Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 2003, 11 (3): 143 - 157

MIKROENKAPSULASI MINYAK MAKAN MERAH UNTUK PRODUK SUPLEMEN DAN FORTIFIKAN PANGAN

Jenny Elisabeth , Donald Siahaan dan Nuri Andarwulan[1]

ABSTRAK

Minyak kelapa sawit merupakan sumber beta-karoten dan vitamin E yang tinggi. Diversifikasi minyak sawit menjadi suplemen makanan yang memanfaatkan kandungan gizi minor yang tinggi ini merupakan strategi yang baik untuk meningkatkan nilai tambahnya sekaligus penyediaan gizi minor bagi masyarakat dengan mengandalkan produk lokal. Tulisan ini melaporkan hasil penelitian pengembangan teknologi proses mikroenkapsulasi minyak makan merah untuk dapat digunakan sebagai bahan suplemen (farmasetikal atau nutrasetikal) dan fortifikan produk pangan sumber provitamin A dan vitamin E.

Proses mikroenkapsulasi minyak makan merah dilakukan melalui penyemprotan emulsi minyak dan air dengan metode spray drying menggunakan beberapa jenis bahan penyalut. Faktor-faktor lain yang diteliti adalah jumlah minyak dalam formula (30 – 70% b/b bahan penyalut) serta kondisi homogenisasi yang mencakup kecepatan putar alat homogenizer dan teknik pencampuran bahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laktosa Na-caseinat dan β-cyclodextrin merupakan bahan penyalut yang paling baik untuk pembuatan mikrokapsul minyak makan merah. Jumlah minyak optimum yang digunakan pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat adalah 30%, sedangkan β-cyclodextrin adalah 44%. Jumlah minyak yang terenkapsulasi pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat lebih tinggi dibandingkan yang terdapat pada permukaan mikrokapsul, dan hal sebaliknya yang terjadi pada bahan penyalut β-cyclodextrin. Terdapat penurunan kandungan karoten pada minyak makan merah yang dienkapsulasi apabila dibandingkan dengan bahan baku minyak awalnya, di mana tingkat retensi karoten minyak makan merah yang terdapat pada mikrokapsul berkisar 73 - 90%. Sebaliknya, kandungan α-tokoferol pada minyak makan merah yang dienkapsulasi relatif stabil. Penambahan minyak yang dilakukan secara bertahap pada saat proses emulsifikasi merupakan cara yang lebih baik untuk meningkatkan efektivitas proses mikroenkapsulasi. Dengan ca ra ini, kecepatan perputaran homogenizer yang dibutuhkan tidak perlu terlalu tinggi (1500 rpm).

Kata Kunci: *mikroenkapsulasi, minyak makan merah, bahan penyalut, kondisi homogenisasi*

[1] Jur. Teknologi Pangan dan Gizi, FTP-IPB

ABSTRACT

Crude palm oil is known as important vegetable oil source these minor nutritions: beta-carotene and vitamin E. Diversification of this oil into food suplements and fortificants high in those minor nutritions is a wise strategy both to elevate the added value and to provide nutritions for rural community with this local resource. This paper elaborates the study of process development of red palm oil microencapsulation that further use as food supplements and fortificants which carries provitamin A dan vitamin E.

Microencapsulation of red palm oil was conducted with spray drying method of the red palm oil – water emulsion using some encapsulation materials. The other factors observed were oil composition in formula (30 – 70% w/b of encapsulation material) and homogenisation conditions such as homogenizer speeds and material mixing techniques.

The results showed that laktose Na-caseinate and β-cyclodextrin were the best encapsulation materials for red palm oil. The optimum oil should be 30% and 44% for encapsulation with laktose na-caseinate and β-cyclodextrin, respectively. By encapsulation, β-carotene content decreased, retained in the range of 73 - 90%. In other side, α-tocopherol of the encapsulated red palm oil relatifly stabil. Addition of oil by step during emulsification was the best method evaluated for emulsification proses to increase the process to improve the effectivity. Then, the speed of rotation during homogenizer was not higher than 1500 rpm.

Key words: *microencapsulation, red palm oil, encapsulation materials, homogenisation*

PENDAHULUAN

Minyak makan merah adalah minyak makan (*edible oil*) yang diproses dari minyak sawit mentah (*crude palm oil* /CPO), yang kaya akan karoten (400 - 500 ppm) sekaligus vitamin E (500 - 600 ppm). Minyak makan merah tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai minyak goreng, karena karoten yang terkandung di dalamnya mudah rusak pada suhu tinggi. Minyak ini lebih dianjurkan untuk digunakan sebagai minyak makan dalam menumis sayur, daging, dan bumbu. Minyak makan merah juga baik digunakan dalam pembuatan minyak salad, serta dapat digunakan sebagai bahan fortifikan makanan (sumber provitamin A dan vitamin E) untuk produk-produk pangan berbasis minyak/lemak, seperti margarin dan selai kacang.

Diversifikasi minyak sawit menjadi bahan suplemen makanan (produk farmasetikal dan nutrasetikal) maupun bahan fortifikan pangan merupakan salah satu strategi untuk memperoleh nilai tambah yang lebih besar. Upaya ini selain dapat meningkatkan konsumsinya sebagai bahan pangan, sekaligus juga dapat meningkatkan status gizi penduduk Indonesia. Diversifikasi minyak sawit ini juga merupakan respon terhadap kesa-daran konsumen yang semakin mening-kat terhadap nilai kesehatan minyak dan lemak yang dikonsumsi.

Salah satu masalah gizi di Indonesia adalah defisiensi vitamin A yang dapat menyebabkan masalah pada penglihatan hingga kebutaan, terutama bagi balita dan anak-anak. Program pemerintah Indonesia untuk mengatasi hal tersebut diantaranya melakukan program pembagian kapsul vitamin A bagi balita setiap 6 bulan sekali di puskesmas/posyandu. Kapsul vitamin A tersebut terbuat dari minyak ikan dan merupakan produk impor.

Sebagai salah satu negara produsen minyak sawit terbesar dunia, seharusnya masalah defisiensi gizi vitamin A tersebut dapat teratasi. Minyak sawit mengandung komponen minor karoten yang tinggi, yakni berkisar 500-700 ppm, dan komponen utama karoten tersebut adalah β-karoten yang memiliki aktivitas pro vitamin A. Selain itu minyak sawit juga memiliki kandungan komponen tokoferol (vitamin β) yang tinggi. Dengan semakin populernya penggunaan senyawa alami untuk bahan suplemen kesehatan, maka karoten dan tokoferol sawit memiliki prospek yang sangat baik untuk dikembangkan di masa depan.

Adapun tujuan kegiatan penelitian adalah untuk menghasilkan suatu teknologi proses mikroenkapsulasi minyak makan merah untuk dapat digunakan sebagai bahan suplemen (farmasetikal atau nutrasetikal) dan fortifikan produk pangan sumber provitamin A dan vitamin β. Dalam bentuk mikrokapsul (tepung bubuk), minyak makan merah dapat digunakan sebagai bahan suplemen makanan maupun fortifikan produk pangan, seperti susu bubuk untuk anak-anak maupun ibu hamil dan menyusui, serta mie instan. Dalam bentuk mikrokapsul, efektivitas minyak makan merah diharapkan dapat lebih baik dibandingkan jika digunakan dalam bentuk minyak. Bahan penyalut mikrokapsul dapat melindungi dan memperpanjang *shelf-life* karoten pada minyak makan merah yang mudah rusak oleh proses oksidasi.

BAHAN DAN MβTODβ

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah minyak makan merah yang diproses dari minyak sawit dengan teknologi yang telah dikembangkan oleh PPKS, serta bahan penyalut yang terdiri dari β-cyclodextrin (produksi American Maize-Products Co., USA), corn syrup solids (Maltrin 250, produksi Grain Processing Corp., USA), maltodextrin (Maltrin 100, produksi Grain Processing Corp., USA), sodium kaseinat dan laktosa (Naarden Agro Products BV, Belanda), serta isolat protein kedelai dan gum arab. Bahan lain yang digunakan adalah bahan pelarut organik dan bahan-bahan kimia lain yang dibutuhkan untuk analisis dari masing-masing parameter, sesuai dengan prosedur pengamatan yang digunakan.

Metode

Pada penelitian ini dilakukan studi tentang teknik proses mikroenkapsulasi minyak makan merah. Proses mikroenkapsulasi minyak makan merah dengan metode *spray-drying* menggunakan beberapa jenis bahan penyalut. Faktor-faktor lain yang diteliti adalah jumlah

minyak dalam formula (30–70% b/b bahan penyalut) serta kondisi homogenisasi yang mencakup kecepatan putar alat homogenizer dan teknik pencampuran bahan.

