



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

SMART TEXTILES DENGAN TEKNOLOGI BARU MIKROENKAPSULASI

BIDANG KEGIATAN : PKM-GT

Diusulkan oleh :

Ketua	: Faisal Noer Ariandy	C34080086	2008
Anggota	: Rico Alwinskyah	C34080019	2008
	Evi Fratiwi	C34080011	2008

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**



HALAMAN PENGESAHAN USUL PKM

1. **Judul Kegiatan** : *Smart Textiles* dengan Teknologi Baru Mikroenkapsulasi
2. **Bidang Kegiatan** : PKM-GT
3. **Bidang Ilmu** : Pertanian
4. **Ketua Pelaksana Kegiatan**
 - a. Nama Lengkap : Faisal Noer Ariandy
 - b. NIM : C34080086
 - c. Jurusan : Teknologi Hasil Perairan
 - d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumah : Wisma Gaja Balio, Bogor
 - f. No. Hp : 089 884 58 196
 - g. Alamat E-mail : faishop@yahoo.com
5. **Anggota Pelaksana Kegiatan** : 2 orang
6. **Dosen Pendamping**
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si.
 - b. NIP : 196906031998021001
 - c. Alamat Rumah : Taman Yasmin Jl. Katelia III/23 Bogor
 - d. No. Tel./HP : 0812 802 2114

Bogor, 25 Maret 2010

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan Ketua Pelaksana Kegiatan

(Dr. Ir. Ruddy Suwandi, MS., M.Phil.)
NIP. 19580511 198503 1 002

(Faisal Noer Ariandy)
NIM. C34051668

Wakil Rektor
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS.)
NIP. 19581228 198503 1 003

(Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si.)
NIP. 19690603 199802 1 001



KATA PENGANTAR

Puji syukur Kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunianya kami dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Karya tulis ini mengambil judul “*smart textiles* dengan teknologi baru mikroenkapsulasi”. Mikroenkapsulasi memiliki potensi yang sangat besar untuk memperbaiki kemampuan berbagai proses penggunaan, sekaligus penampakan tekstil, terutama dalam mengontrol pelepasan dan memperkuat stabilitas melawan faktor eksternal seperti cahaya dan agen oksidasi. Kami berharap semoga tulisan ini dapat memberikan solusi kepada bangsa Indonesia untuk dapat mengembangkan mikroenkapsulasi dengan tinjauan tentang dasar-dasar industri dan aplikasi saat ini serta perkembangan untuk mempertimbangkan tren masa depan. Konsep interaksi, panas dan perpindahan massa ditelaah dalam konteks pengujian dengan perhatian juga diberikan kepada metode karakterisasi.

Pada kesempatan kali ini kami mengucapkan terimakasih kepada bapak Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si. yang telah banyak mengarahkan, membimbing, dan memberikan masukan serta inspirasinya untuk dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik.

Akhir kata, kami ucapkan terimakasih kepada pihak DIKTI yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi kami untuk dapat menuangkan ide-ide kreatif ke dalam suatu tulisan yang bermanfaat.

Bogor, Maret 2010

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN USUL PKM	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	vii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	1
Manfaat	1
GAGASAN	3
Preparasi dan Penggunaan Mikroenkapsulasi	3
Pengelompokan Mikroenkapsulasi	4
Mikroenkapsulasi dalam <i>Coating</i> dan Tekstil Laminating	5
Aplikasi Mikroenkapsulasi	7
KESIMPULAN	11
DAFTAR PUSTAKA	12

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RINGKASAN

Produk tekstil, khususnya garmen dari Indonesia tetap memiliki potensi besar untuk pasar dalam negeri maupun ekspor, setelah lebih dari satu tahun implementasi ASEAN *China Free Trade Agreement* (ACFTA). Kekhawatiran terhadap semakin membanjirnya tekstil China ke Indonesia juga semakin menurun, karena memang sudah terjadi pergeseran. Pasar di Eropa, Amerika juga sudah harus mencari sumber-sumber lain untuk pasokan tekstil, diantaranya berasal dari tiga *emerging exporters* yaitu Bangladesh, Vietnam dan Indonesia.

Teknologi mikroenkapsulasi yang awalnya berasal dari industri kertas dan farmasi, saat ini telah menarik perhatian pula dari berbagai industri, termasuk tekstil. Mikroenkapsulasi memiliki potensi yang sangat besar untuk memperbaiki kemampuan berbagai proses penggunaan, sekaligus penampakan tekstil, terutama dalam mengontrol pelepasan dan memperkuat stabilitas melawan faktor eksternal seperti cahaya dan agen oksidasi. Saat ini, banyak teknik yang ada untuk pembuatan mikrokapsul meskipun tidak ada teknik tunggal yang dapat dianggap "ideal". Metode persiapan untuk mikrokapsulasi disesuaikan untuk aplikasi tekstil, termasuk pemisahan *fasa* (*coacervation*, *polimerisasi in-situ*, *liposom*) dan proses *spinning disc*.

