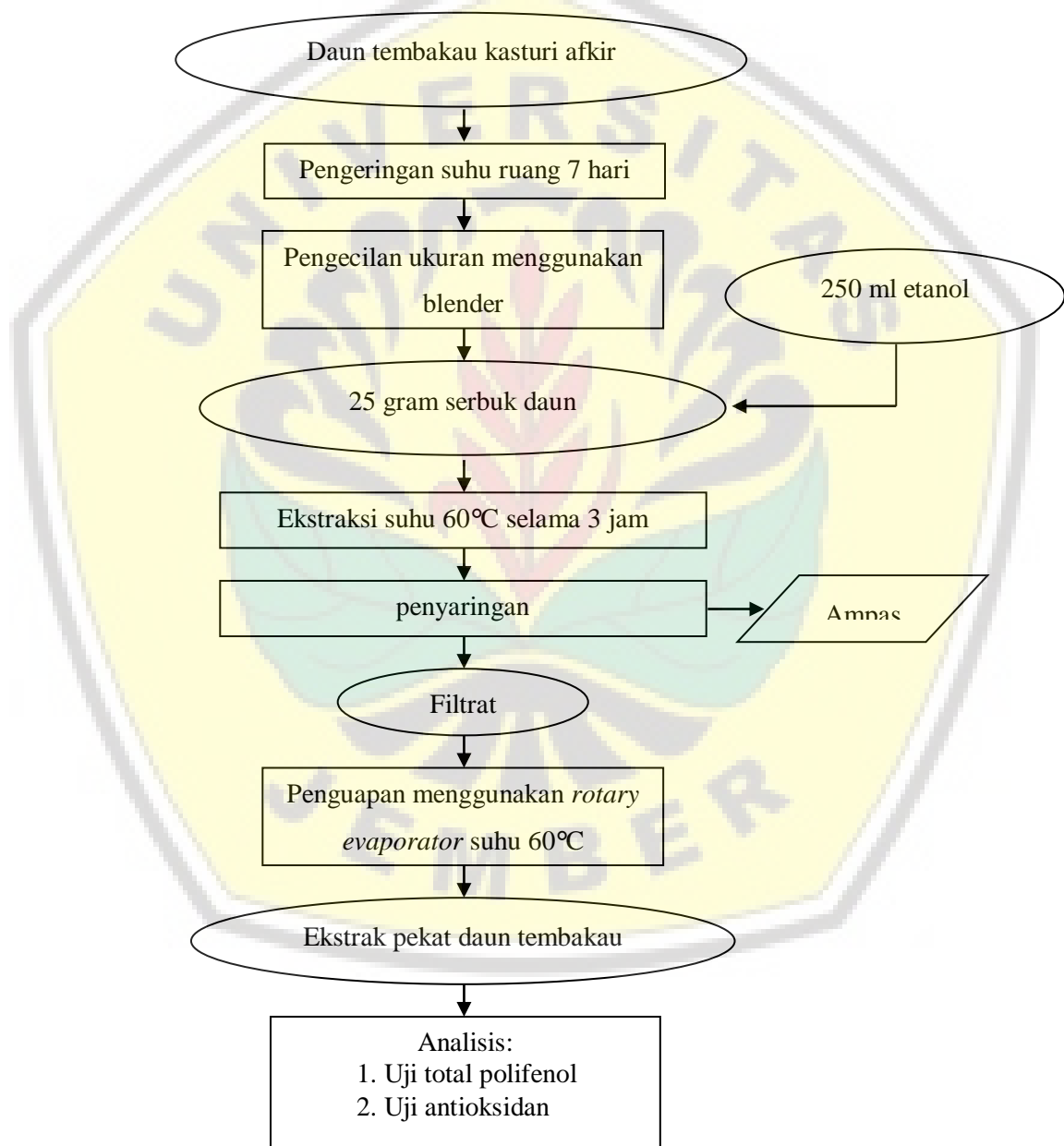
Perlakuan	Komposisi	
	Ekstrak Daun Tembakau (% b/b)	Pati Singkong (% b/b)
PS50	14,538	5
PS75	14,538	7,5
PS100	14,538	10

3.3.2 Tahapan Penelitian

a. Pembuatan Ekstrak Tembakau Kasturi

Penelitian ini diawali dengan mengeringkan daun tembakau kasturi afkir pada suhu ruang selama 7 hari. Daun tembakau yang sudah kering kemudian dikecilkan ukurannya dengan menggunakan blender. Daun tembakau yang telah halus sebanyak 25 gram, dimasukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 500 ml dan

ditambahkan etanol 70% sebanyak 250 ml. Ekstraksi dilakukan dalam *shaker waterbath* selama 3 jam pada suhu 60°C. Cairan disaring menggunakan kertas saring whatman no 42. Filtrat yang diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C. Ekstrak pekat yang didapat diukur total polifenol dan aktivitas antioksidannya. Diagram alir pembuatan ekstrak daun tembakau kasturi dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pembuatan ekstrak daun tembakau kasturi

b. Pembuatan nanopartikel pati singkong

Pembuatan nanopartikel pati singkong dilakukan melalui proses fotooksidasi berupa pemaparan sinar UV-C (panjang gelombang 254 nm) dan oksidator kuat hidrogen peroksida (H_2O_2). Pati singkong yang digunakan adalah 2,5% (b/v) dan H_2O_2 5% (v/v). Pembuatan *slurry* 4000 ml dari pencampuran 100 g pati singkong atau 2,5% (b/v), (H_2O_2) 5% (v/v) atau 666,67 ml dan penambahan aquades 3333 ml. *Slurry* yang terbentuk dimasukkan ke alat fotooksidasi, kemudian dilewatkan ke sinar UV-C secara sirkulasi selama 2 jam sambil diaduk rata. *Slurry* pati diendapkan dalam dirigen selama 24 jam, *Slurry* pati kemudian dilakukan pencucian dengan aquades dan didiamkan lagi selama 24 jam. Setelah itu, endapan *slurry* pati dilakukan pengeringan menggunakan *sun drying* selama 24 jam. Hasil pati yang terbentuk dilakukan pengecilan ukuran dengan blender selama 2-3 menit dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 100 mesh. Diagram alir pembuatan nanopartikel pati singkong ditunjukkan pada Gambar 3.3.