Analisis dilakukan terhadap perolehan mikrokapsul, perolehan bahan penyalut, efisiensi mikroenkapsulasi (jumlah minyak yang terkapsulkan), jumlah minyak pada permukaan mikrokapsul, dan jumlah minyak dalam mikrokapsul. Tingkat retensi karoten dan vitamin E dari minyak makan merah yang diekstrak dari mikrokapsul ditentukan dengan HPLC *(High Performance Liquid Chromatography)*.

Prosedur Kerja

Proses Mikroenkapsulasi dengan β-Cyclodextrin, Corn Syrup Solids, dan Maltodextrin

Masing-masing jenis bahan penyalut dilarutkan dalam air dengan konsentrasi 30% (b/b). Untuk bahan penyalut β-cyclodextrin perlu ditambahkan 2-3 tetes larutan NaOH 50% agar kelarutan dapat lebih sempurna. Minyak makan merah ditambahkan pada larutan bahan penyalut dengan jumlah 33, 44, 55, 66, dan 77% (b/b bahan penyalut kering). Pada campuran ditambahkan Tween 80 (9% dari fase minyak) dan kemudian dihomogenasi selama 10 menit pada 10.000 rpm. Emulsi di*spray dry* dengan alat Mini Spray Dryer Buchi 190 (Buchi Laboratoriums-Technik, Switzerland) menggunakan aliran udara pengering, suhu inlet (T_i) 180-185°C, serta suhu outlet (T_o) 80°C.

Proses Mikroenkapsulasi dengan Na-caseinat dan Laktosa

Na-caseinat dan laktosa dengan perbandingan 0.67:1 (b/b) dilarutkan dalam air dengan konsentrasi bahan penyalut sebesar 10% (b/b). Laktosa dilarutkan terlebih dahulu dan ditepatkan pH larutan menjadi 7 dengan penambahan larutan NaOH, baru kemudian ditambahkan Na-caseinat yang telah dilarutkan dengan sedikit pelarut. Pada larutan bahan penyalut ditambahkan minyak makan merah dengan jumlah 30, 40, 50, dan 60% (b/b bahan penyalut kering) dan campuran dihomogenasi selama 10 menit pada 10.000 rpm dan di*spray dry* dengan kondisi yang sama dengan sebelumnya.

Proses Mikroenkapsulasi dengan Isolat Protein Kedelai dan Gum Arab

Bahan penyalut campuran isolat protein kedelai dan gum arab dengan perbandingan 3 : 1 (b/b) dilarutkan dalam air dengan konsentrasi bahan penyalut sebesar 10% (b/b). Minyak ditambahkan pada campuran bahan penyalut dengan jumlah 30, 40, 50, dan 60% (b/b bahan penyalut kering) dan dihomogenasi selama 10 menit pada 10.000 rpm, kemudian emulsi di*spray dry* dengan kondisi yang sama dengan sebelumnya.

Ekstraksi Minyak pada Permukaan Mikrokapsul (Hardas et al., 2000)

Sebanyak 1.0 gr bubuk mikrokapsul ditimbang dalam tabung sentrifuse bertutup, ditambahkan 15 ml heksana, kemudian divorteks selama 2 menit, dan disentrifuse selama 10 menit. Campuran disaring dan supernatan ditampung pada

labu evaporator yang sudah diketahui beratnya. Kertas saring dicuci dengan heksana sebanyak 2 ml sebanyak 2 kali dan supernatan kemudian dievaporator vakum. Selisih berat merupakan jumlah minyak yang terdapat pada permukaan mikrokapsul.

Ekstraksi Minyak Terenkapsulasi (Hardas et al., 2000)

Sebanyak 1.0 gr bubuk mikrokapsul ditimbang dalam tabung sentrifuse bertutup, ditambahkan 10 ml heksana, kemudian divorteks selama 2 menit dan disentrifuse selama 10 menit. Campuran disaring dan supernatan dibuang. Pada bubuk mikrokapsul ditambahkan 4 ml akuades dan divorteks selama 1 menit, kemudian dilakukan ekstraksi dengan 25 ml campuran heksana/isopropanol (3:1, v/v). Lapisan fase organik dipisahkan dan ditampung pada labu evaporator yang sudah diketahui beratnya. Pada lapisan air bagian bawah ditambahkan pelarut heksana/isopropanol (3:1, v/v) sebanyak 5 ml, dikocok, dipisahkan, dan digabung menjadi satu dengan lapisan organik sebelumnya. Larutan dievaporasi vakum dan selisih berat merupakan jumlah minyak yang terenkapsulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Minyak Makan Merah

Pembuatan minyak makan merah dari minyak sawit dilakukan dengan unit peralatan kapasitas 100 kg/*batch* yang dimiliki oleh PPKS. Persiapan minyak makan merah dilakukan sebanyak 2 kali proses (*batch*), dan sifat kimia dari bahan baku CPO serta minyak makan merah yang dihasilkan tertera di Tabel 1. Dengan proses pemurnian yang dilakukan, rata-rata 85% kandungan karoten dan 89% kandungan α-tokoferol CPO dapat dipertahankan pada minyak makan merah yang dihasilkan.

Tabel 1. Sifat kimia dari CPO dan minyak makan merah yang dihasilkan

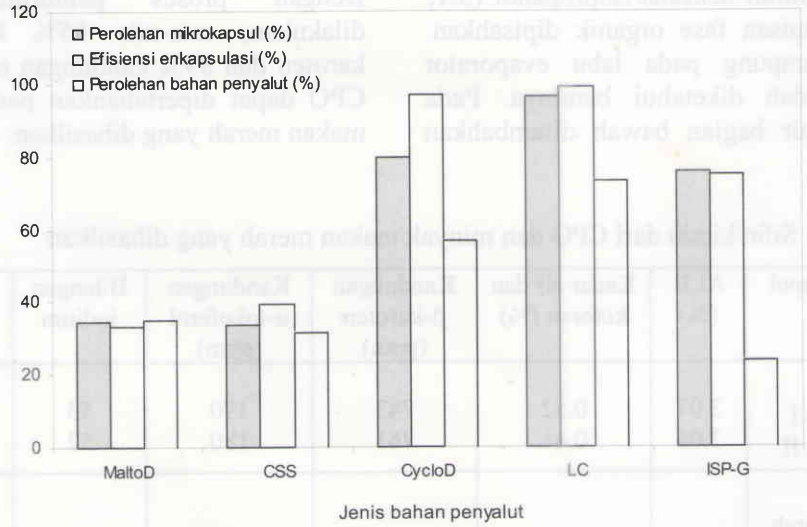
Jenis sampel	ALB (%)	Kadar air dan kotoran (%)	Kandungan β-karoten (ppm)	Kandungan α-tokoferol (ppm)	Bilangan iodium	Bilangan peroksida (meq/kg)
CPO :						
Batch I	3.07	0.52	743	190	53	1.16
Batch II	3.06	0.41	761	180	52	0.87
Minyak makan merah						
Batch I	0.61	0.059	651	163	56	1.45
Batch II	0.59	0.079	637	166	56	2.03

Proses Mikroenkapsulasi Minyak Makan Merah

Mikroenkapsulasi minyak makan merah dilakukan melalui penyemprotan emulsi minyak dan air pada alat *spray dryer*. Air pada emulsi akan terevaporasi setelah mengalami kontak dengan udara pengering dan kemudian terjadi pemisahan partikel kering. Mikrokapsul yang dihasilkan berupa bubuk dan terdiri dari droplet-droplet minyak yang terdispersi dalam matriks polimer yang larut dalam air.