Produksi mikrokapsul PCM basis tekstil dan bahan lainnya menawarkan tingkat tinggi pengaturan suhu, sehingga tingkat yang sangat konsisten kenyamanan termal. Materi yang memastikan bahwa pemakainya merasa nyaman dalam kondisi sama-reaksi yang diharapkan dari yang ekstrim baik panas atau dingin. Mereka berfungsi dengan menyerap panas badan berlebih pada aktivitas fisik dan kembali panas yang tersimpan pada tubuh ketika suhu-mendatang jatuh. *Smart tekstil* pelapis dan laminasi memberikan stimulus untuk mengembangkan meningkatkan produk tekstil dan baru. Oleh karena itu karya tulis ini menjadi penting untuk dikembangkan dengan tinjauan tentang dasar-dasar industri dan aplikasi saat ini serta perkembangan untuk mempertimbangkan tren masa depan. Konsep interaksi dan panas dan perpindahan massa ditelaah dalam konteks pengujian dengan perhatian juga diberikan kepada metode karakterisasi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Produk tekstil, khususnya garmen dari Indonesia tetap memiliki potensi besar untuk pasar dalam negeri maupun ekspor, setelah lebih dari satu tahun implementasi ASEAN *China Free Trade Agreement* (ACFTA). Kekhawatiran terhadap semakin membanjirnya tekstil China ke Indonesia juga semakin menurun, karena memang sudah terjadi pergeseran. Pasar di Eropa, Amerika juga sudah harus mencari sumber-sumber lain untuk pasokan tekstil diantaranya berasal dari tiga *emerging exporters* yaitu Bangladesh, Vietnam dan Indonesia.

Pemenuhan *order garment* dalam jumlah kecil (*small amount*) tidak bisa dipandang sebelah mata. Karena negara-negara di Eropa sangat *fashion oriented*, sehingga konsumen cenderung memilih dan tidak suka kalau produk yang sama digunakan oleh orang lain. *Fashion* adalah selera bagi masyarakat di Eropa. Selain jumlah order yang kecil, produk garmen lebih disukai yang *tailor made*, yang menyesuaikan permintaan tertentu. Sehingga Kementerian Perdagangan menyarankan untuk bisa mencontoh Bangladesh demi peningkatan ekspor tekstil, produk garmen kita ke pasar luar negeri.

Peluang lain yang dimiliki oleh produk Indonesia adalah pasar dalam negeri yang besar dan daya beli masyarakat dalam negeri yang meningkat. Tahun 2010 daya beli penduduk Indonesia per tahun meningkat mencapai US\$ 3.000 untuk tekstil, termasuk alas kaki. ACFTA juga memberi manfaat bagi industri TPT (tekstil dan produk tekstil) Indonesia karena ada peningkatan ekspor sebesar 35% tahun 2010 dan terjadi peningkatan perdagangan kedua negara sebesar 24%. Hal ini menunjukkan kedua negara dapat bertumbuh bersama karena saling melengkapi. Selain strategi *tailor made* dan *order* yang *small amount*, Kemdag juga terus memfasilitasi berbagai kegiatan promosi produk tekstil, *garment* Indonesia di dalam dan luar negeri. China sangat kompetitif sehingga menjadi pesaing Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir sempat menurun karena apresiasi mata uang, perang dagang China dengan beberapa negara terutama Amerika Serikat dan Uni Eropa. Upah buruh semakin mahal, dapat menjadi peluang bagi produk Indonesia untuk meraih pasar yang lebih luas. Pabrik kain, China masih lebih unggul dibanding Indonesia.

Nilai produk tekstil dan handicraft, periode Januari hingga Maret 2010, meningkat cukup signifikan dan membuktikan produk tekstil nasional masih mampu bersaing dengan China, pasca dilakukannya pakta perdagangan bebas Indonesia-China (CAFTA). Pada tahun 2009 lalu, nilai ekspor komoditas tekstil dan produk tekstil (TPT), turun 8,67 persen atau senilai 9,26 miliar dolar AS. Namun pada periode yang sama tahun ini, ekspor TPT naik 18,85 persen dengan nilai 2,56 miliar dolar AS. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan kualitas dari suatu bahan tekstil. Produksi mikrokapsul PCM basis tekstil dan bahan lainnya. Perlakuan baru menawarkan tingkat tinggi pengaturan suhu, sehingga tingkat yang sangat konsisten kenyamanan termal. Materi yang memastikan bahwa pemakainya merasa nyaman dalam kondisi sama-reaksi yang diharapkan dari yang ekstrim baik panas atau dingin. Mereka berfungsi dengan menyerap panas badan berlebih pada aktivitas fisik dan kembali panas yang tersimpan pada tubuh ketika suhu-mendatang jatuh. Smart tekstil pelapis dan laminasi memberikan stimulus untuk mengembangkan meningkatkan produk

tekstil dan baru. Penting diskusi ini dibuka dengan tinjauan tentang dasar-dasar industri dan aplikasi saat ini dan berkembang untuk mempertimbangkan tren masa depan mungkin. Konsep interaksi dan panas dan perpindahan massa ditelaah dalam konteks pengujian dengan perhatian juga diberikan kepada metode karakterisasi.

Berbagai pelapis dan laminasi termasuk prinsip dan prosedur yang berkaitan dengan lapisan konduktif dan teknologi mikroenkapsulasi dibuat secara pintar dan cerdas. Sebuah fitur khusus pada *smart retardant* pelapis tekstil laminasi api dan meningkatkan pemeriksaan metode *flame retardant* yang cerdas. Selain itu pemeriksaan berbasis pelapisan nanoteknologi maju dianggap selesai secara fungsional.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai melalui karya tulis ini adalah untuk mempelajari implementasi pengembangan *smart textiles* dengan menggunakan teknologi mikroenkapsulasi dan aplikasi terhadap perkembangan tekstil masa depan.

Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai melalui karya tulis ini adalah untuk :

- Pelaku industri tekstil dapat mengetahui bahwa lapisan film tipis pada mikroenkapsulasi dapat melindungi tekstil sehingga dapat bertahan lebih lama.
- Industri tekstil dapat membuat bahan cairan bersifat seperti padatan.