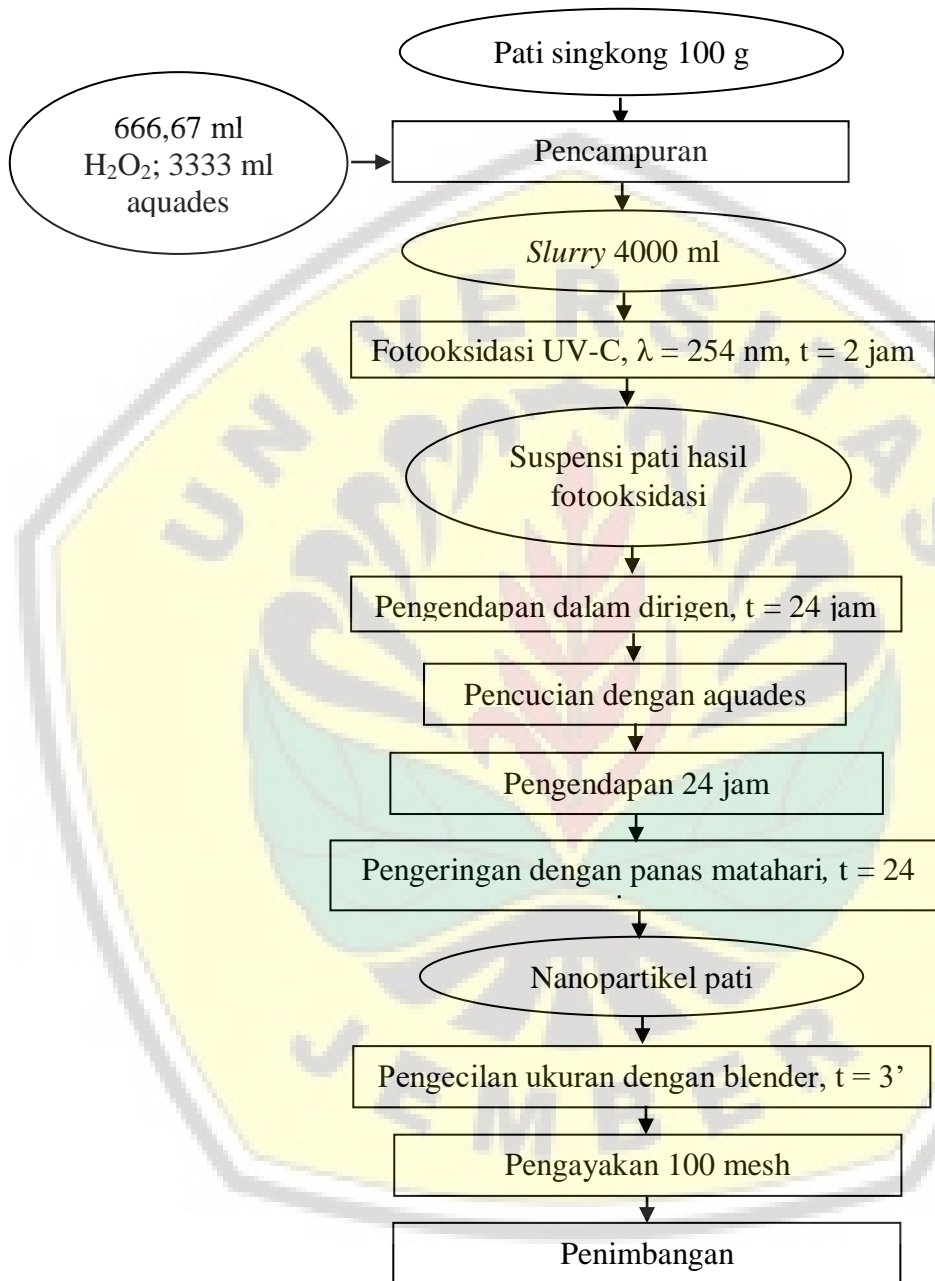
c. Enkapsulasi Ekstrak tembakau

Enkapsulasi ekstrak tembakau dilakukan melalui proses *spray drying*. Ekstrak tembakau dengan konsentrasi 14,538% (b/b) dilakukan pencampuran dengan nanopartikel pati singkong (5; 7,5; dan 10% (b/b)) dan dilakukan penambahan aquades hingga 200 ml. Suspensi yang terbentuk dilakukan homogenisasi menggunakan *homogenizer* selama 30 menit dengan kecepatan 6500 rpm. Kemudian suspensi dimasukkan dalam *spray dryer* pada suhu inlet (suhu pengeringan) ± 101 °C. Diagram alir pembuatan enkapsulan ekstrak tembakau dapat dilihat pada Gambar 3.4.

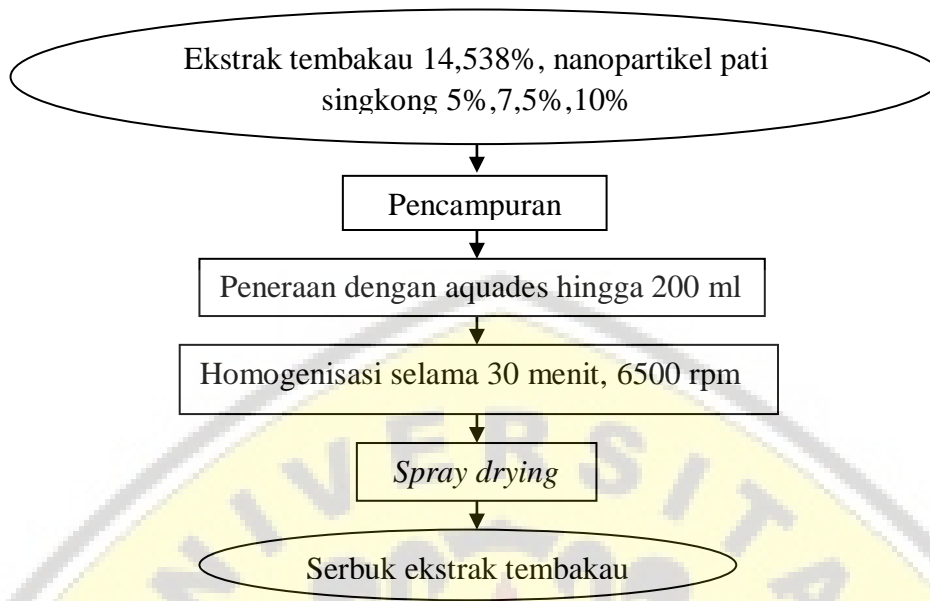
3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diuji dalam penelitian ini meliputi pengujian ukuran pati singkong termodifikasi menggunakan *Dynamic Light Scattering* (DLS) berdasarkan metode Burgess *et al.* (2004), rendemen berdasarkan metode Khamanga *et al.* (2009), total polifenol berdasarkan metode Windarwati (2011), antioksidan berdasarkan metode Khalaf *et al.* (2008) dan aktivitas antimikroba

terhadap *Streptococcus mutans* dan *Candida albican* menggunakan metode difusi cakram berdasarkan metode Ortez (2005).



Gambar 3.3 Pembuatan Nanopartikel Pati Singkong



Gambar 3.4. Pembuatan bubuk ekstrak tembakau

3.5 Prosedur Pengamatan

3.5.1 Ukuran Partikel Pati Singkong Terfotooksidasi

Ukuran partikel pati singkong diukur menggunakan prinsip *dynamic light scattering* menggunakan alat Malvern Zetasizer Nano (Malvern Instrumen Ltd, UK). Pengujian dilakukan pada suhu 25°C dengan waktu pembacaan 20 menit/sampel. Sampel dilarutkan dengan aquades dengan konsentrasi 1% (g nanopartikel pati kering/ml aquades) dan dimasukkan ke dalam kuvet sebanyak 1,5 ml atau setinggi 15 mm. Kuvet dimasukkan pada alat zetasizer nano dan hasil pengujian akan muncul pada layar komputer (Burgess *et al.*, 2004)

3.5.2 Rendemen Ekstrak Daun Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Nanopartikel Pati Singkong

Analisis rendemen dilakukan dengan cara menghitung berdasarkan berat ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi nanopartikel pati singkong per berat awal bahan sebelum dilakukan *spray drying*. Seluruh bahan meliputi pati singkong, ekstrak pekat daun tembakau dan aquades menjadi berat bahan awal. Kemudian, hasil pembagian dikalikan 100% sehingga didapatkan data berupa persen (Khamanga *et al.*, 2009).