Pemilihan bahan penyalut yang akan melindungi bahan inti (dalam hal ini minyak makan merah) merupakan faktor penting dalam proses mikroenkapsulasi. Perlakuan dengan beberapa jenis bahan penyalut menunjukkan perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut yang berbeda, seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Bahan penyalut laktosa Na-caseinat menghasilkan perolehan mikrokapsul yang tertinggi (96,3%), sedangkan maltodekstrin dan *corn syrup solids* menghasilkan perolehan mikrokapsul yang terendah (33-35%). β-Cyclodextrin menghasilkan perolehan mikrokapsul yang lebih rendah dibandingkan dengan laktosa Na-caseinat, namun menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang relatif sama. Efisiensi enkapsulasi menunjukkan jumlah minyak yang terdapat

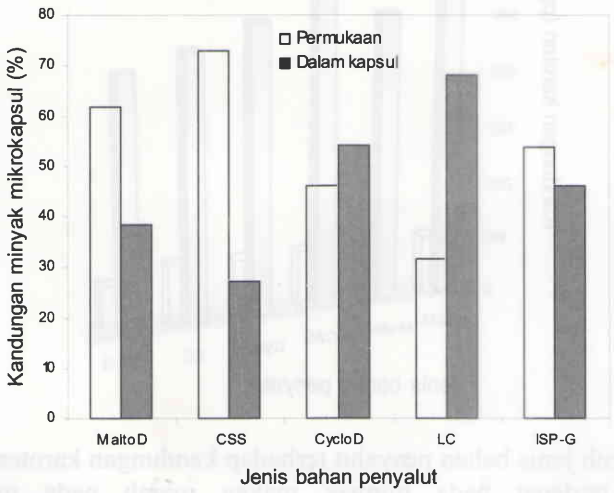


Gambar 1. Pengaruh jenis bahan penyalut terhadap perolehan mikrokapsul minyak makan merah
(Keterangan : MaltoD = maltodekstrin; CSS = corn syrup solids; CycloD = β-cyclodextrin; LC = laktosa Na-caseinat; dan ISPG = isolat protein kedelai dan gum arab)

dalam mikrokapsul dan dibandingkan dengan jumlah minyak yang digunakan pada proses pembuatan mikrokapsul. Dengan nilai efisiensi enkapsulasi berkisar 97-99%, dapat dikatakan bahwa hampir seluruh minyak yang digunakan dalam proses dapat terenkapsulasi pada bahan penyalut β-cyclodextrin dan laktosa Na-caseinat .

Pemilihan jenis dan formula bahan penyalut merupakan hal penting dalam proses mikroenkapsulasi, karena akan mempengaruhi stabilitas emulsi yang terbentuk dari campuran bahan penyalut yang bersifat larut air dengan minyak. Pada bahan penyalut jenis karbohidrat ditambahkan bahan pengemulsi Tween 80, sedangkan bahan penyalut jenis protein tidak menggunakan bahan pengemulsi karena molekul protein dapat sekaligus berperan sebagai bahan pengemulsi. Stabilitas emulsi tinggi dibutuhkan pada proses mikroenkapsulasi, sehingga minyak tidak mudah memisah pada saat proses *spray dry* dilakukan. Perolehan bahan penyalut tertinggi terdapat pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat, diikuti dengan β-cyclodextrin. Bahan penyalut maltodekstrin, *corn syrup solids*, dan isolat protein kedelai - gum arab menghasilkan perolehan bahan penyalut dan efisiensi enkasulasi yang rendah dan relatif sama.

Bahan penyalut maltodekstrin, *corn syrup solids*, dan isolat protein kedelai - gum arab juga menghasilkan enkapsul dengan minyak yang lebih banyak terdapat pada permukaan dibandingkan dalam enkapsul (Gambar 2), yang mengindikasi-kan bahwa minyak lebih banyak yang teradsorpsi dibandingkan terabsorpsi dalam bahan penyalut mikro-

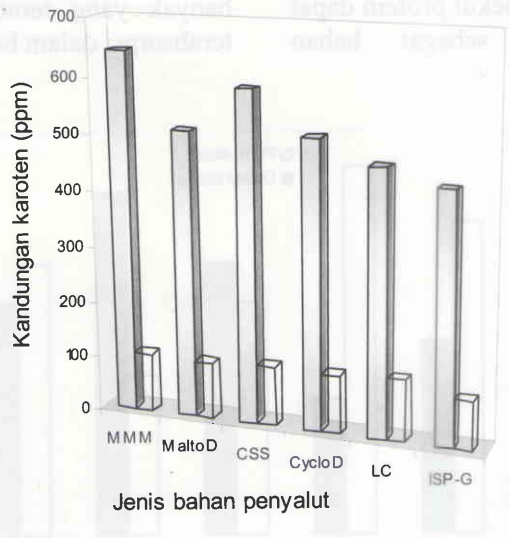


Gambar 2. Pengaruh jenis bahan penyalut terhadap minyak yang terkandung pada permukaan dan dalam mikrokapsul minyak makan merah

kapsul. Bahan penyalut laktosa Na-caseinat menghasilkan mikrokapsul dengan distribusi minyak yang terbaik dan diikuti dengan bahan penyalut β-cyclodextrin, masing-masing dengan kandungan minyak dalam mikrokapsul sebesar 68,2 dan 54,0%.

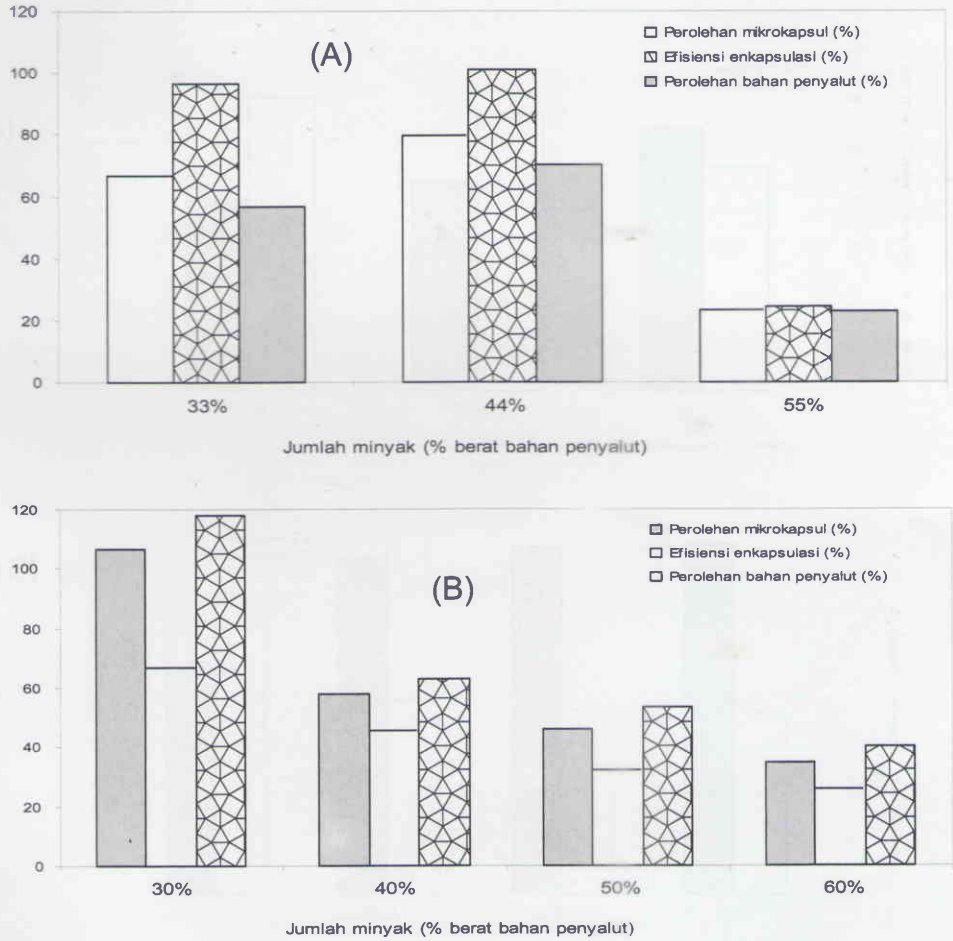
Gambar 3 menunjukkan bahwa jenis bahan penyalut tidak menghasilkan kandungan karoten dan α-tokoferol yang berbeda dalam minyak makan merah yang diekstrak dari mikrokapsul. Namun, penurunan kandungan karoten terdapat sedikit pada minyak pada mikrokapsul dibandingkan dengan minyak makan merah yang digunakan sebagai bahan baku. Sedangkan α-tokoferol relatif lebih stabil dibandingkan karoten selama proses penyemprotan kering dilakukan. Tingkat retensi karoten minyak makan merah yang terdapat pada mikrokapsul berkisar 73 90%. α-Tokoferol merupakan kelompok vitamin E yang relatif stabil terhadap suhu tinggi (Nagendran et al., 2000), sedangkan karoten bersifat sebaliknya.

Hasil percobaan yang disebut di atas mengindikasikan bahwa β-cyclodextrin merupakan bahan penyalut jenis karbohidrat yang terbaik diantara tiga jenis bahan penyalut lainnya, dan laktosa Na-caseinat merupakan bahan penyalut jenis protein yang lebih baik dibandingkan isolat protein kedelai.