GAGASAN

Preparasi dan Penggunaan Mikrokapsul

Teknologi mikroenkapsulasi berasal dari teknologi pada industri kertas dan farmasi. Saat ini, teknologi ini juga menarik perhatian yang sangat besar dari berbagai industri, termasuk tekstil. Mikroenkapsulasi memiliki potensi yang sangat besar untuk memperbaiki kemampuan berbagai proses penggunaan termasuk penampakan produk, terutama dalam mengontrol pelepasan dan memperkuat stabilitas melawan faktor eksternal seperti cahaya dan oksidasi.

Industri tekstil bereaksi sangat lamban terhadap banyaknya kemungkinan yang diberikan mikrokapsul. Saat ini, eksploitasi dalam tekstil masih terbatas dan tergantung pada tingginya harga proses secara global. Isu lain yang juga menyebabkan terbatasnya eksploitasi tergantung pada rendahnya efek daya tahan, sesederhana pencucian dan proses bersuhu tinggi lainnya seperti menyetrica yang bisa menyebabkan reduksi dramatis pada efek yang diinginkan.

Banyak teknik yang ada untuk pembuatan mikrokapsul, meskipun tidak ada teknik tunggal yang dapat dianggap "ideal". Metode persiapan untuk mikroenkapsulasi disesuaikan untuk aplikasi tekstil-termasuk pemisahan fasa (coacervation, polimerisasi in-situ, liposom) dan proses spinning (berputar) disc.

ThermaCell Technologies, Inc telah memperkenalkan *Essential mikrosfer Vax-Sel*, pengiriman produk aroma baru yang dirancang untuk mengurangi risiko bocor minyak penghilangan warna kain atau tekstil. VaxCells merupakan mikrosfer yang dipindahkan dari kaca yang bila dicampur dalam lapisan akan membentuk penghalang yang mencegah pertukaran suhu. Sebagai sebuah produk sampingan, minyak yang tertanam di tempat lapisan mikro-scopic dari kaca yang bila menyatu bersama-sama membentuk seperti ventilasi kapiler yang menyerap minyak. Minyak terkunci di tempat itu dan kemudian dilepaskan secara bertahap untuk menghindari ancaman kebocoran. Akibatnya, minyak tidak dapat menghitamkan kain atau tekstil. Lapisan mikro tersebut memberikan aroma yang tahan lama, misalnya untuk digunakan dalam penyegar udara atau dalam aromaterapi. Microsphere F merupakan microspheres thermoexpandable, suatu partikel yang memiliki dinding kopolimer dari vinylidene klorida, acrylonitrile. Partikel tersebut bercampur dengan berbagai bahan pembentuk plastik dan membentuk suatu lapisan yang memisahkan poros pada suhu rendah di waktu yang singkat melalui tahap coating atau impregnasi. Diameter dari partikel tersebut berkisar dari 10 sampai 30 μ m. Penggunaan yang potensial adalah efek thermoinsulasi dan fungsi kekebalan.

Jika pelepasan agen aktif secara spontan atau lambat dengan waktu yang sangat lama, matrix yang berbentuk kapsul tidak bisa memenuhi syarat penggunaan. Untuk kasus ini, enkapsulasi poros tempurung lebih unggul. Kisaran yang cocok untuk bahan tempurung sangatlah luas, sejak sistem gelling digunakan. Kapsul tetap dibuat dari gelatin, tetapi teknologi polimer lebih canggih yang digunakan saat ini telah memperluas penggunaannya. Bahan tempurung lain yang digunakan termasuk hidrokoloid seperti alginate dan agar-agar, sebaik penggunaan gum arabicum, lattices, polymethacrylates, polyether sulfones, dan waxes.

Bahan tempurung yang banyak digunakan dalam mengisi komponen fungsional untuk mengobati adalah yang berbentuk urea-formaldehid (UF) dan melamin-formaldehid (MF). Keduanya, baik tempurung mikrokapsul UF dan MF menunjukkan stabilitas yang baik melawan komponen fungsional dimana komponen tersebut terisi. Lebih jauh lagi, mikrokapsul ini menunjukkan stabilitas yang lama, sebelum akhirnya rusak dan melepas konstituen sesuai yang diminta. Dalam kasus ini, meskipun terdapat sisa dari formaldehid, sisa ini kurang dari yang ditemukan pada pedoman industry kosmetik, atau meskipun produk higienis yang masuk ke dalam mulut. Mikrokapsul juga tersedia dalam bentuk minyak yang menggunakan sistem MF (seperti Celessence; sebuah sistem TXT kapsul). Pada tempurung UF atau pun MF, terdapat sisa dari formaldehid, meskipun kebanyakan ada pada konsentrasi yang tidak berbahaya.

Properti yang menarik adalah mikrokapsul yang berisi kitosan (skintex; cognis). Kitosan bisa terdaur ulang, polisakarida kation lemah dimana berisi deasetilasi ekstensif dari kitin, sebuah polisakarida yang umum ada pada tempurung udang. Kemampuan kitosan yang menakjubkan adalah kemampuan untuk berbentuk film, dan merupakan polimer yang sangat cocok untuk udang. Lapisan kitosan melindungi dari panas, kekeringan, dan dingin, dan hasil ini merupakan kemampuan melawan pemakaian dan perobekan dari hari ke hari.

Poros bahan dibutuhkan yang berbentuk cair, dimana akan membuat hidrofilik dan juga agen hidrofobik cocok untuk proses. Untuk pelepasan yang lebih baik lagi, mikrokapsul bisa diproses setelah produksi dalam coating atau polimerisasi agar sesuai keinginan.