$$\text{Rendemen (\%)} : \frac{\text{Berat ekstrak daun tembakau terenkapsulasi}}{\text{Berat awal bahan}} \times 100\%$$

3.5.3 Total Polifenol Ekstrak Tembakau Kasturi dan Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Nanopartikel Pati Singkong

Analisis total polifenol pada ekstrak tembakau kasturi dan serbuk nanopartikel tembakau kasturi dilakukan berdasarkan metode *follin-ciocalteu*. Sebanyak 0,02 ml sampel yaitu serbuk enkapsulat tembakau kasturi yang telah dijadikan larutan induk dan ekstrak tembakau kasturi dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades hingga volume 5 ml. Selanjutnya ditambahkan 0,5 ml reagen *follin-ciocalteu* pada larutan sampel dan dilanjutkan homogenasi menggunakan vortex dan didiamkan selama 5 menit. Sebanyak 1 ml larutan Na_2CO_3 7% ditambahkan ke dalam larutan sampel dan dilanjutkan homogenasi menggunakan vortex. Suspensi didiamkan pada ruang gelap selama 60 menit, kemudian diukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer *UV-Vis* pada panjang gelombang maksimal 765 nm yang akan memberikan warna kompleks biru. Analisa kandungan total polifenol diukur dengan menggunakan kurva standar yang dibuat dari asam galat pada beberapa konsentrasi. Kandungan total polifenol dinyatakan dalam mg asam galat per ml (mg GAE/mL) (GAE = *galic acid equivalent*) (Windarwati, 2011).

3.5.4 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tembakau Kasturi dan Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Nanopartikel Pati Singkong

Analisis aktivitas antioksidan pada ekstrak tembakau kasturi dan serbuk nanopartikel tembakau kasturi mengacu pada metode DPPH (Khalaf *et al.*, 2008). Langkah pertama yaitu sampel sebanyak 1 g serbuk enkapsulat ekstrak tembakau kasturi dan 1 ml ekstrak tembakau masing-masing ditera dengan aquades hingga 5 ml, diambil 1 ml lalu ditera dengan aquades hingga volume 10 ml dan dilanjutkan dengan vortex. Sebanyak 0,1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 3,9 ml etanol dan 1 ml DPPH. Selanjutnya divortex dan didiamkan selama 30 menit dengan ditutup menggunakan aluminium foil dan ditempatkan di tempat gelap. Setelah didiamkan selama 30 menit, diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Blanko (kontrol) dibuat dengan cara mengganti sampel dengan etanol

dan dilakukan dengan tahapan yang sama seperti pengukuran sampel. Perhitungan persen aktivitas antioksidan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = \frac{\text{abs.kontrol} - \text{abs.sampel}}{\text{abs.kontrol}} \times 100\%$$

3.5.5 Aktivitas Antimikroba Ekstrak Tembakau Kasturi dan Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Nanopartikel Pati Singkong Menggunakan Metode Difusi Cakram

Analisa aktivitas antimikroba daun tembakau kasturi mengacu pada metode difusi agar (*disc diffusion Kirby and Bauer*) (Ortez, 2005). Prinsip pengujian yaitu mengukur luas zona bening pada agar yang telah diberi sampel. Sebelum dilakukan uji antibakteri, alat dan bahan (kecuali serbuk dan ekstrak tembakau kasturi) disterilkan terlebih dahulu didalam autoklaf suhu 121°C selama 15 menit. Preparasi pembuatan biakan bakteri, diawali dengan sebanyak 1 ose kultur murni bakteri (*Streptococcus mutan* dan *Candida albican*) ditempelkan pada media miring agar NA dan SDA dengan pola zig-zag, dimana setiap perlakuannya dilakukan dalam keadaan steril didekat nyala api bunsen. Selanjutnya, biakan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pembuatan larutan uji dilakukan pembuatan stok larutan uji serbuk enkapsulat ekstrak tembakau kasturi dengan cara melarutkan 1,5 g serbuk nanopartikel ekstrak daun tembakau kasturi ke dalam 1,5 ml aquades steril serta pembuatan stok larutan uji ekstrak tembakau kasturi dengan cara penambahan 1 ml ekstrak tembakau kasturi ke dalam 1 ml aquades steril. Kemudian dilakukan pengenceran untuk beberapa stok larutan dengan konsentrasi 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Formula pengujian antimikroba dengan berbagai konsentrasi larutan uji ekstrak tembakau kasturi dan larutan uji serbuk enkapsulat tembakau kasturi dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. Penelitian pengujian antimikroba

Konsentrasi	Komposisi			
	Sampel ekstrak tembakau		Sampel serbuk enkapsulat tembakau kasturi	
	Aquades (ml)	Larutan uji ekstrak tembakau (ml)	Aquades (ml)	Larutan uji serbuk enkapsulat (ml)
0%	0,5	0,0	0,5	0,0
20%	0,4	0,1	0,4	0,1
40%	0,3	0,2	0,3	0,2
60%	0,2	0,3	0,2	0,3
80%	0,1	0,4	0,1	0,4
100%	0,0	0,5	0,0	0,5

Pada pengujian aktivitas antimikroba ini, cakram (*paper disc*) yang digunakan berukuran 6 mm dengan daya serap 0,05 ml tiap cakram dengan sampel yang diuji telah ditentukan sesuai dengan formulasi pada Tabel 3.2. Setelah itu, cakram dimasukkan ke setiap sampel selama 30 menit agar sampel bisa meresap ke dalam cakram. Untuk media agar yang sudah diautoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit, kemudian dinginkan sampai suhu 40 °C. Ambil sebanyak 0,1 ml bakteri yang telah di kultur dalam tabung reaksi, dipipet dan diinokulasi pada media agar lalu tuangkan media agar yang telah diinokulasi bakteri ke cawan petri, dan tunggu sampai media agar mengeras. Masing-masing cawan petri diberi label dan nomor sampel yang sesuai. Letakkan kertas cakram yang telah direndam sampel uji serbuk nanopartikel ekstrak tembakau kasturi dan ekstrak tembakau kasturi dengan pinset kedalam cawan petri lalu diinkubasi selama 24 jam. Setelah 24 jam kemudian diamati ada tidaknya zona bening disekitar kertas cakram. Zona bening yang terbentuk diukur diameternya menggunakan penggaris. Adanya daerah bening di sekeliling kertas cakram menunjukkan adanya aktivitas antibakteri. Perhitungan luas zona hambat dapat diketahui menggunakan rumus berikut :

$$\text{Luas Zona Hambat} = \text{Luas Zona Bening} - \text{Luas Kertas Cakram (Dewi, 2010)}$$