Gambar 3. Pengaruh jenis bahan penyalut terhadap kandungan karoten dan α-tokoferol yang terdapat pada minyak makan merah pada mikrokapsul, dan dibandingkan dengan bahan baku minyak makan merah yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi

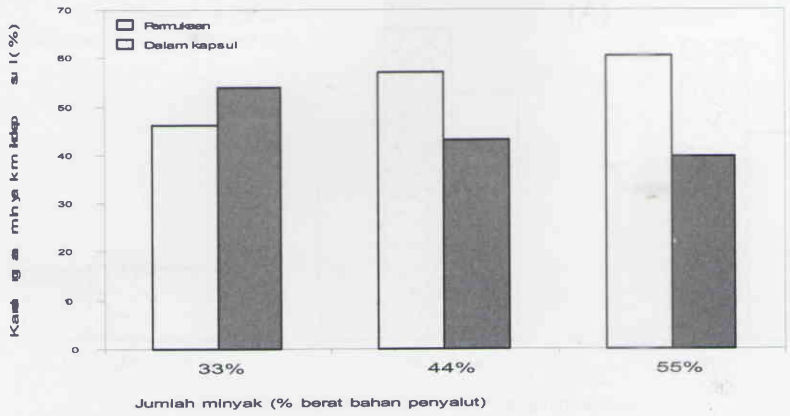
Peningkatan jumlah minyak makan merah yang digunakan pada formula mikrokapsul cenderung menyebabkan perolehan mikrokapsul yang menurun, baik dengan bahan penyalut β-cyclodextrin maupun laktosa Na-caseinat (Gambar 4).



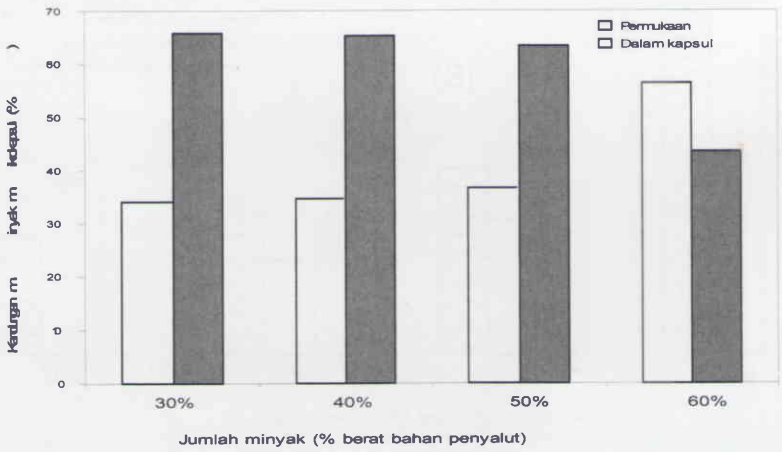
Gambar 4. Pengaruh jumlah minyak dalam pembuatan mikrokapsul minyak makan merah dengan bahan penyalut β-cyclodextrin (A) dan laktosa Na-caseinat (B) terhadap perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut

Dengan perolehan mikrokapsul yang lebih rendah, maka efisiensi enkapsulasi dan perolehan bahan penyalut juga menjadi lebih rendah dengan meningkatnya jumlah minyak makan merah yang digunakan. Dari Gambar 4 dapat

dilihat bahwa jumlah minyak terbaik yang digunakan pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat adalah 30%. Lebih lanjut, jumlah minyak terbaik yang digunakan pada bahan penyalut β-cyclodextrin adalah 44%, yang menghasilkan perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut yang tidak berbeda nyata dengan jumlah minyak 33%.



(A)



(B)

Gambar 5. Pengaruh jumlah minyak dalam pembuatan mikrokapsul minyak makan merah dengan bahan penyalut β-cyclodextrin (A) dan laktosa Na-caseinat (B) terhadap minyak yang terkandung pada permukaan dan dalam mikrokapsul

Secara umum dapat digambarkan bahwa perolehan mikrokapsul dan bahan penyalut pada penggunaan laktosa Na-caseinat lebih tinggi dibandingkan β-

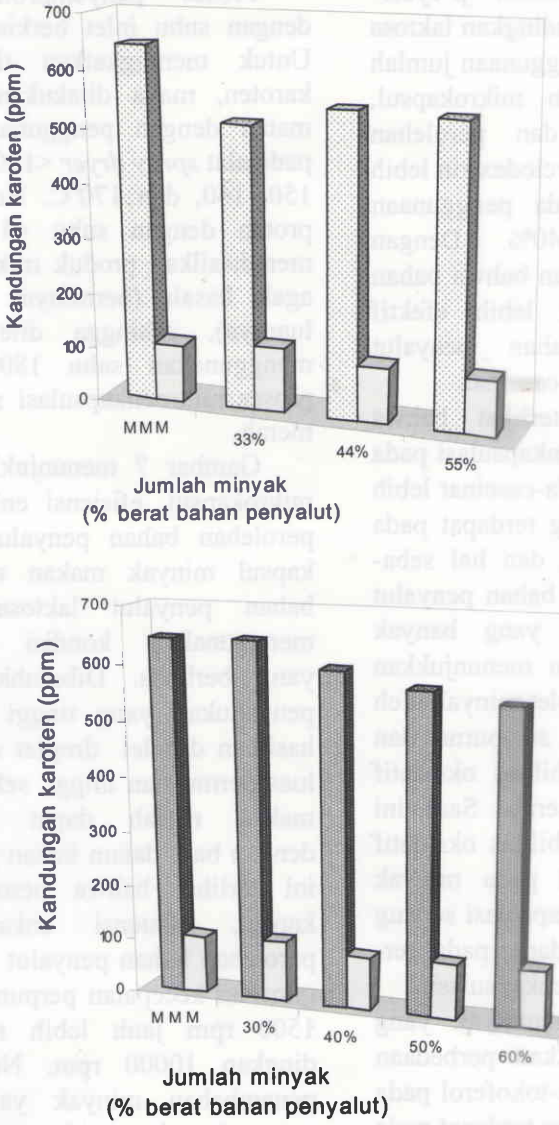
kapsulasi pada penggunaan β-cyclodextrin lebih tinggi dibandingkan laktosa Na-caseinat. Dengan penggunaan jumlah minyak 44%, perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut pada β-cyclodextrin lebih tinggi dibandingkan pada penggunaan laktosa Na-caseinat 40%. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa bahan penyalut β-cyclodextrin lebih efektif digunakan sebagai bahan penyalut dibandingkan laktosa Na-caseinat.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa jumlah minyak yang terenkapsulasi pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat lebih tinggi dibandingkan yang terdapat pada permukaan mikrokapsul, dan hal sebaliknya yang terjadi pada bahan penyalut β-cyclodextrin. Minyak yang banyak terdapat pada permukaan menunjukkan bahwa penyelaputan droplet minyak oleh bahan penyalut kurang sempurna dan akan mempengaruhi stabilitas oksidatif dari minyak makan merah. Saat ini pengamatan terhadap stabilitas oksidatif karoten dan α-tokoferol pada minyak makan merah yang dienkapsulasi sedang dilakukan, baik yang terdapat pada permukaan maupun yang terenkapsulasi.

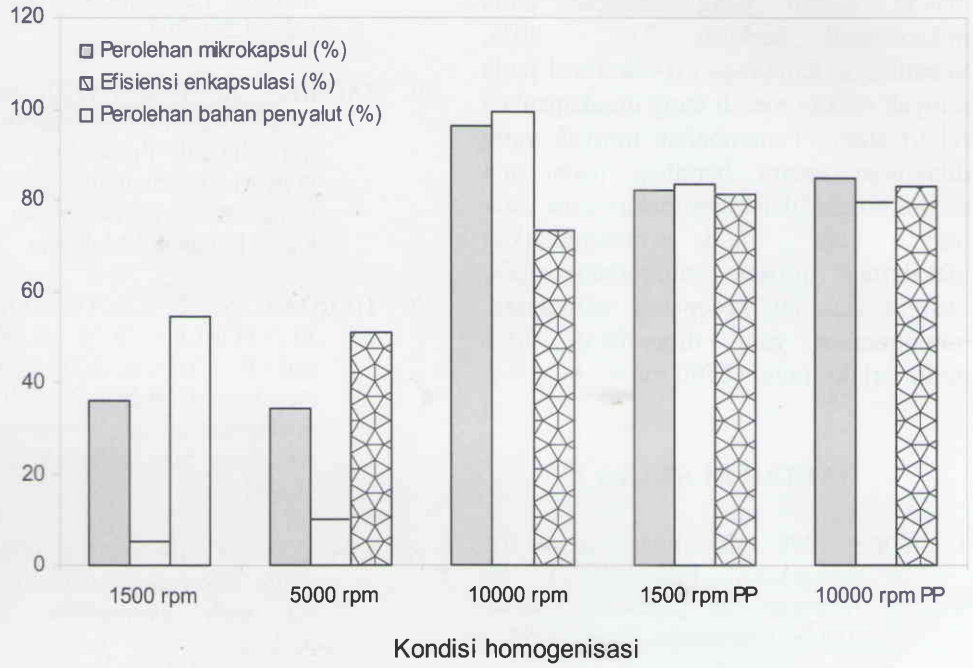
Penggunaan jumlah minyak yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan kandungan karoten dan α-tokoferol pada minyak makan merah yang terdapat pada mikrokapsul (Gambar 6). Terdapat penurunan kandungan karoten pada minyak makan merah yang dienkapsulasi apabila dibandingkan dengan bahan baku minyak awalnya, dan hal ini terjadi karena suhu tinggi yang digunakan pada proses *spray dry*.