Pengelompokan Mikrokapsulasi

Mikrokapsulasi dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu mikrokapsulasi yang bersifat permanen seperti PCMs (*Phase Change Materials*) dan mikrokapsulasi yang bersifat sementara seperti partikel pelepasan terkontrol. PCMs adalah zat yang mengalami proses perubahan fase dan memiliki kalor yang tinggi sehingga mampu menyerap dan menyimpan sejumlah energi dari lingkungan. PCMs memerlukan energi yang besar saat mengalami perubahan fase. PCMs dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu senyawa organik (lilin dan glikol polietilen) dan produk berbasis garam. Penggunaan PCMs di tekstil mengakibatkan beberapa pengaruh efek diantaranya efek thermoregulasi yang menciptakan iklim mikro dari penyerapan panas dan menjaga suhu lingkungan yang konstan, efek penghalang aktif dalam substrat yang mengatur panas dan efek thermoinsulasi yang disebabkan oleh emisi panas PCMs, dan efek pendinginan yang disebabkan oleh penyerapan panas dari PCM. Efek-efek tersebut dapat ditentukan oleh ukuran partikel, kapasitas termal dari PCMs, fase perubahan suhu, struktur dan jenis permbawa serta substrat tekstil.

Ukuran partikel dari PCMs harus disesuaikan dalam aplikasi proses mikrokapsulasi dimana ukuran partikel ini mempengaruhi suhu. Semakin besar ukuran partikel maka semakin kecil perbedaan antar suhu dengan PCMs sebaliknya semakin kecil ukuran partikel maka perbedaan suhu dengan PCM s semakin besar. Ukuran partikel yang digunakan berkisar antara 0,5-100 Pm.

Kapasitas termal total PCMs dalam produk tertentu tergantung pada kapasitas termal dan jumlah yang dipakai. Jumlah PCMs harus disesuaikan dengan sifat dan waktu untuk memastikan efek isolasi yang cocok dan tahan lama dari PCMs. Rentan perubahan antara suhu fase dan suhu aplikasi harus disesuaikan. Dalam pakaian suhu aktual dari perubahan suhu setiap tahapan adalah 30-35°C. PCMs dengan temperatur perubahan fase atas dan di bawah suhu kulit dapat memberikan perlindungan yang sama terhadap ketidaknyamanan yang disebabkan oleh kelebihan panas. Tekstil tipis dengan kerapatan yang lebih tinggi dapat mendukung proses pendinginan sedangkan penggunaan tekstil yang tebal dan kurang padat mengarah ke pelepasan panas yang tertunda. Pemilihan substrat yang cocok memerlukan pertimbangan struktur tekstil yang mampu membawa kuantitas yang dibutuhkan oleh PCMs sehingga mampu memberikan pemindahan panas dari mikroenkapsulasi.

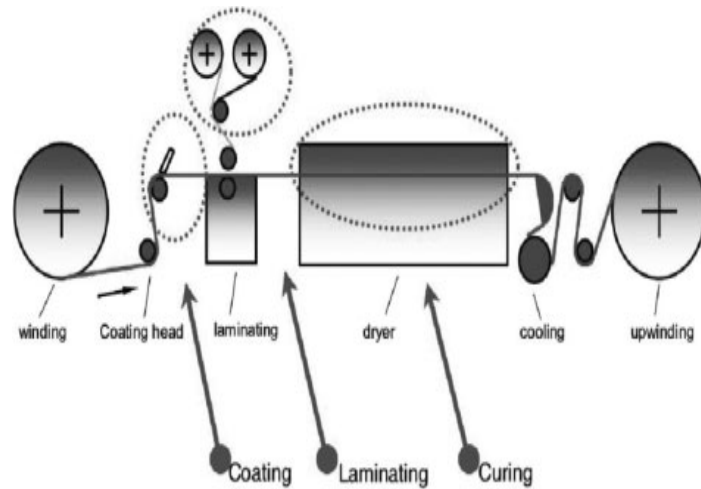
Banyak upaya telah dilakukan mikroenkapsulasi dalam industri tekstil, salah satunya dengan mikroenkapsulasi yang terkandung dalam parfum, produk kosmetik (pelembab, penyegar, toner, dll), *bactericides*, *acaricides* atau bahkan kombinasi bahan (misalnya, parfum dan bakterisida). Tinjauan produk mikroenkapsulasi saat ini tersedia secara komersial. Mikroenkapsulasi yang tersedia secara komersial berukuran antara satu dan beberapa ratus mikrometer (biasanya, mikrokapsul 20 -50 pM dengan diameter) dan konsentrasi 20 sampai 45% (berat).

Mikroenkapsulasi dalam *Coating* dan Tekstil Laminating

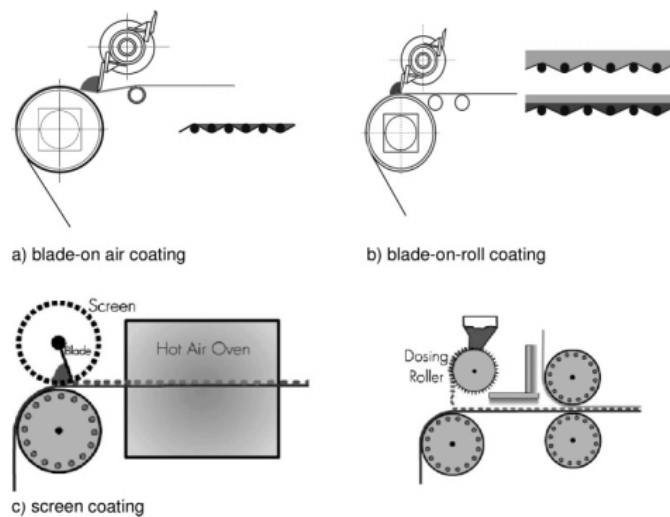
Coating dan laminating adalah teknologi yang sangat menarik dengan ikatan possibili. Tujuan dari pelapisan atau laminating substrat tekstil dengan lapisan polimer untuk mengetahui karakteristik eksternal dan sifat fisik. Komponen polimer dalam struktur ini dapat pengaruh positif terhadap perubahan fase. Bahan yang dilapisi atau dilaminating terdiri dari dua komponen utama, yaitu tekstil itu sendiri dan lapisan atau laminating. Pilihan kedua item memiliki konsekuensi penting yang mempengaruhi prosedur aplikasi yang akan digunakan dan sebagai sifat produk. Kedua komponen ini harus selaras satu sama lain dalam kombinasi dengan teknologi lapisan atau laminating.