3.5 Analisis Data

Analisis data hasil penelitian akan diolah dengan menggunakan metode deskriptif. Data hasil penelitian diolah menggunakan Microsoft exel 2010, kemudian disusun dan dimuat dalam bentuk table atau grafik.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa enkapsulasi berpengaruh terhadap karakteristik dan aktivitas antibakteri ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong. Semakin tinggi konsentrasi bahan penyalut yang digunakan menyebabkan hasil pengukuran rendemen semakin tinggi, namun nilai total polifenol, aktivitas antioksidan dan aktivitas antibakterinya akan semakin menurun. Nilai rendemen tertinggi ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong yaitu 2,2% yang didapatkan dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 10%. Nilai total polifenol ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong tertinggi yaitu 58,52 mg GAE/g yang dihasilkan dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 5%, begitu pula dengan nilai aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 34,04% dihasilkan dari perlakuan penambahan pati singkong sebesar 5%. Penurunan total polifenol enkapsulat ekstrak daun tembakau kasturi berdampak pada penurunan kemampuan antibakterinya terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*. Ekstrak daun tembakau kasturi menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* sebesar 64 mm² dan 86 mm² terhadap pertumbuhan *Candida albicans*, sedangkan enkapsulat ekstrak daun tembakau kasturi menghasilkan aktivitas antibakterial terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* sebesar 85 mm² dan 152 mm² terhadap pertumbuhan *Candida albicans*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan yaitu perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait pengaplikasian serbuk ekstrak daun tembakau kasturi terenkapsulasi pati singkong modifikasi sehingga dapat meningkatkan nilai jual dari produk yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhanggit. 2010. Pengujian Aktivitas Antibakteri. <http://akhanggit.wordpress.com/2010/07/05pengujian-aktivitas-antibakter/> diakses pada 26 Agustus 2020.
- Alegantina, S. 2017. Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) Determination of Nicotine Levels in Tobacco Leaves and Characteristics of Tobacco Leaves Extract (*Nicotiana tabacum L.*), *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*, 1(2), pp. 112–119.
- Amic, D., Beslo, and Trinajstić. 2003. Structure-Radical Scavenging Activity Relationship of Flavonoids. *Croatia Chemica Acta* 76(1): 55-61.
- Amila, Rusnadi, dan Y. Lukmayani. 2008. Uji efek antipiretik jus jeruk nipis pada tikus putih galur Sprague dawley sel kelamin. *MIMBAR* 24(1): 27-35.
- Amila., Cepy, H., Yukeu, F., Fitrianti, D., dan Indra, T. 2008. Pengaruh Jenis Penyalut Terhadap Stabilitas Likopen Dalam Bentuk Sediaan Serbuk. *IJPST*, 3(3): 111-118.
- Anal, A., dan H. Singh. 2007. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends In Food Science & Technology* 18(5): 240-251.
- Andayani, R., Y. Lisawati, dan Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen Pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*. 13(1): 31-37.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. Washington: Benjamin Franklin Station.
- Arditta, R. Y. 2015. Substitusi Alginat dengan Tapioka Teroksidasi Pada Enkapsulasi Antioksidan Kulit Buah Kopi Secara *Coacervation*. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Arum, Y. P., Suparto dan Sudarmin. 2012. Isolasi dan Uji Daya Antimikroba Ekstrak Daun Kersen (*Muntingia calabura*). *Jurnal MIPA*. 35(2): 165-174.
- Avadi, M. R., A. M. Sadeghi, N. Mohammadpour, S. Abedim, F. Atyabi, R. Dinarvand, dan R. M. Tehrani. 2009. Preparation and Characterization of Insulin Nanoparticles using Chitosan and Arabic Gum with Ionic Gelation Method. *Nanomedicine* 6:58-63.
- Belitz, H. D. dan W. Grosch. 1987. *Food Chemistry*. 2nd Ed. New York: Springer.

- Benita, S., B. Magenheim., dan P. Wehrl. 1996. The use of factorial design in the development of nanoparticulate dosage forms. *Microencapsulation, Methods and Industrial Applications*. Mercel Ed. S. Benita. New York: Marcel Dekker Inc. Chap. 5: 93-132.
- Benozic, A., A. Aserin., dan N. Garti. 2019. Protein-polysaccharide interactions for stabilization of food emulsion. *J. Dispersion Sci and Technol* 23: 93-123.
- Bisht, S., G. Feldmann, S. Soni., R. Ravi., C. Karikar., dan A. Maitra. 2007. Polymeric nanoparticle encapsulated curcumin ("nanocurcumin"): a novel strategy for human cancer therapy. *Journal of Nanobiotechnology* 5(1): 3.
- Brooks, G. F. K. C. Carroll, J. S. Butel, S. A. Morse, dan T. A. Mietzner. 2013. Jawetz Melnick & Adelberg's Medical Microbiology. 26th ed. New York: Mc Graw-Hill.
- Burgess, D. J., E. Duffy., F. Etzler., A. J. Hickey. 2004. Particle size analysis: AAPS workshop report, cosponsored by the food and drug administration and the united states pharmacopeia. *The American Association of Pharmaceutical Scientists Journal Article* 6(3): 1-12.
- Cahyono. 1998. *Tembakau Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Kanisius., Yogyakarta.
- Cano-Chauca, M., P.C. Stringheta., A.M Ramos., dan J. Cal-Vidal. 2005. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* 6: 420-428.
- Charley, H. 1982. *Food Science*. 2nd ed. New York: John Willey and Sons.
- Chevalier, Y., dan M. A. Bolzinger. 2013. Emulsions stabilized with solid nanoparticles: pickering emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 439: 23-34.
- Chin, S. F., K. S. Iyer, dan M. Saunders. 2009. Encapsulation and sustained release of curcumin using superparamagnetic silica reservoirs. *Chemistry* 15(23): 5661-5665.
- Copeland, L., J. Blazek., H. Salman., dan M. C. Tang. 2009. Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloid* 23: 1527-1534.
- Corson, T.W., dan C. M. Crews. 2007. Molecular understanding and modern application of traditional medicines: triumphs and trials. *Cell*. 130(5): 769-774.
- Daglia, M. 2012. Polyphenols as Antimicrobial Agents. *Current Opinion in Biotechnology* 23(2): 174-181.

- Direktorat Jenderal Perkebunan 2014, *Pedoman Pembangunan Kebun Benih Tebu*; Direktorat Tanaman Semusim, Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Jakarta
- Dismukes, W. E., Pappas P. G., and Sobel J. D. 2003. *Clinical Mycology*. New York: Oxford University Press.
- Dismukes, W.E., Pappas, P.G., Rex, J.H., Sobel, J. D., Filler, S.G., Walsh, T.J dan Edwards, J.E., 2003, Guidelines for Treatment of Candidiasis. *Clinical Infectious Diseases*. p161-189.
- Dwidjoseputro, D. 2003. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- El-Hamzy, E. M. A. dan El-Kholany, E. A. 2014. Effects Of Spray Drying Conditions On The Physicochemical And Antioxidant Properties Of The Licorice (*Glycyrrhizaglabra*) Powder And Evaluation Of Their Antimicrobial Activity. *Journal of Applied Sciences Research*, 10(13): 72-86.
- Estiasih T dan E. Sofia. 2009. Stabilitas Antioksidan Bubuk Keluwak (*Pangium edule* Reinw.) selama pengeringan dan pemasakan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 10 (2): 115-122.
- Febrinda, A. E., Astawan, M., Wresdiyati, T., dan Yuliana, N.D. 2013. Kapasitas Antioksidan dan Inhibitor Alfa Glukosidase Ekstrak Umbi Bawang Dayak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24 (2): 161-167.
- Fuji, S., Y. Cai., J. V. M. Weaver., dan S. P. Armes. 2005. Syntheses of shell crosslinked micelles using acidic abctriblock copolymers and their application as pH responsive particulate emulsifiers. *Journal of the American Chemical Society* 127(20): 7304-7305.
- Gadow, A., E. Joubert., dan C. F. Hansman. 1997. Comparison of the antioxidant activity of asphalatin with that of other plant phenol of roibostea (*Asphalatuslinearis*). *J. Agric. Food Chem*. Vol 45: 632-638.
- Gamse, T. 2002. *Liquid-Liquid Extraction and Solid-Liquid Extraction*. Institute of Thermal Process and Environmental Engineering Graz University of Technology. 2-24.
- Gardjito, M., Murdiati, A., dan Aini, N. 2006. Mikroenkapsulasi β -karoten buah labu kuning dengan enkapsulan whey dan karbohidrat microencapsulation of β -carotene extract from winter squash fruit using whey and carbohydrate as encapsulant). *Jurnal Teknologi Pertanian* 2(1): 13-18.
- Gharsallaoui, A., G. Roudaut., O. Chambin., A. Voilley., dan R. Saruel. 2007. Applications of spray drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. *Food Res Int* 40(9): 1107-1121.