Proses penyemprotan dilakukan dengan suhu inlet berkisar 180-185°C. Untuk meningkatkan tingkat retensi karoten, maka dilakukan juga pengamatan dengan penggunaan suhu inlet pada alat *spray dryer* <180°C, yakni 140, 150, 160, dan 170°C. Namun penyemprotan dengan suhu <180°C ternyata menghasilkan produk mikrokapsul yang agak basah (berminyak pada bagian luarnya), sehingga ditetapkan untuk menggunakan suhu 180-185°C untuk proses mikroenkapsulasi minyak makan merah.

Gambar 7 menunjukkan perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut dari mikrokapsul minyak makan merah dengan bahan penyalut laktosa Na-caseinat menggunakan kondisi homogenisasi yang berbeda. Dibutuhkan kecepatan pengadukan yang tinggi untuk menghasilkan droplet droplet minyak dengan luas permukaan tinggi, sehingga minyak makan merah dapat terenkapsulasi dengan baik dalam bahan penyalut. Hal ini terlihat bahwa perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut dengan menggunakan kecepatan perputaran 5000 dan 1500 rpm jauh lebih rendah dibandingkan 10000 rpm. Namun dengan penambahan minyak yang dilakukan secara bertahap pada saat emulsifikasi bahan mikrokapsul, perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut dari mikrokapsul minyak makan merah dapat ditingkatkan, meskipun dengan kecepatan perputaran yang rendah (1500 rpm).



Gambar 6. Pengaruh jumlah minyak dalam pembuatan mikrokapsul minyak makan merah dengan bahan penyalut β-cyclodextrin (A) dan laktosa Na-caseinat (B) terhadap kandungan karoten dan α-tokoferol, dan dibandingkan dengan bahan baku minyak makan merah yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi



Gambar 7. Pengaruh kondisi homogenisasi dalam pembuatan mikrokapsul minyak makan merah dengan bahan penyalut laktosa Na-caseinat terhadap perolehan mikrokapsul, efisiensi enkapsulasi, dan perolehan bahan penyalut

(Keterangan: Bilangan menunjukkan kecepatan perputaran alat homogenizer. Minyak ditambahkan sekaligus pada pembuatan emulsi, kecuali perlakuan dengan notasi PP yang berarti minyak ditambahkan secara bertahap)

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laktosa Na-caseinat dan β-cyclodextrin merupakan bahan penyalut yang paling baik untuk pembuatan mikrokapsul minyak makan merah. Jumlah minyak optimum yang digunakan pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat adalah 30%, sedangkan β-cyclodextrin adalah 44%.

Jumlah minyak yang terenkapsulasi pada bahan penyalut laktosa Na-caseinat lebih tinggi dibandingkan yang terdapat pada permukaan mikrokapsul, dan hal sebaliknya yang terjadi pada bahan penyalut β-cyclodextrin.

Terdapat penurunan kandungan karoten pada minyak makan merah yang dienkapsulasi apabila dibandingkan dengan bahan baku minyak awalnya, di mana tingkat retensi karoten minyak

makan merah yang terdapat pada mikrokapsul berkisar 73 – 90%. Sebaliknya, kandungan α-tokoferol pada minyak makan merah yang dienkapsulasi relatif stabil. Penambahan minyak yang dilakukan secara bertahap pada saat proses emulsifikasi merupakan cara yang lebih baik untuk meningkatkan efektivitas proses mikroenkapsulasi. Dengan cara ini, kecepatan perputaran homogenizer yang dibutuhkan tidak perlu terlalu tinggi (1500 rpm).

DAFTAR PUSTAKA

1. AOCS. 1998. Official Methods and Recommended Practises of the American Oil Chemists Society. AOCS, Champaign, Illinois, USA.

2. ASTAWAN, M., TAZWIR dan F. ARIATI. 1999. Pengaruh penambahan bahan penyalut dan jumlah fraksi minyak terhadap mikroenkapsulasi konsen-trat asam lemak omega-3 dengan metode *spray drying*. J. Ilmu dan Tekn. Pangan 4 : 1-12.

3. DZIEZAK, J.D. 1988. Microencapsulation and Encapsulated Ingredients. Food Tech. Special Report, Inst. Of Food Technologists, Chicago, USA.

4. FÄLDT, P. and B. BERGENSTÄHL. 1995. Fat encapsulation in Spray Dried Food Powders. J. Am. Oil Chem. Soc. 72:171-176.

5. JACKSON, L.S. and K. LEE. 1991. Micro-encapsulation and the Food Industry. Lebensm-Wiss. U.-Technol. 24:289-297.

6. JATMIKA, A., T. HARYATI, and P. GURITNO. 1996. Preparation of red palm oil. Proceeding of 1996 PORIM International Palm Oil Congress, 23-28 September 1996, Kuala Lumpur Malaysia.

7. HARDAS, N., S. DANVIRIYAKUL, J.L. FORLEY, W.W. NAWAR, and P. CHINACHOTI. 2000. Accelerated stability studies of microencapsulated anhydrous milk fat. Food Sci. and Tech. 33 (7): 506-513.

8. LIN, C-C, S-Y LIN, and L.S. HWANG. 1995. Microencapsulation of squid oil with hydrophillic macromolecules for oxidative and thermal stabilization. J. Food Sci. 60 : 36-39.

9. NAGENDRAN, B., U.R. UNNITHAN, Y.M. CHOO, and K. SUNDRAM. 2000. Characteristics of red palm oil, a carotene- and vitamin E-rich refined oil for food uses. Food and Nutrition Bull., 21 (2):189-194.

10. TAGUCHI, K., K. IWAMI, F. IBUKI, and M. KAWABATA. 1992. Oxidative stabi-lity of sardine oil embedded in spray-dried egg white powder and its use in n-3 unsaturated fatty acid fortification of cookies. Biosci. Biotech. Biochem. 56 : 560-563.

11. WANASUNDARA, U.N. and F. SHAHIDI. 1995. Storage stability of micro-encapsulated seal blubber oil. J. Food Lipids 2:73-86.

Tabel 6. Persentase serangan, TBS dan jumlah tandan pada percobaan TI 17 S

No	Persilangan	Persentase serangan	Jumlah tandan/pohon /tahun	TBS (kg/pohon/tahun)
1	BO 1629 D X BO 10 P	8,33	14,9 bcde	192,0 a
2	BO 2911 D X BO 10 P	8,33	15,2 bcde	190,6 ab
3	BO 1631 D X BO 10 P	8,33	14,8 cdef	183,6 abc
4	BO 2913 D X BO 10 P	15,28	10,8 ij	156,6 de
5	BO 2912 D X BO 10 P	27,78	10,9 ij	145,6 ef
6	TI 887 D X BO 12 P	8,33	16,9 a	203,9 a
7	TI 886 D X BO 12 P	4,17	16,5 ab	201,1 ab
8	TI 886 D X BO 12 P	5,56	16,5 ab	198,4 ab
9	TI 890 D X BO 12 P	9,72	14,9 bcde	187,3 abc
10	TI 974 D X BO 12 P	12,50	14,1 cdefg	184,3 abc
11	TI 976 D X BO 12 P	6,99	14,2 cdef	178,8 bc
12	BO 1637 D X BO 12 P	11,11	15,5 abc	199,2 ab
13	BO 2928 D X BO 12 P	6,94	14,8 cdef	185,7 abc
14	BO 2940 D X BO 12 P	18,06	13,4 efg	181,1 abc
15	BO 1636 D X BO 12 P	8,33	1,9 fg	179,8 bc
16	BO 1641 D X BO 12 P	38,89	12,3 defg	125,8 f
17	BO 2956 D X BO 14 P	5,56	12,5 defg	200,5 ab
18	BO 1645 D X BO 14 P	5,56	13,7 abcde	195,9 ab
19	BO 1646 D X BO 14 P	5,56	12,1 efg	186,6 abc
20	TI 918 D X BO 14 P	12,50	15,6 abc	199,5 ab
21	TI 1005 D X BO 14 P	2,78	14,9 bcde	190,7 ab
22	TI 914 D X BO 14 P	8,33	13,8 defg	190,7 ab
23	BO 951 D X BO 170 P	20,83	15,4 abcd	193,3 ab
24	BO 1059 D X BO 172 P	9,72	14,8 bcdef	179,8 bc
	Rerata	***11,11***	***14,3***	***184,0***
20	BJ 28 D x BJ 217 P	9,72	12,8 gh	167,4 c
	(kontrol)			