Mikroenkapsulasi sangat cocok dipasang pada pelapisan dan laminating. Integrasi teknologi mikroenkapsulasi dalam lapisan relatif baru dan menawarkan berbagai peluang yang unik dalam pemasaran dan peningkatan produk. Keuntungan utama dari aplikasi langsung ke permukaan tekstil adalah kuantitas tinggi mikrokapsul yang dapat ditambahkan tanpa mengubah properti dari tekstil yang dilapisi. Teknik pelapisan pada tingkat teknologi dan polimer sangat penting dalam rangka untuk mendapatkan efek yang optimal terhadap daya tahan produk dan kecepatan pelepasan. Hal ini penting untuk mengembangkan tingkat mikroenkapsulasi yang lebih canggih. Semua teknik pelapisan umumnya dapat digunakan untuk PCMs pada kondisi dengan sistem yang mampu menerapkan massa mantel (berat kering) berkisar 50-350 gm⁻². Ketika memasukkan mikroenkapsulasi ke lapisan dibutuhkan ketelitian dan selama proses pelapisan mikroenkapsulasi harus tetap utuh. Mikroenkapsulasi diterapkan di lapisan baik dengan mencampur dalam perumusan lapisan atau dengan menambahkan merek

sebagai bubuk setelah aplikasi lapisan tersebut. Setelah dilapisi, kain kemudian dikeringkan untuk mencapai efisiensi dan tahan lama.



Gambar 1. Proses Coating

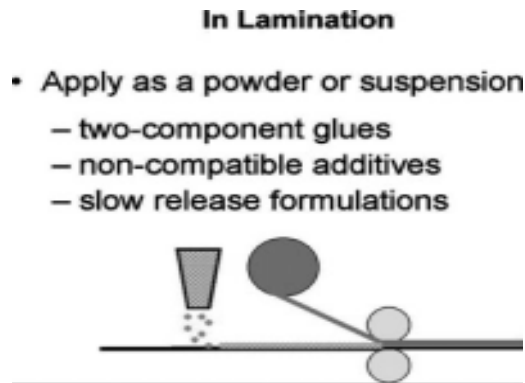


Gambar 2. Teknik Konvensional Coating

PCMs dengan pelapisan busa (tipe sel terbuka) sangat dianjurkan untuk tiga alasan, yaitu lebih banyak PCMs dapat diperkenalkan, sejumlah besar PCMs dapat digunakan, sehingga membuat tersedia yang lebih luas suhu regulasi, dan memungkinkan penyisipan anisotropik dari kapsul ke busa dapat memperkuat efek regulator dengan memusatkan PCMs menuju bagian dalam pakaian. Ini menyediakan manajemen air yang sangat baik serta kontrol termal. Akhirnya, dengan menggunakan mikroenkapsulasi, lapisan busa dapat dibuat tanpa berbusa melainkan agen berbusa (organik atau anorganik seperti natrium bikarbonat) dapat digunakan. Lapisan ini terjadi karena pelepasan karbon dioksida yang dibentuk oleh degradasi bikarbonat selama proses curing termal.

Dalam proses laminating mikroenkapsulasi dapat ditambahkan ke formulasi lem dengan ketentuan bahwa mikroenkapsulasi dapat menahan kondisi laminating. Rumusan lem itu sendiri juga dapat dikemas untuk melestarikan reaktivitas laminating. Sebuah contoh sederhana adalah mikroenkapsulasi terpisah

dari komponen-komponen dari lem dua komponen. Kedua komponen dapat ditambahkan dalam satu langkah dan dicampur setelah kerusakan mikroenkapsulasi selama laminating.



Gambar 3. Aplikasi Mikroenkapsulasi dalam Laminating

Aplikasi Mikroenkapsulasi

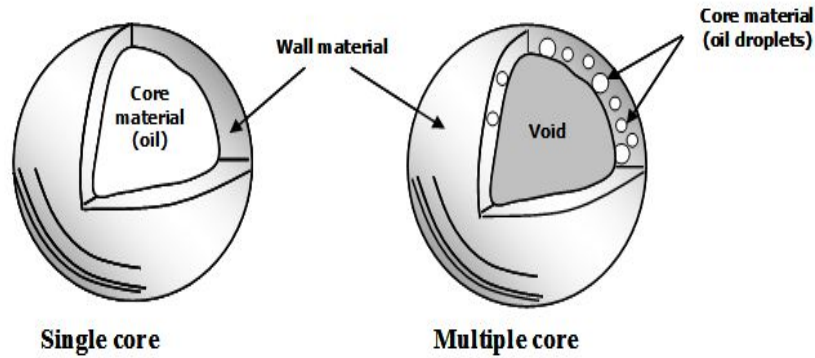
Mikroenkapsulasi adalah proses fisik dimana bahan aktif (bahan inti), seperti partikel padatan, tetesan air ataupun gas, dikemas dalam bahan sekunder (dinding), berupa lapisan film tipis. Proses ini digunakan untuk melindungi suatu zat agar tetap tersimpan dalam keadaan baik dan untuk melepaskan zat tersebut pada kondisi tertentu saat digunakan. Ide dasar mikroenkapsulasi berasal dari sel, yaitu permeabilitas selektif membran sel memberikan perlindungan terhadap inti sel dari kondisi lingkungan yang berubah-ubah dan berperan dalam pengaturan metabolisme sel. Mikroenkapsulasi yang berkembang saat ini menggunakan prinsip yang sama untuk melindungi bahan aktif dari kondisi lingkungan yang tidak mendukung.