- Gibson, G. R. 2004. Prebiotics. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 18(2): 287-298.
- Grace, M. R. 1977. Cassava Processing. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Harbone, J. B. 1996. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. Bandung: Terbitan Kedua. Institut Teknologi Bandung.
- Harborne, J. 1999. The Comparative Biochemistry of Phytoalexin Induction in Plants. *Biochemical Systematics and Ecology*, 27(4): 335-367.
- Harborne, J.B., 1996, Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Diterjemahkan oleh Padmawinata, K., dan Soediro. Bandung : Penerbit ITB.
- Hasanah, U. 2013. Tapioka Teroksidasi Sebagai Substitusi Alginat pada Enkapsulasi Lada. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Hattenschwiler, S. dan Vitousek, P. M. 2000. The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *Review PII* 15(6):169-5347.
- Ho, L. P., A. H Pham dan V. V.M. Le. 2015. Effects Of Core/Wall Ratio And Inlet Temperature On The Retention Of Antioxidant Compounds During The Spray Drying Of Sim (*Rhodomyrtus tomentosa*) Juice. *Journal Of Food Processing And Preservation* 39(6): 2088-2095.
- Huda, M. 2012. Pembuatan nanopartikel lipid padat untuk meningkatkan laju disolusi kurkumin. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Institute of Food Technologies. 2005. *Functional Foods: Opportunities and Challenges*. Institute of Food Technologists.
- Isailovic, B., A. Kalusevic., N. Zurlul., M. T. Coelho., V. Dordevic., V. D. Alves., I. Sousa., M. Moldao-Martins., B. Bugarski., dan V. A. Nedovic. 2012. Microencapsulation of natural antioxidants from *Pterospartum tridentatum* in different alginate and inulin systems. *Central European Congress on Food*, 6: 1075-1081.
- Jafarii, S.M., E. Assadppor, LI. Yinghe, dan B. Bhandari. 2008. Encapsulation Efficiency of Food Flavours and Oils During Spraying Drying. *Drying Technology* 26(7): 816-835.
- Jain, K. 2008. *The Handbook of Nanomedicine*. Basel: Humana Press.
- Jain, K. K. 2008. *The Handbook of Nanomedicine*. Basel: Humana press.
- Jawetz, Melnick dan Adelberg. 2005. Medical microbiology. Jakarta: penerbit buku kedokteran EGC.

- Jawetz, Melnick dan Adelberg. 2008. Medical microbiology. Edisi 23. Jakarta: penerbit buku kedokteran EGC.
- Juliana, N. 2007. Pengolahan Durian (*Durio zibethinus*) Fermentasi (Tempoyak). *Jurnal UNILA* 12(2): 70-80.
- Jurenka, J. S. 2009. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *curcuma longa*: a review of preclinical and clinical research. *Alternative Medicine Review*, 14(2): 141-153.
- Kailasapathy, K. (2002). Microencapsulation of probiotic bacteria: Technology and potential applications. *Current Issues in Intestinal Microbiology* 3: 39-48.
- Kamsina, K., N. Nurmiati, dan P. Periadnadi. 2017. Aplikasi Isolat Bakteri Indigenous Ubi Kayu Karet (*Manihot glaziovil*) pada Fermentasi Pembuatan MOCAF. *Jurnal Litbang Industri* 7(2):111-121.
- Kania, W., M. M. A. Andriani dan Siswanti. 2015. Pengaruh Variasi Rasio Bahan Pengikat Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak (*Lablab purpureus (L.) sweet*). *Jurnal Teknosains Pangan*.4(3): 16-29.
- Kennedy, J. F., C.J Knill C.J., D. WTatlor. 1995. Maltodekstrin. Dalam: Kearsley MW, Dziedzeic SZ, eds. *Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives*. Backie Academic and Professional, 65-78.
- Kesumawardhany, B. dan S. R. Mita. 2014. Pengaruh penambahan tween 80 sebagai enhancer dalam sediaan transdermal. *Farmaka* 14(2). Bandung: Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran.
- Khalaf, N., A. Shakyaa, A. Al-Othman, Z. El-agbar, dan H. Farah. 2008. Antioxidant Activity of Some Common Plants. *Turkish Journal of Biology*32: 51-55.
- Khamanga, S. M., Parfitt, N., Tsitsi Nyamuzhiwa, Haidula, H., dan Walker, R. B. 2009. The Evaluation of Eudragit Microcapsules Manufactured by Solvent Evaporation Using USP Apparatus 1. *Dissolution Technologies*.
- Khamanga, S.M., Parfitt, N., Tsitsi, N., Haidula, H. dan Walker, R. B. 2009. The evaluation of eudagrit microcapsules manufactured by solvent evaporation using usp apparatus 1. *Dissolution technologies*.
- Khasanah, L. U., R. Utami., B. K. Anandhito dan A. E. Nugraheni. 2014. Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Fermentasi Padat Dan Cair Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Mutu Minyak Atsiri Daun Kayu Manis. *Jurnal Agritech*. 34(1): 36-42.

- Kidd, E.A. M., dan Bechal, S. 1992. Dasar-dasar Karies: Penyakit dan penanggulangannya. Jakarta: EGC.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Modifikasi Pati*. EbookPangan.com
- Koswara. 2009. *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebookpangan.com.
- Krasaekoopt, W.,B.Bhandari, dan H. Deeth. 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal*13(1): 3-13.
- Kurniawati, M. A. 2016. Pengaruh Harga Tembakay Internasional, Jumlah Produksi Domestik dan Nilai Tukar Terhadap Nilai Ekspor Tembakau Indonesia. *Jurnal Ekonomi Nasional*. Fakultas Administrasi Universitas Brawijaya
- Le Corre, D., J. Bras, dan A. Dufresne, 2010. Strach Nanoparticles; a Riview. *Biomacromolecules*11(5): 1139-1153.
- Lie, A. 2012. Cooperative Learning. Jakarta: Grasindo.
- Maharani, S. 2012. Kanker: Mengenal 13 Jenis Kanker dan Pengobatannya. Jakarta: Kata Hati.
- Marzuki, A. 2012. Kimia Analisis Farmasi. Makassar: Dua Satu Press.
- Molyneux, P. 2004. The Use of Stable Free Radical Dhipenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *J. Sci. technol.* 26(2): 211-212.
- Moorthy, S. N. 2004. Tropical Sources of Starch. Florida: CRC Press.
- Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 2013. Prinsip Proses dan Teknologi Pangan. Bandung: Alfabeta.
- Mulik, R.S.,J.Mönkkönen.,R. O.Juvonen.,K. R. Mahadik., danA. R. Paradkar. 2012. Apoe3 mediated polymeric nanoparticles containing curcumin: apoptosis induced in vitro anticancer activity against neuroblastomacells. *Int. J. Pharm.* 437: 29-41.
- Novitasari, K. 2010. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. *Current Issues Intestinal Microbiology* 3(2): 39-48.
- Novitasari, E., Fitriya dan L. Anwar, 2010. Isolasi senyawa fenolat dari fraksi etil asetat kulit batang tumbuhan gandaria. *Jurnal Penelitian Sains*, 13, 1, 10-14.
- Nugrahaeni, I. 2008. Pelepasan Terkendali Kalium Klorida dalam Mikrosfer Kitosan dengan Metode Tautan Silang. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