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 0,05$

Reproduksi persilangan terpilih

Persilangan-persilangan yang toleran direproduksi melalui progenitor dura maupun pisiferanya. Pemilihan dilakukan berdasarkan analisis ketahanan terhadap penyakit *Ganoderma* dan juga daya gabung terhadap komponen produksi maupun komponen tandan. Berdasarkan hasil pengamatan ketahanan terhadap serangan patogen dan kandungan tanin untuk mendapatkan material terpilih yang dapat dianggap toleran dilakukan dua strategi yaitu :

1. Pengamatan terhadap individu-individu dari persilangan yang memiliki tingkat serangan terendah dengan berdasarkan potensi produksi yang kemudian diperbanyak secara kultur jaringan.
2. Reproduksi dari persilangan-persilangan yang relatif memiliki tingkat serangan terendah dengan produktivitas yang tinggi misalnya dari persilangan BJ 497 D x NI 004 P, TI 900 D x BJ 222 P atau TI 932 D x BJ 217 P. Dari ketiga persilangan ini ternyata keturunan BJ (baik dari BJ 497 D maupun BJ 217 P/222P) menurunkan karakter toleransi terhadap serangan patogen yang tinggi. Disamping itu dari pengamatan Purba *dkk* (6) ternyata persilangan BJ 452 D x BJ 452 D selama pengamatan 13 tahun di lapangan hanya memiliki angka kematian rerata per tahun 1.5%. Dari percobaan TI 15 S dapat dipilih persilangan TI 890 D x MA 315 P, sedangkan dari percobaan TI 16 S dapat dipilih persilangan TI 859 D x BJ 221 P atau TI 698 D x BJ 220 P dan TI 655 D x BJ 250 P. Dari percobaan TI 17 S dapat dipilih persilangan TI 886 D x BO 12 P, TI 1005 D x BO 14 P dan BO 2956 D x BO 14 P. Dari hasil penelitian Suprianto dan Asmono (9) ditemukan bahwa persilangan TI 655 D x BJ 250 P memiliki persentase inti/buah di atas 10 % dengan demikian persilangan ini selain toleran terhadap *Ganoderma* juga dapat meningkatkan produksi minyak inti. Di lain fihak hasil penelitian Ikwan dan Asmono (2) ditemukan bahwa persilangan TI 859 D x BJ 221 P dan TI 886 D x BO 12 P dapat dijadikan ortet sebagai sumber eksplan untuk perbanyakan secara *in-vitro*, dengan demikian planlet yang dihasilkan dari dua persilangan ini selain toleran terhadap *Ganoderma* juga merupakan bahan tanaman elit.

KESIMPULAN dan SARAN

Terdapat keragaman dalam ketahanan penyakit *Ganoderma* pada persilangan yang diuji di lapangan. Terdapat beberapa persilangan yang menunjukkan tingkat toleransi yang cukup baik. Data dari analisis tanin menunjukkan kandungan tanin dari tanaman yang sehat lebih rendah daripada tanaman yang terserang patogen.

Pada waktu mendatang diperlukan metode deteksi dini untuk mengetahui lebih awal infeksi *Ganoderma* melalui analisis kandungan enzim kitinase dan teknik Elisa tak langsung dengan antibodi poliklonal yang diproduksi dari

Tabel 4. Persentase serangan dan produktivitas tanaman di TI 15 S

No	Persilangan	Persentase serangan	Jumlah tandan/pohon/tahun	TBS (kg/pohon/tahun)
1	BO 2248 D X MA 315 P	27,78	14,1 abc	67,3 abcd
2	BO 2235 D X MA 315 P	19,44	14,1 abc	155,8 bcde
3	BO 2243 D X MA 315 P	20,83	12,4 defgh	155,6 bcde
4	BO 2247 D X MA 315 P	22,22	15,1 a	181,4 a
5	BO 2233 D X MA 315 P	27,78	14,9 ab	171,9 ab
6	BO 2245 D X MA 315 P	18,06	14,4 abc	167,0 abcd
7	BO 2240 D X MA 315 P	26,39	14,4 abc	167,1 abcd
8	BO 2232 D X MA 315 P	23,61	14,4 abc	160,9 abcd
9	BO 2238 D X MA 315 P	16,67	13,4 bcdefg	159,7 bcde
10	BO 2237 D X MA 315 P	20,83	13,5 bcdef	159,3 bcde
11	TI 859 D X MA 315 P	18,06	11,5 g	142,7 e
12	TI 865 D X MA 315 P	23,61	14,6 ab	168,4 abc
13	TI 874 D X MA 315 P	22,22	11,5 g	142,0 e
14	TI 887 D X MA 315 P	25,00	13,0 cdefg	155,0 bcde
15	TI 850 D X MA 315 P	25,00	11,9 fg	145,7 e
16	TI 890 D X MA 315 P	5,56	12,3 defg	147,2 e
17	TI 876 D X MA 315 P	11,11	12,5 defg	152,0 bcde
18	TI 856 D X MA 315 P	22,22	13,7 abcde	161,9 bcde
19	TI 872 D X MA 315 P	16,67	12,1 efg	148,7 cde
	Rerata	**20,14**	**13,4**	**158,6**
20	BJ 28 D x BJ 217 P **(kontrol)**	9,72	13,8 abcd	161,4 abcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 0,05$

Tabel 5. Persentase serangan, produksi TBS dan jumlah tandan pada percobaan TI 16 S

No	Persilangan	Persentase serangan	Jumlah tandan/pohon/tahun	TBS (kg/pohon/tahun)
1	TI 859 D X BJ 221 P	3	14,9 bcde	192,0 a
2	TI 914 D X BJ 221 P	18	15,2 bcde	190,6 ab
3	TI 876 D X BJ 221 P	19	14,8 cdef	183,6 abc
4	TI 905 D X BJ 221 P	17	10,8 ij	156,6 de
5	TI 886 D X BJ 221 P	7	10,9 ij	145,6 ef
6	TI 886 D X BJ 220 P	18	16,9 a	203,9 a
7	TI 655 D X BJ 220 P	11	16,5 ab	201,1 ab
8	TI 661 D X BJ 220 P	3	16,5 ab	198,4 ab
9	TI 686 D X BJ 220 P	7	14,9 bcde	187,3 abc
10	TI 629 D X BJ 220 P	7	14,1 cdefg	184,3 abc
11	TI 658 D X BJ 220 P	6	14,2 cdef	178,8 bc
12	TI 698 D X BJ 220 P	1	15,5 abc	199,2 ab
13	TI 668 D X BJ 220 P	11	14,8 cdef	185,7 abc
14	TI 689 D X BJ 220 P	8	13,4 efg	181,1 abc
15	TI 689 D X BJ 250 P	4	1,9 fg	179,8 bc
6	TI 623 D X BJ 250 P	6	12,3 defg	125,8 f
17	TI 655 D X BJ 250 P	3	12,5 defg	200,5 ab
18	TI 682 D X BJ 250 P	4	13,7 abcde	195,9 ab
19	TI 666 D X BJ 250 P	6	12,1 efg	186,6 abc
20	TI 698 D X BJ 250 P	12	15,6 abc	199,5 ab
21	TI 637 D X BJ 250 P	8	14,9 bcde	190,7 ab
22	TI 668 D X BJ 250 P	4	13,8 defg	190,7 ab
23	TI 629 D X BJ 250 P	4	15,4 abcd	193,3 ab
24	TI 686 D X BJ 250 P	7	14,8 bcdef	179,8 bc
	Rerata	***10,2***	***13,7***	***157,3***
20	BJ 28 D x BJ 217 P	8,33	13,6 defgh	153,8 de
	(kontrol)			

Ket: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 0,05$

serangan yang relatif sama. Hal yang sama terjadi pada persilangan DS 29 D x LM 2 T yaitu klon MK 16, MK 54 dan MK 106 merupakan klon yang memiliki tingkat serangan rendah, sedangkan pada klon MK 65 dan MK 85 dari persilangan LM 270 D x LM 238 T merupakan klon dengan tingkat serangan yang relatif tinggi. Purba *et al* (7) pada percobaan di pembibitan dengan inokulasi buatan menemukan bahwa klon MK 1 (LM 2742 D x LM 2399 P) adalah klon yang paling lambat menunjukkan gejala sakit (15 bulan setelah diinokulasi) dan paling kecil tingkat serangannya (6,7%) sedangkan klon MK 67 (DS 29 D x LM 7 T) adalah klon yang paling cepat menunjukkan gejala sakit (9 bulan) dan paling tinggi tingkat serangannya (53,3 %) selama 18 bulan pengamatan. Klon MK 67 direproduksi dari persilangan yang sama dengan klon MK 74. Namun demikian, pada percobaan pembibitan dengan inokulasi buatan klon MK 67 paling peka, sebaliknya pada percobaan lapang klon Mk 74 paling rendah tingkat serangannya.