Penerapan mikroenkapsulasi secara komersial bermula dari pembuatan salinan kertas tanpa kertas karbon oleh *National Cash Register*. Salinan tercetak ketika tekanan pena memecah mikrokapsul yang mengandung *prekursor* pewarna yang kemudian diikuti reaksi kimia antara *prekursor* pewarna di bagian atas halaman dan sumber asam di halaman bagian bawah sehingga terbentuk gambar atau tulisan. *Gelatin* digunakan sebagai bahan mikrokapsul dan bahan aktif yang digunakan adalah *prekursor* pewarna.

Penelitian dan publikasi mengenai teknologi mikroenkapsulasi telah banyak dilakukan dan diterbitkan di berbagai belahan dunia dalam kurun waktu 60 tahun terakhir ini. Namun hingga saat ini, masih banyak bidang untuk dikembangkan dengan berbagai modifikasi pada metoda, pemilihan bahan sebagai mikrokapsul maupun bahan yang dimikroenkapsulasi. Penulisan ini ditujukan untuk memberikan gambaran umum mengenai teknologi mikroenkapsulasi yang diterapkan dalam industri pangan, manfaat yang diperoleh, kelebihan maupun kekurangan dalam penerapan, dan perkembangannya dewasa ini.

Laporan pertama mengenai aplikasi enkapsulasi dalam industri pangan diterbitkan pada tahun 1956 oleh Scultz dan kawan-kawan. Mereka mengkapsulkan minyak citrus ke dalam sukrosa dan dekstrosa. Produk yang

dihasilkan memberikan stabilitas yang baik dan selama penyimpanan cita rasa dapat bertahan hingga enam bulan. Proses enkapsulasi juga diterapkan oleh peneliti-peneliti yang lain. Proses ini berkembang menjadi mikroenkapsulasi dan berkembang lebih lanjut menjadi nanoenkapsulasi.



Tujuan utama umum mikroenkapsulasi adalah untuk membuat bahan cairan bersifat seperti padatan. Hal ini menyebabkan beberapa sifat bahan inti menjadi berubah, misalnya sifat aliran bahan dan penanganan bahan menjadi lebih mudah dalam bentuk padatan. Bahan yang memiliki higroskopis dapat dilindungi dari kelembaban lingkungan. Selain melindungi zat aktif, proses ini juga bermanfaat untuk menutupi rasa, aroma ataupun yang tidak diinginkan dari bahan aktif. Kestabilan dari bahan yang mudah menguap, sensitif terhadap cahaya, oksidasi atau panas dapat dipertahankan. Hal penting lain dalam proses mikroenkapsulasi bahan makanan adalah juga untuk mengatur pelepasan bahan aktif pada waktu yang dikehendaki. Bahan-bahan yang berhubungan dengan makanan yang dienkapsulasi meliputi asam, pewarna, enzim, mikroorganisme, perasa, lemak dan minyak, vitamin dan mineral, garam, pemanis dan gas. Pemanfaatan enkapsulasi dalam makanan dijelaskan lebih lanjut di bawah ini.

Beberapa contoh pemanfaatan enkapsulasi perasa adalah minyak citrus, minyak *peppermint*, minyak bawang putih maupun bawang bombay, minyak bumbu-bumbu. Ketertarikan pemanfaatan enkapsulasi dalam bumbu-bumbu terutama dalam proses pembuatan saus. Mikroenkapsulasi perasa pada umumnya menggunakan *spray drying* meskipun *spray cooling/chilling*, *extrusion*, *inculsion complexation* juga sering digunakan. *Spray drying* paling sering digunakan untuk enkapsulasi karena selain murah dalam ongkos produksi juga menghasilkan butiran (*powder*) yang lebih seragam ukurannya. Bahan-bahan yang umum digunakan untuk menyimpan perasa adalah bahan yang mengandung gula, seperti pati dan gum.

Di dalam minyak citrus terdapat perasa yang meliputi lemon, *orange*, *grape*, *lime*, dan *grapefruit*. Enkapsulasi minyak citrus yang disimpan dalam *maltodextrin* menggunakan proses *spray drying* memiliki kestabilan yang lebih baik dari pada minyak yang tidak dilindungi. Minyak citrus sangat mudah mengalami proses oksidasi karena adanya ikatan tidak jenuh pada struktur *mono* dan *sesquiterpenoid*-nya. Proses oksidasi menghasilkan rasa yang tidak menyenangkan seperti *turpentine*. Meningkatkan nilai *dextrose equivalent* pada *maltodextrin* memberikan perlindungan yang lebih baik pada minyak karena adanya sifat pelindung dari oksigen.