- Okawa, M., J. Kinjo, T. Nohara, dan M. Ono. 2001. DPPH Radical Scavenging Activity of Flavonoids Obtained from Some Medicinal Plants. *Biol Pharm Bull* 24(10): 1202-1205.
- Ortez, J. H. 2005. Disk Diffusion Testing in Manual of Antimicrobial Susceptibility Testing. Marie B. Coyle, American Society for Microbiology.
- Pradila, N. A. 2019. Potensi Ekstrak Daun Murbei (*Morus albal.*) Terenkapsulasi Sebagai Antioksidan Dan Antibakteri. *Skripsi*. Jember: FTP Universitas Jember.
- Purnomo, W., L. U. Khasanah., dan R. B. K. Anandito. 2014. Pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*TectonagrandisL.f.*). *J. Aplikasi Teknologi Pangan* 3: 121-129.
- Puspitasari, D. 2018. Pengaruh Metode Perebusan terhadap Uji Fitokimia Daun Mangrove *Excoecaria agallocha*. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sosial Humaniora* 3(2):423-428.
- Putri, R. H., I. Barid, dan B. Kusumawardani. 2014. Daya Hambat Ekstrak Daun Tembakau terhadap Pertumbuhan Mikroba Rongga Mulut. *Jurnal Kedokteran Gigi* 11(2):27-31.
- Rahman, A dan Sumantri. 2007. Analisis Makanan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ratna, Y.Q., U.T. Ardani, dan Z. Fathiana. 2016. Daya Antibakteri Ekstrak dan Fraksi-fraksi Daun Jambu Mete (*Anacardiumaccidentale L.*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Sensitif dan Multiresisten. *Jurnal Ilmu Kefarmasian* 14(1): 103-110.
- Reineccius, G. A. 2004. The spray drying of food flavours. *Drying Technology*.22(6): 1289-1324.
- Research and Market. 2014. Functional Food and Nutraceuticals Market (2014 2020) - By Type (Foods, Beverages, Supplements); Benefits (Health and Wellness, Disease Prevention, Fitness, Beauty); Origin & Ingredient. [online]. Tersedia di [http://www.researchandmarkets.com/research/m9qvs/global_functional.Diakses2016 Maret 20](http://www.researchandmarkets.com/research/m9qvs/global_functional.Diakses2016%20Maret%20).
- Risch, S. 1995. Encapsulation: Overview of Uses and Techniques. *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*, 2-7.
- Rosmawani, M., M. Ahmad.,dan J. M. Daud. 2007. Potensi kurkumin sebagai penunjuk ph semula jadi untuk pembangunan sensor optik ph. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 11(2): 351-360.

- Rowe, R. C., P. J. Sheskey., dan P. J. Weller. 2003. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Edisi IV. London: Publisher-Science and Practice Royal Pharmaceutical Society of Great Britain. Hal. 181-185, 453-455.
- Roy, P., S. Das., T. Bera., S. Mondol., dan A. Mukherjee. 2010. Andrographoide nanoparticles in leishmaniasis: characterization and in vitro evaluations. *International Journal Nanomedicine* 5: 1113-1121.
- Sadek, P.C., 2002, *The HPLC Solvent Guide*, Second Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Samaranayake, L. 2006. *Essential Microbiology for Destrinity*. 3rd ed. Philadelphia: Churcill Livingstone Elsevier.
- Sarker, S.D., dan L. Nahar. 2007. *Bioactivity of Turmeric in Turmeric: The Genus Curcuma*. Taylor and Francis Group, LLC 258-285.
- Selawa, W., M. R. J. Runtuwene., dan G. Citraningtyas. 2013. Kandungan Flavonoid dan Kapasitas Antioksidan Total Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anrederacordifolia* (Ten.) Steenis. *Jurnal Ilmiah Farmasi Pharmacon*. Manado. Universitas Sam Ratulangi.
- Septiana, E. dan P. Simanjuntak. 2015. Aktivitas Antimikroba dan Antioksidan Ekstrak Beberapa Bagian Tanaman Kunyit (*Curcuma longa*). *Jurnal Fitofarmaka*. 5(1): 31-40.
- Sethi, P., A. Jyoti., E. Hussain., dan D. Sharma. 2009. Curcumin Attenuates Aluminium Induced Functional Neurotoxicity in Rats. *Pharmacology Biochemistry And Behavior* 93(1): 31-39.
- Shaikh, J., D. D. Ankola., V. Beniwal., D. Singh., dan M. N. V. Kumar. Nanoparticle encapsulation improves oral bioavailability of curcumin by at least 9-fold when compared to curcumin administered with piperine as absorption enhancer. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 37(3 4):223-230.
- Sidik, M. W., dan A. Muhtadi. 1995. *Temulawak (Curcuma xanthorrhiza)*. Yayasan Pengembangan Obat Bahan Alam Phytomedica.
- Singelton dan Rossi dalam Othmanet *et al.*, K.O., D. Andrews, K. Buckle, dan P. Conway. 2005. Evaluation of microencapsulation of a bifidobacterium strain with starch as an approach to prolonging viability during storage. *J Appl Microbiol* 91: 1059-1066.
- Siregar, C. J. P. 2004. *Farmasi Rumah Sakit*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran ECG.

- Siregar, T. M dan C. Kristanti. 2019. Mikroenkapsulasi Senyawa Fenolik Ekstrak Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* K.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1): 31-37.
- Skoog, D. A., F. J. Holler., dan S. R. Crouch. 2007. Principles of Instrumen Analysis, 20.
- Srihari, E., F. S. Lingganingrum., R. Hervita., S. Wijaya. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*: 1411-4216.
- Suarni, M., Aqil., dan I. U. Firmansyah. 2008. Starch characterization of several maize varieties for industrial use in Indonesia. *Proceeding of The 10th Asian.Regional Maize Workshop*.p.74-78.
- Sudarmadji, C. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*.Yogyakarta; Liberty.
- Suksaeree, J., C. Monton., dan A. Sakunpak.2014. Formulation and in vitro study of ketoprofen pseudolatex gel for transdermal drug delivery system. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.6(2): 248-253.
- Sumanti, D. M. 2016. Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *Jurnal Penelitian Pangan Volume 1.1*. P - ISSN: 2528-3537.
- Suryanarayana, C. 2001. Mechanical Alloying and Milling. *Journal Science* 1-18.
- Suryanarayana, C. 2001. Mechanical Alloying and Milling. *Progress in Material Science* (46), 1-184.
- Susilowati, E.Y. 2006. Identifikasi Nikotin dari Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Kering dan Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau Sebagai Insektisida Penggerek Batang Padi (*Scirpophagainnonata*). Skripsi tidak dipublikasikan. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Syamsuhidayat dan Hutapea, J.R., 1991, Inventaris Tanaman Obat Indonesia, 305-306, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta.
- Tirtosastro, S dan A. S. Mardiyati. 2010. Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*, 2(1): 33-43.
- Tsao, R. 2010. Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *J. Nourient*: 1231-1246.