Hasil pengamatan berupa persentase serangan dan produktivitas tanaman dari beberapa percobaan lapang di Kebun Tinjowan disajikan pada Tabel 4 hingga Tabel 6. Pada Tabel 4 terlihat rerata persentase serangan pada percobaan TI 15 S adalah 20,14 % dan rerata jumlah tandan yang dihasilkan adalah 13,4 tandan/pohon/tahun dengan rerata jumlah TBS yang dihasilkan adalah 158,6 kg/pohon/tahun. Bila dikaji lebih jauh pada umumnya persilangan-persilangan yang memiliki ibu dari BO memiliki angka serangan yang relatif lebih tinggi daripada ibu dari TI. Dari Tabel 4 juga dapat diamati bahwa persilangan yang produktif pada umumnya lebih peka daripada persilangan yang kurang produktif.

Pada Tabel 5 rerata persentase serangan, jumlah tandan dan TBS di TI 16 S berturut-turut adalah 10,2 %, 13, 7 tandan/pohon/tahun dan 157,3 kg/pohon-/tahun. Rerata serangan di TI 16 S ini lebih rendah daripada di TI 15 S, sedangkan jumlah tandan yang dihasilkan lebih tinggi sedikit dan TBS-nya sedikit lebih kecil. Rerata serangan pada persilangan dengan bapak BJ 220 P, 221 P dan 250 P adalah 8 %, 12,78 % dan 5,8 %. Berbeda dengan keadaan di TI 15 S di percobaan ini ternyata pada persilangan yang produktif nilai serangan sangat rendah (nomor persilangan 1, 17 dan 18).

Rerata persentase serangan , jumlah tandan dan TBS di TI 17 S berturut turut adalah 11,11%, 14,3 tandan/pohon/tahun dan 184 kg/pohon/tahun, dengan demikian persentase serangan berada diantara kebun TI 15 S dan 16 S , tetapi jumlah tandan dan TBSnya lebih tinggi dari pada kedua kebun lainnya. Bila dilihat persentase serangan berdasarkan turunan dari pohon bapak maka nomor persilangan BO 10, 12, 14 adalah yang paling tinggi yaitu 13,61 %; 11,87 % dan 7,87 % (Tabel 6).

Tabel 2. Persentase serangan dan kadar tanin pada beberapa origin di Gunung Bayu

No	Persilangan	Persentase Serangan	Kadar Tanin (mg/100 mg)	
			Tanaman sehat	Tanaman sakit
1	Origin Marihat (MA)			
	MA 502 D x MA 315 P	12,0	0,086	0,115
	TI 647 D x MA 313 P	12,0	0,084	0,244
	TI 998 D x MA 313 P	12,7	0,103	0,149
	TI 1056 D x MA 315 P	12,7	0,092	0,224
	TI 803 D x MA 317 P	14,0	0,139	0,163
	Rerata	**12,7**	**0,101**	**0,179**
2.	Origin Bah Jambi (BJ)			
	BO 3114 D x BJ 210 P	12,0	0,095	0,255
	BO 3439 D x BJ 217 P	12,0	0,128	0,193
	TI 932 D x BJ 217 P	10,0	0,132	0,153
	TI 900 D x BJ 222 P	10,0	0,170	0,208
	TI 776 D x BJ 221 P	10,7	0,091	0,206
	Rerata	**10,9**	**0,123**	**0,203**
3.	Origin D. Sinumbah (DS)			
	BJ 335 D x DS 066 P	12,7	0,120	0,238
	BJ 272 D x DS 070 P	14,7	0,070	0,289
	BO 3903 D x DS 069 P	12,7	0,096	0,202
	BJ 584 D x DS 069 P	12,0	0,097	0,127
	BJ 280 D x DS 070 P	14,0	0,100	0,165
	BO 1833 D x DS 066 P	11,3	0,135	1,173
	Rerata	**12,9**	**0,103**	**0,199**
4.	Origin Rispa (RS)			
	BO 2650 D x RS 295 P	12,0	0,117	0,159
	BO 3033 D x RS 295 P	13,3	0,111	0,177
	BO 3131 D x RS 295 P	10,7	0,094	0,255
	BO 3801 D x RS 295 P	12,7	0,127	0,153
	Rerata	**12,2**	**0,112**	**0,186**

23 tahun), dengan demikian persentase akan bisa bertambah dengan makin lamanya tanaman berada di lapangan, ataupun juga dapat disebabkan jumlah dan patogenitas inokulum yang mungkin berbeda di kedua tempat tersebut. Seperti diketahui bahwa penularan penyakit busuk pangkal batang yang di sebabkan oleh *Ganoderma* terutama terjadi melalui kontak akar di dalam tanah. Dengan demikian daya tahan akar menentukan kemungkinan terjadinya infeksi oleh karena itu untuk analisa tanin di gunakan jaringan akar untuk menentukan adakah hubungan antara tingkat serangan dengan kadar tanin yang terdapat di dalam akar.

Pada umumnya kandungan tanin dari tanaman sehat lebih rendah daripada tanaman sakit (Tabel 1 dan 2) hal ini disebabkan karena tanaman yang diserang penyakit membentuk senyawa yang menentang perkembangan penyakit selanjutnya. Senyawa-senyawa tersebut dikenal sebagai fitoalexin. Pada tanaman yang resisten terhadap penyakit, fitoalexin terdapat dalam jumlah yang besar atau fitoalexin sanggup melumpuhkan toksin yang dihasilkan oleh patogen (8). Ternyata beberapa senyawa tersebut telah di identifikasi merupakan senyawa fenol atau derivatnya. Tanin adalah suatu senyawa polifenol tersebar luas di berbagai jaringan tanaman. Salah satu sifat penting dari tanin adalah kemampuannya untuk berikatan dan mengendapkan protein, diduga sifat ini merupakan reaksi dasar dari fungsi tanin dalam melindungi tanaman dari serangan patogen (1).

Juga terdapat kecenderungan bahwa origin yang persentase serangannya rendah (BJ) kandungan tanin pada tanaman sehat lebih tinggi dari origin lainnya. Pada persilangan yang persentase serangannya rendah, kandungan tanin pada tanaman sehat lebih tinggi daripada tanaman sehat dari persilangan lainnya. Sedangkan persilangan yang peka yaitu BJ 272 D x DS 070 P pada tanaman yang sakit jumlah taninnya paling tinggi diantara tanaman sakit dari persilangan lainnya. Tanin yang berikatan dengan protein berfungsi sebagai penghalang serangan patogen, dikenal sebagai *plant growth inhibitor.* Tanin sebagai metabolit sekunder dihasilkan dari lintasan asam shikimat yang bermula dari erithrosa-4-fosfat (E-4-P) dan fosfoenolpiruvat (PEP). Kedua senyawa ini adalah merupakan senyawa perantara dalam proses respirasi. E-4-P dihasilkan dari reaksi gelap fotosintesis dalam siklus pentosa (10). Oleh karena setiap persilangan memiliki kapasitas fotosintesis yang berbeda maka tidak heran bila tanin yang dihasilkan juga tergantung dari jenis persilangan.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa persentase serangan penyakit yang tinggi tidak diikuti dengan tingginya kadar tanin di dalam akar dari contoh tanaman yang terserang, dan juga sebaliknya. Selama 7 tahun di lapangan persentase serangan terbesar diperoleh pada klon MK 43, MK 85, MK 56 dan MK 52, sedangkan klon dengan persentase serangan rendah adalah MK 74, MK 93, MK 106, MK66 dan MK 16. Walaupun berasal dari tetua Ibu dan Bapak yang sama ternyata klon MK 44, MK 47, MK 90 dan MK 92 memiliki tingkat serangan yang beragam, sedangkan klon MK 66, MK 74 dan MK 87 dari persilangan DS 29 D x LM 7 T memiliki tingkat

dapat membantu mengenali sifat ketahanan dengan lebih cepat dan tepat, seperti dengan analisis kandungan tanin. Diduga bahwa senyawa-senyawa fenol galotanin yang terdapat dalam akar tanaman kelapa sawit merupakan senyawa yang berpengaruh terhadap ketahanan tanaman dari serangan *Ganoderma* (3).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan penciri tanaman yang toleran terhadap penyakit *Ganoderma* melalui uji coba di lapangan dari persilangan-persilangan yang diduga toleran terhadap *Ganoderma*. Sasaran penelitian adalah untuk mendapatkan bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap serangan *Ganoderma* yang selanjutnya akan diperbanyak secara kultur jaringan atau direproduksi melalui genitornya.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan beberapa persilangan kelapa sawit dilakukan pada berbagai bahan tanaman untuk mendapatkan individu yang diduga toleran terhadap penyakit *Ganoderma*. Pengamatan dilakukan di Kebun Tinjowan dan Gunung Bayu yang diketahui merupakan areal epidemik penyakit *Ganoderma*. Peubah yang diamati berupa keragaan produksi dan persentase serangan penyakit di lapangan.