Enkapsulasi jinten oleoresin telah dikembangkan di India. Dengan memiliki sifat yang sulit larut dalam makanan berair mengakibatkan bahan ini sulit tercampur merata dalam makanan. Selain itu, mereka sensitif terhadap cahaya, panas dan oksigen, serta memiliki waktu simpan yang pendek jika tidak disimpan dengan benar. Penyedap jinten ini mengandung bermacam-macam komponen kimia, termasuk terpen (misalnya pinene, p-cymene, terpinen), aldehida (misalnya cuminaldehyde, 1,3-p-Mentha dan 3-p-menthen-7-al) dan terpen alkohol (cuminyl alkohol). Penyedap rasa ini memberikan rasa hangat, berbumbu seperti kare, yang didominasi oleh cuminaldehyde.

Proses enkapsulasi ini efektif untuk sterilisasi bumbu maupun herbal dengan kehilangan rasa yang minimal. Sehingga, bahan-bahan ini dapat digunakan dengan aman dalam pendingin ataupun jika membutuhkan proses dalam suhu tinggi.

Mikroenkapsulasi laktase dikembangkan untuk menghindari adanya hidrolisa laktose sebelum konsumsi. Enzim laktase, yang dihasilkan dalam usus kecil, diperlukan untuk menghidrolisa laktose menjadi glukosa dan galaktosa. Ketiadaan laktase dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada proses pencernaan saat mengonsumsi susu, seperti kram atau diare. Untuk mengatasi masalah ini, enzim laktase ditambahkan pada susu sebelum dikonsumsi. Namun, hal ini mengakibatkan terjadinya proses hidrolisa laktose sebelum dikonsumsi dan mengubah rasa susu empat kali lebih manis dibanding sebelum ditambahkan. Dengan mikroenkapsulasi, laktase yang ditambahkan akan bereaksi dengan laktose setelah dikonsumsi karena rusaknya mikrokapsul akibat proses pencernaan. Bahan pelapis yang memberikan efisiensi enkapsulasi hingga 94.9% adalah *Medium Chain Triglyceride* (MCT).

Penambahan enzim secara langsung ke dalam susu pada proses pembuatan keju memberikan hasil tidak seperti yang diinginkan karena hilangnya enzim dalam whey, pendistribusian enzim yang kurang baik sehingga mengurangi kualitas keju. Penambahan enzim yang telah dienkapsulasi menghilangkan masalah akibat penambahan enzim langsung dan mencegah proteolisis yang segera dan ekstensif serta kontaminasi whey. Secara fisik, immobilisasi enzim dalam mikrokapsul terpisah dari substrat dalam campuran dadih susu dan keju selama proses pembuatan keju. Enzim hanya dilepaskan ke dalam matrix keju ketika kapsul rusak selama proses pematangan. Lemak susu digunakan beberapa peneliti untuk melapisi enzim yang bertanggung jawab pada penghasil rasa di keju. Keju yang dihasilkan dengan mikrokapsul ini memiliki rasa yang sangat kuat daripada keju tanpa mikroenkapsulasi enzim.

Asam askorbat dapat meningkatkan penyerapan zat besi dari usus dengan mereduksi zat besi menjadi senyawa yang lebih mudah larut dan mudah diserap. Meskipun demikian, asam askorbat merupakan senyawa yang sangat tidak stabil dan mudah hancur dalam pengolahan oleh suhu, pH, oksigen dan sinar ultraviolet. Teknik mikroenkapsulasi merupakan aplikasi yang baik untuk mengatasi kekurangan dari asam askorbat. Bahan pelapis yang digunakan adalah *polyglycerol monostearate* (PGMS) dan *Medium Chain Triglyceride* (MCT).

Asam dapat menghasilkan bau yang tidak sedap ketika ditambahkan secara langsung ke makanan. Dengan mikroenkapsulasi, asam dapat ditambahkan pada makanan tanpa bau mencolok hingga kadar tertentu, dimana tanpa mikroenkapsulasi pada kadar yang sama memberikan bau mencolok. Manfaat dari

enkapsulasi asam adalah untuk mengatur saat pelepasan, melindungi dari panas dan cahaya.

Mikroenkapsulasi menggunakan *spray drying* paling banyak digunakan dalam industri pangan karena biayanya relatif lebih rendah. Proses ini fleksibel, dapat digunakan untuk variasi bahan dalam mikroenkapsulasi karena peralatannya mudah diterapkan dalam pengolahan bermacam bahan dan menghasilkan partikel-partikel yang berkualitas baik dengan distribusi ukuran partikel yang konsisten.

Bahan makanan yang dikemas dengan cara ini meliputi lemak, minyak, dan penyedap rasa. Pelapisnya dapat berupa karbohidrat, seperti dekstrin, gula, pati, dan *gum*, atau protein, seperti gelatin dan protein kedelai. Proses mikroenkapsulasi meliputi pembentukan emulsi atau suspensi antara bahan aktif dan pelapis, dan pengkabutan emulsi ke sirkulasi udara kering panas dalam ruang pengering menggunakan *atomizer* ataupun *nozzle*. Kadar air dalam *droplet* emulsi diuapkan akibat kontak dengan udara panas. Padatan yang tersisa dari bahan pelapis menjebak bahan inti.