- Uniqema. 2004. *The HLB Systems, a Time Saving Guide to Surfactant Selection. Presentation to the Midwest Chapter of The Society of Cosmetic Chemists*, Marc 9th 2004.
- Van der Goot, H. 1997. The Chemistry and quantitative structure activity relationships of curcumin, in recent development in curcumin pharmacology. *Proceedings of the International Symposium on Curcumin Pharmacology (15cp)*.
- Wade, A., dan P. J. Weller. 1994, *Handbook of Pharmaceutical Excipients second edition*. 71-73, 204-206 229-231, 310-313, 538-540. London: Pharmaceutical Press.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. Malang: UMM Press.
- Wang, Y., M. Pan., A. Cheng., L. Lin., Y. Ho., C. Hsieh., dan J. Lin. 1997. Stability of curcumin in buffer solutions and characterization of its degradation products. *Journal Of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 15(12): 1867-1876.
- Wijesekera, ROB, 1991. The Medicinal Plant Industry. Washington DC : CRC Press, pp. 85-90
- Winarti C, Sunarti TC, dan Richana N. 2011. Produksi dan aplikasi pati nanopartikel. *Buletin Teknologi Pasca Panen*. 7(2): 104 – 114.
- Winarti, S. 2010. Makanan Fungsional. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Windarwati, S. 2011. Pemanfaatan Fraksi Aktif Ekstrak Tanaman Jarak Pagar Sebagai Zat Antimikroba dan Antioksidan Dalam Sediaan Kosmetik. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wurzburg , O. B. 1989. Modified Starches: properties and uses. Boca Raton Florida: CR Press, Inc
- Yanuar, F. A., P. Darmadji., dan Y. Pranoto. 2007. Mikroenkapsulasi Oleoresin Ampas Jahe (*Zingiberofficinale* var. *Rubrum*) dengan penyalut maltodekstrin. *Agritech*. 34(1).
- Yuliani, S., Desmawarni., N. Harimurti., dan S. S. Yuliani. 2007. Pengaruh laju aliran umpan dan suhu inlet spray drying pada karakteristik mikro kapsul oleoresin jahe. *J. Pascapanen*. 4(1): 18-26.
- Yuliawaty, S. T dan H. S. Wahono. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (1): 41-52.

Yundhana, Y. 2008. Mikroenkapsulasi Obat Anti Peradangan Ketoprofen yang Tersalut Gel Kitosan-Karboksi Metil Selulosa. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB.

Zhang, Y. R., X. L. Wang., G. M. Zhao., dan Y. Z. Wang. 2012. Preparation and properties of oxidized starch with high degree of oxidation. *Carbohydrate Polymers*87: 2554-2562.



LAMPIRAN

4.1 Rendemen Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi

Konsentrasi (%)	Ulangan	Hasil Spray Drying	Rendemen	Rata-rata	STDEV
5	1	1,91	0,955	0,85	0,148
	2	1,49	0,745		
7,5	1	2,98	1,490	1,357	0,187
	2	2,45	1,225		
10	1	4,87	2,435	2,2	0,332
	2	3,93	1,965		

4.2 Total Polifenol**4.2.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi**

Ulangan	Total Polifenol	Rata-Rata Duplo	Rata-Rata Ulangan	STDEV	RSD
1	1	61,067	61,945	5,185	8,229
	2	68,879			
	3	59,068			
2	1	63,792	60,885	3,330	5,470
	2	61,612			
	3	57,251			

4.2.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi

Konsentrasi (%)	Ulangan	Total Polifenol	Rata-Rata Triplo	Rata-Rata Ulangan	STDEV	RSD
5	1	57,433	56,706	58,523	0,727	1,282
		55,979				
		56,706				
	2	68,879	60,340	7,441	12,331	
		55,253				
		56,888				
7,5	1	31,814	30,966	36,841	3,886	12,548
		34,358				
		26,727				
	2	40,717	42,716	5,117	11,978	
		38,900				
		48,530				

		20,004				
	1	23,456	20,852		2,301	11,033
10		19,096		25,092		
		32,541				
	2	27,090	29,331		2,852	9,722
		28,362				

4.3 Aktivitas Antioksidan

4.3.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi

Ulangan	Absorb Blanko	Absorb Sampel	Total Antioksidan	Rata-Rata Ulangan	STDEV	RSD
1	1	1,525	0,765	49,836		
	2	1,732	0,782	54,849	52,355	2,507
	3	1,661	0,791	52,378		
1	1,525	0,740	51,475			
2	2	1,732	0,715	58,718	55,796	3,818
	3	1,661	0,711	57,194		

4.3.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi

Konsen (%)	Ulangan	Total Antioksidan	Rata-Rata Triplo	Rata-Rata Ulangan	STDEV	RSD
5	1	31,016	29,049	34,035	7,051	20,718
		26,492				
		29,639				
	2	40,193	39,021			
		39,286				
		37,585				
7,5	1	26,098	25,727	29,993	6,033	20,116
		24,852				
		26,229				
	2	34,184	34,259			
		34,524				
		34,070				
10	1	20,262	19,978	25,219	7,412	29,392
		21,180				
		18,492				
	2	31,576	30,461			
		30,215				
		29,592				

4.4 Aktivitas Antimikroba

4.4.1 Ekstrak Daun Tembakau Kasturi

Media	Ulangan	Konsentrasi	Diameter Rata-Rata	Luas Zona	Luas cakram	Zona Bening
NA	1	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
		20%	6,667	34,892	28,260	6,632
		40%	7,333	42,212	28,260	13,952
		60%	8,333	54,509	28,260	26,249
		80%	9,667	73,359	28,260	45,099
		100%	10,000	78,500	28,260	50,240
	2	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
		20%	8,000	50,240	28,260	21,980
		40%	9,333	68,377	28,260	40,117
		60%	9,667	73,359	28,260	45,099
		80%	10,667	89,321	28,260	61,061
		100%	11,667	106,853	28,260	78,593
SDA	1	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
		20%	8,333	54,509	28,260	26,249
		40%	9,000	63,585	28,260	35,325
		60%	11,333	100,823	28,260	72,563
		80%	11,333	100,823	28,260	72,563
		100%	13,000	132,665	28,260	104,405
	2	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
		20%	8,000	50,240	28,260	21,980
		40%	8,667	58,967	28,260	30,707
		60%	9,000	63,585	28,260	35,325
		80%	9,667	73,359	28,260	45,099
		100%	11,000	94,985	28,260	66,725

Keterangan:

Penggunaan media NA = *Streptococcus mutans*

Penggunaan media SDA = *Candida albicans*

4.4.2 Serbuk Ekstrak Tembakau Kasturi Terenkapsulasi Pati Singkong Modifikasi

Media	Ulangan	Konsentrasi	Diameter Rata-Rata	Luas Zona	Luas Cakram	Zona Bening
NA	1	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
		20%	9,333	68,377	28,260	40,117
		40%	10,000	78,500	28,260	50,240