Di kebun Tinjowan terdapat empat percobaan. Percobaan pertama terletak di Afd. I Blok 87 seluas 11 ha dan ditanam pada Oktober 1987. Percobaan terdiri atas 20 persilangan dengan bapak berasal dari Marihat (Percobaan Ti 15 S). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dengan 6 ulangan, setiap ulangan terdiri atas 12 pohon. Dengan demikian setiap persilangan terdapat 72 pohon.

Percobaan kedua terletak di blok 88 seluas 14 ha. Percobaan terdiri atas 25 persilangan dengan bapak berasal dari Bah Jambi (percobaan Ti 16 S). Percobaan menggunakan 6 ulangan dan setiap ulangan terdiri atas 12 pohon. Percobaan ketiga di blok 89 (percobaan Ti 17 S) sama seperti percobaan kedua bapak berasal dari origin La Me yang ditanam di Benoa (Bah Jambi).

Percobaan keempat terletak di Afd. I Blok 35 seluas 35 ha terdiri dari 6 persilangan dengan bapak berasal dari Nifor (Ni) dan ditanam pada 1979. Percobaan menggunakan rancangan acak Lengkap dengan 6 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 6 pohon, sehingga setiap persilangan terdapat 36 pohon.

Percobaan kelima berlokasi di Kebun Gunung Bayu Afd. VIII Blok 375 seluas 24 ha. Percobaan terdiri dari 20 persilangan D x P menggunakan rancangan acak kelompok. Percobaan terdiri atas 3 ulangan dan setiap ulangan terdiri atas 50 pohon. Dengan demikian setiap persilangan terdapat 150 pohon di tanam pada tahun 1985.

Percobaan keenam berlokasi di Kebun Laras Afd. III Blok 59-A seluas 5 ha, ditanam pada tahun 1993 dengan menguji 29 klon. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok dengan 3 ulangan dan setiap ulangan terdiri atas 8 pohon.

Analisis kandungan tanin

Kandungan tanin dilakukan menurut metode Neera *et al* (4) dengan menggunakan HPLC. Bahan yang dianalisa berupa sampel akar dari tanaman yang sakit maupun yang sehat. Kriteria tanaman sehat adalah tanaman yang tidak menunjukkan gejala serangan dan tanaman di sekelilingnya semuanya sehat tidak ada yang sakit atau mati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa persilangan No. 2 dan 6 mempunyai daya tahan yang lebih baik dari pada persilangan lainnya. Bila dikelompokkan ternyata persilangan dari bapak NI 004 P memiliki persentase serangan terendah 63,9% diikuti oleh NI 002 P rerata 73,7% dan NI 007 P rerata 76,9%. Sedangkan hasil dari percobaan yang ditanam di Gunung Bayu dicantumkan pada Tabel 2.

Rerata serangan antara origin hampir sama kecuali origin BJ lebih rendah, sedangkan nilai serangan antar persilangan dalam origin yang sama juga tidak terlalu beragam. Pada Tabel 2 di atas juga dapat dilihat diantara 20 persilangan yang diuji persentase serangan terendah terdapat pada persilangan TI 932 D x BJ 217 P dan TI 900 D x BJ 222 P. Sedangkan serangan penyakit tertinggi di jumpai pada BJ 272 D x DS 070 P.

Dengan demikian dapat dikatakan setidak-tidaknya hingga 17 tahun di lapangan bahwa persilangan TI 932 D x BJ 217 P dan TI 900 D x BJ 222 P yang paling toleran, sedangkan persilangan BJ 272 D x DS 070 P yang paling peka diantara 20 persilangan yang diuji.

Bila dibandingkan data dari Gunung Bayu (Tabel 2) dengan Tinjowan (Tabel 1) ternyata persentase serangan di Gunung Bayu lebih rendah dari pada di Tinjowan karena tanaman di Gunung Bayu lebih muda (17 tahun dibanding

Tabel 1. Persentase serangan dan kadar tanin pada beberapa persilangan di Tinjowan

No	Persilangan	Persentase serangan	Kadar Tanin (mg/100 mg)	
			Tanaman sehat	Tanaman sakit
1	GB 006 D X NI 002 P	80,6	0,106	0,141
2	DS 155 D X NI 002P	66,7	0,181	0,187
3	MA 401 D X NI 007 P	75,0	0,184	0,185
4	MA 370 D X NI 007 P	75,0	0,181	0,187
5	MA 284 D X NI 007 P	80,6	0,161	0,231
6	BJ 497 D X NI 004 P	63,9	0,167	0,174
	Rerata	**73,6**	**0,163**	**0,183**

PENDAHULUAN

Luasan tanaman kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2001 mencapai 3,6 juta ha. Meskipun sumbangan komoditi ini terhadap devisa masih kecil, namun tanaman kelapa sawit merupakan komoditi perkebunan terpenting. Berjuta rakyat Indonesia hidupnya sudah dan akan bergantung pada komoditi ini. Bukan hanya minyak sawit dan minyak inti sawit yang akan diperoleh dari komoditi ini, namun juga beberapa hasil sampingan seperti untuk keperluan meubel, pupuk dan pakan ternak. Penanaman kelapa sawit di Indonesia mempunyai prospek yang cerah karena cukup tersedianya berbagai faktor pendukung, walaupun disana-sini terdapat tantangan misalnya ancaman penyakit yang disebabkan oleh *Ganoderma.*

Penyakit yang paling serius yang dihadapi petani kelapa sawit dewasa ini adalah busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma*. Pada areal terserang berat sering didapati lebih dari 60% tanaman mati sebelum mencapai setengah umur ekonomisnya. Serangan penyakit ini diduga akan semakin serius dengan bertambahnya umur dan generasi pertanaman kelapa sawit. Semula diketahui bahwa penyakit ini hanya menyerang tanaman tua, tetapi pengamatan yang dilakukan terhadap pertanaman generasi ketiga kelapa sawit menunjukkan bahwa penyakit tersebut didapati telah menyerang tanaman belum menghasilkan (TBM).

Sampai saat ini tujuan pemuliaan kelapa sawit masih diarahkan pada peningkatan hasil minyak per hektar. Sungguhpun demikian, pemuliaan kelapa sawit untuk mendapatkan persilangan-persilangan yang toleran terhadap penyakit juga mulai memperoleh perhatian. Hal ini dapat dimengerti sebab potensi produksi yang tinggi dapat dicapai bila tanaman dapat tumbuh dalam kondisi yang sehat. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa material origin La Me lebih toleran terhadap *Ganoderma* dibandingkan dengan materi origin NIFOR (5). Demikian pula telah diketahui bahwa beberapa progeni D x D ada yang toleran dan peka terhadap *Ganoderma* (6). Informasi ini ditambah dengan hasil pengujian dari uji keturunan yang dilakukan di areal yang terkenal dengan tingkat serangan *Ganoderma* yang tinggi dapat digunakan untuk mencari dan mengevaluasi bahan tanaman yang diduga toleran.

Berbagai percobaan telah dicoba untuk mengendalikan penyakit ini, namun sampai saat ini belum satupun metode pengendalian yang efektif dan efisien, diharapkan dengan ditemukan organisme penghambat pertumbuhan *Ganoderma* dalam bentuk serbuk Marfu dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan *Ganoderma.* Selain itu pemuliaan tanaman merupakan salah satu alternatif yang terbaik untuk menanggulangi penyakit ini. Namun, pemuliaan tanaman secara konvensional akan memakan waktu yang lama (satu siklus seleksi kelapa sawit membutuhkan waktu >15 tahun). Untuk mengatasi hal ini diperlukan pendekatan lain yang