Spray drying berguna untuk bahan makanan yang sensitif terhadap panas karena proses pengeringan berlangsung sangat cepat. Bagaimanapun juga masih terdapat kehilangan bahan aktif yang memiliki titik didih rendah. Sifat fisik dari mikrokapsul tergantung pada suhu udara panas (sekitar 150 — 200°C), derajat dan keseragaman dalam pengkabutan emulsi, kadar kepadatan dari emulsi (30 — 70%), dan suhu emulsi. Keuntungan *spray drying* mencakup keanekaragaman dan ketersediaan mesin, kualitas mikrokapsul yang tetap baik, berbagai ukuran partikel yang dapat diproduksi, dan kemampuan dispersibilitas yang baik dalam media berair. Beberapa kerugian yang diperoleh di antaranya kehilangan bahan aktif dengan titik didih rendah, adanya proses oksidasi dalam senyawa penyedap rasa, dan keterbatasan pada pilihan bahan dinding, dimana bahan dinding harus dapat larut pada air dengan jumlah yang layak.

Spinning disk merupakan modifikasi proses dari *spray cooling/chilling* dengan menggunakan metode atomisasi. Prinsip dari *spray cooling/chilling* mirip dengan *spray drying*, namun menggunakan udara dingin dalam proses pengeringannya. *Spinning disk* melibatkan pembentukan inti suatu suspensi di lapisan cairan dan suspensi ini terletak di atas *disk* yang berputar dalam kondisi yang mengakibatkan lapisan film jauh lebih tipis daripada ukuran partikel inti. Pemakaian proses ini meningkat dengan cepat sejak tahun 2000 (gambar 3) karena memberikan hasil yang seimbang atau bahkan lebih baik daripada *spray drying* atau *spray cooling/chilling* dengan biaya proses yang tidak berbeda.

Teknik *coacervation* merupakan pemisahan fase cair/cair secara spontan yang terjadi ketika dua polimer yang bermuatan berlawanan (misalnya protein dan polisakarida) dicampur dalam media berair kemudian mengarah ke pemisahan menjadi dua fase. Fase yang lebih rendah disebut (kompleks) *coacervate* dan memiliki konsentrasi yang tinggi dari kedua polimer. Fase atas disebut sebagai supernatan atau fase kesetimbangan, yang merupakan larutan polimer encer. *Coacervate* digunakan sebagai bahan makanan, misalnya pengganti lemak atau memberi rasa yang mirip daging dan biomaterial, seperti lapisan tipis (*film*) yang dapat dimakan dan kemasan. Metode ini sangat efisien dan menghasilkan mikrokapsul dengan ukuran yang lebih bervariasi daripada teknik mikroenkapsulasi yang lain.

KESIMPULAN

Pengembangan mikroenkapsulasi adalah untuk membuat bahan cairan bersifat seperti padatan. Hal ini menyebabkan beberapa sifat bahan inti menjadi berubah, misalnya sifat aliran bahan dan penanganan bahan menjadi lebih mudah dalam bentuk padatan. Bahan yang memiliki higroskopis dapat dilindungi dari kelembaban lingkungan. Selain melindungi zat aktif, proses ini juga bermanfaat untuk menutupi rasa, aroma ataupun yang tidak diinginkan dari bahan aktif. Kestabilan dari bahan yang mudah menguap, sensitif terhadap cahaya, oksidasi atau panas dapat dipertahankan. Prinsip ini yang selanjutnya dapat dikembangkan bagi industry tekstil agar dapat dihasilkan tekstil baru dan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Pause, Membranes with thermo-regulating properties for applications in fabric structures, 2nd Colloquium Coating and Surface Functionalisation of Technical Textiles, Denkendorf-D, 2005.
- D. Knittel, E. Schollmeyer, Chitosan und seine Derivate für die Textilveredlung, Teil1: Ausgangssituation, Textilveredlung 1998, 33, Nr. 3/4, 67–71.
- L.J.H. Naves, E.H. Wissler and D.P. Colvin, A model for encapsulated Phase Change Material in a Conductive Media (available on the internet).
- M. Van Parys “Textile Coating”, Dr., 1sted., UNITEX, Gent 2005.
- M.R. Ten Breteler, V.A. Nierstrasz, M.M.C.G. Warmoeskerken, Textile slow-release systems with medical applications, AUTEX Research Journal, Vol. 2, No. 4, December 2002, pp. 175–189.
- The European Coatings Conference: “Smart Coatings III”, June 2004, Berlin, Germany; lectures of Prof. Dr. André Laschewsky, Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research, Germany, Prof. Dr. Andreas Lendlein, mnemo-Science GmbH, Germany.

Daftar Riwayat Hidup Ketua dan Anggota Pelaksana

1. Ketua Pelaksana Kegiatan :

- a. Nama Lengkap : Faisal Noer Ariandi
b. Tempat, tanggal lahir : Tasikmalaya, 6 Februari 1990
c. Alamat Bogor : Wisma Gaza Balio No.4 Rt.4\11 kelurahan
Balumbang Jaya Kecamatan Bogor Barat/
08988458195

TANDA TANGAN

2. Anggota Pelaksana Kegiatan :

- a. Nama Lengkap : Rico Alwinsyah
b. Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 21 Juli 1990
c. Alamat Bogor : Wisma Badenten No.119, Babakan
Doneng, Bogor/ 08567370218

TANDA TANGAN

3. Anggota Pelaksana Kegiatan :

- a. Nama Lengkap : Evi Fratiwi
b. Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 2 Maret 1990
c. Alamat Bogor : Babakan lio, Bogor/ 085283239996

TANDA TANGAN

Nama Dan Biodata Dosen Pendamping

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Bambang Riyanto, S.Pi. M.Si.
b. NIP : 19690603 199802 1 001
c. Pangkat/Golongan/Jabatan : Penata/IIIc/Lektor
g. Fakultas/Program Studi : Perikanan dan Ilmu Kelautan/Teknologi
Hasil Perairan
q. E-mail : bambangriyanto_ipb@yahoo.com

TANDA TANGAN

Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si.