	60%	10,333	83,815	28,260	55,555
	80%	10,667	89,321	28,260	61,061
	100%	11,333	100,823	28,260	72,563
	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
	20%	8,667	58,967	28,260	30,707
2	40%	8,000	50,240	28,260	21,980
	60%	8,667	58,967	28,260	30,707
	80%	9,667	73,359	28,260	45,099
	100%	12,667	125,955	28,260	97,695
	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
	20%	6,667	34,892	28,260	6,632
1	40%	7,000	38,465	28,260	10,205
	60%	8,333	54,509	28,260	26,249
	80%	11,333	100,823	28,260	72,563
SDA	100%	15,000	176,625	28,260	148,365
	0%	6,000	28,260	28,260	0,000
	20%	9,333	68,377	28,260	40,117
2	40%	9,667	73,359	28,260	45,099
	60%	10,333	83,815	28,260	55,555
	80%	12,333	119,401	28,260	91,141
	100%	15,333	184,554	28,260	156,294

Keterangan:

Penggunaan media NA = *Streptococcus mutans*

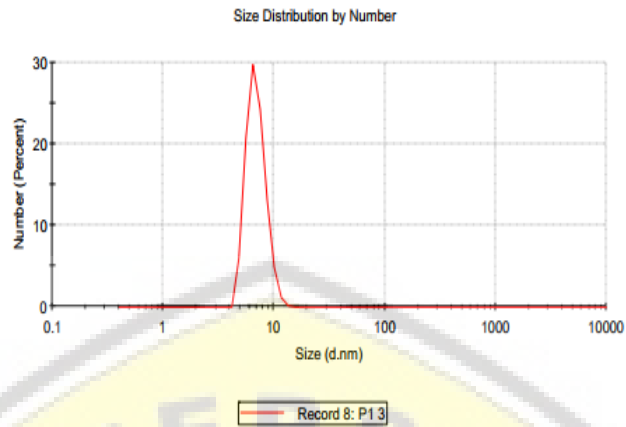
Penggunaan media SDA = *Candida albicans*

4.5 Ukuran Partikel Pati Singkong Termodifikasi

Ulangan	Ukuran Partikel (Nm)	Indeks Polidispersitas
1	7,005	0,630
2	8,677	0,413
3	6,034	0,348

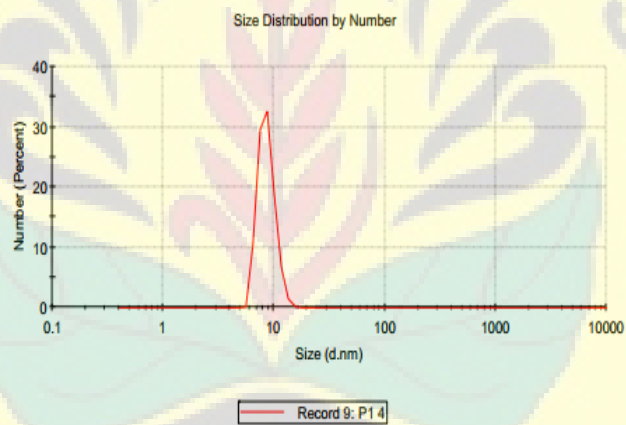
4.5.1 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 1

Ukuran	STDEV	Intercept
7,005	1,412	0,935



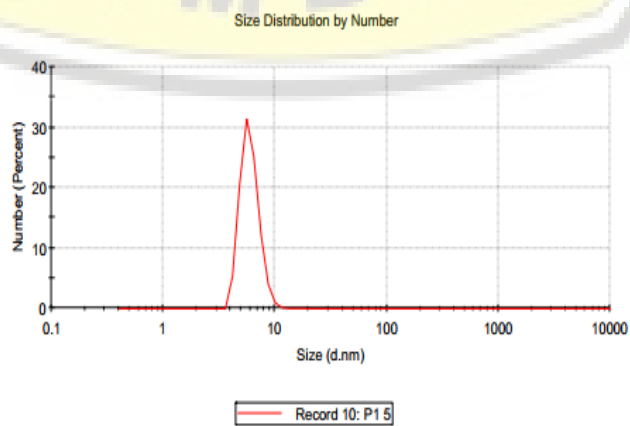
4.5.2 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 2

Ukuran	STDEV	Intercept
8,677	1,527	0,905






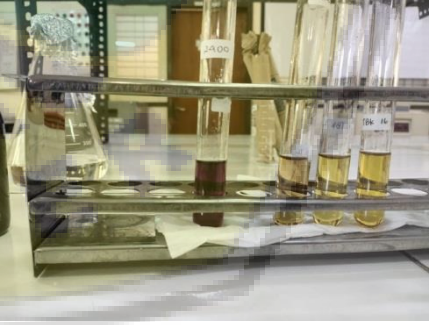


4.5.3 Hasil Pengukuran Partikel Pati Singkong Ulangan 3

Ukuran	STDEV	Intercept
6,034	1,266	0,900



3.3 Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian

	
<p>Pengecilan ukuran tembakau kasturi</p>	<p>Proses evaporasi tembakau kasturi</p>
	
<p>Proses Ekstraksi daun tembakau kasturi</p>	<p>Alat fotooksidasi nanopartikel</p>
	
<p>Pengujian aktivitas polifenol</p>	<p>Pengujian total polifenol</p>



Homogenisasi nanopartikel pati singkong dan ekstrak tembakau kasturi



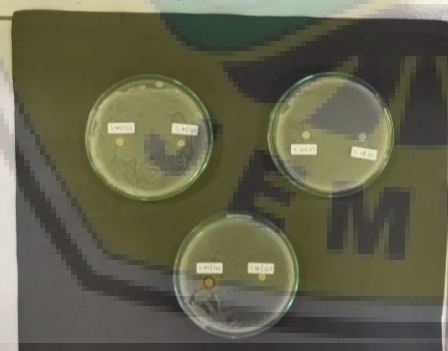
Pengaturan suhu spray drying



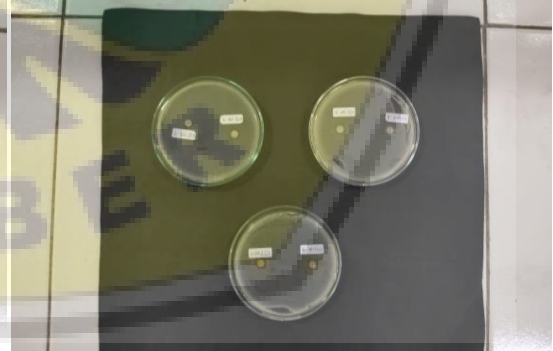
Proses spray drying



Hasil spray drying berbagai konsentrasi



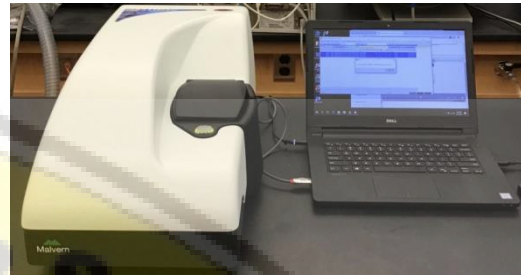
Pengujian antimikroba ulangan 1



Pengujian antimikroba ulangan 2



Penimbangan 1 ml ekstrak daun
tembakau



Alat Malvern Zetasizer Nano

