

## INDUSTRI HILIR KELAPA SAWIT

*Purwiyatno Haryadi<sup>1)</sup>*

*Tatang Hernas Soerawidjaja, Tri Haryati, Ani Suryani, Suhardi, Jenny Elisabeth, Tri Panji<sup>2)</sup>*

Potensi kelapa sawit Indonesia cukup besar namun belum mampu bersaing dengan Malaysia, khususnya dalam pengembangan industri hilir kelapa sawit. Tujuan RUSNAS Industri Hilir Kelapa Sawit adalah untuk meningkatkan daya saing Indonesia dalam perkelapasawitan dunia melalui pengembangan Industri Hilir antara lain: (1) Menyediakan paket, desain, prototipe teknologi proses industri hilir kelapa sawit yang menghasilkan produk hilir kelapa sawit yang bernilai tambah tinggi, (2) Menciptakan dan menyediakan paket, desain, prototipe produk dan sistem pemanfaatan dan pengolahan limbah serta pengembangan sistem produksi bersih, (3) Mengembangkan dan membina sistem kelembagaan penelitian sawit nasional yang efektif, (4) Menciptakan dan menyediakan paket teknologi industri hilir kelapa sawit yang mencapai pilot plant, (5) Membentuk dan mengoptimalkan kluster industri kelapa sawit yang efektif, (6) Membina sistem bahan/materi dan program advokasi/promosi kelapa sawit, dan (7) Mengembangkan sistem pemasaran produk hilir kelapa sawit.

Konsepsi pengembangan RUSNAS kelapa sawit ini adalah sebagai berikut: (1) Pengembangan sistem untuk memajukan bisnis industri hilir kelapa sawit dengan membentuk link antara peneliti dengan pelaku bisnis, (2) Pembentukan kemampuan memantau dan menguasai IPTEK sesuai dengan technology road map yang berlaku secara internasional, menggali potensi ekonomi dengan mengembangkan produk dan proses produksi serta mengembangkan kemajuan produksi dan pemasaran produk yang bersaing, (3) Membangun kemampuan pelaku bisnis untuk mengembangkan industri hilir, (4) waktu penelitian disusun dalam tahapan teratur serta aplikasi bioteknologi untuk riset pengembangan mutu dengan kendali bahan baku dan bahan pembantu akan disesuaikan dengan prioritas kebutuhan nasional, (5) Masalah adopsi teknologi hasil penelitian diusahakan untuk diantisipasi dengan melibatkan pihak industri pelaku bisnis sejak riset berjalan dan formula produk diusulkan untuk dipatenkan, dan (6) Resiko kegagalan riset diantisipasi dengan melibatkan peneliti profesional berdedikasi tinggi, melibatkan mahasiswa pasca sarjana dan peneliti senior bermotivasi tinggi serta merancang penelitian yang terkait dengan penelitian negara penghasil sawit seperti Malaysia.

Penelitian ini mencakup beberapa kegiatan berikut: (1) Riset kelompok tribologi yang mencakup (a) Studi kebijakan penggunaan biodiesel di Indonesia, (b) Pengembangan proses produksi pelumas otomotif berbasis minyak sawit, (2) Riset kelompok surfaktan yang mencakup (a) Optimalisasi proses produksi surfaktan anionik metil ester sulfonat berbasis minyak kelapa sawit pada skala pilot plant, dan (b) Produksi biosurfaktan nonionik secara enzimatik berbasis minyak sawit, (3) Riset kelompok farmasitikal dan nutrasetikal yang mencakup (a) Pengembangan minyak makan merah untuk produk suplemen dan fortifikan pangan, dan (b) Pembuatan minyak yang mengandung asam  $\gamma$ -linolenat menggunakan CPO dengan enzim disaturase asal fungi skala pilot. Ringkasan dari setiap kajian dalam cakupan kegiatan riset tersebut disampaikan dalam tulisan berikut:

---

<sup>1)</sup>Ketua Peneliti (Staf Pengajar Departemen Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta-IPB), <sup>2)</sup>Anggota Peneliti

### **1.a. Potensi dan Peluang Pemanfaatan Biodiesel di Indonesia**

Telah terjadi pergeseran posisi dominan migas dalam penyelenggaraan kehidupan nasional karena kebijakan baru di bidang diversifikasi energi, produksi minyak mentah yang tidak tumbuh seperti pada tahun 70 dan 80, serta pertumbuhan konsumsi energi yang menyebabkan tidak memungkinkannya konsumsi migas dari produksi kilang dalam negeri. Pengembangan bahan bakar substitusi minyak solar berbasis sumberdaya lokal sangat mendesak. Produksi biodiesel yang diartikan sebagai bahan bakar mesin diesel yang terdiri dari ester etil atau metil asam lemak yang diproses melalui etanolisis atau metanolisis sangat diperlukan sebagai alternatif substitusi minyak solar. Produksi dalam negeri biodiesel akan (1) memperbesar basis sumberdaya bahan bakar cair, (2) mengurangi impor ADO, (3) menguatkan security of supply bahan bakar disel, (4) meningkatkan kesempatan kerja, (5) mengurangi ketimpangan pendapatan antar individu dan antar daerah, (6) meningkatkan dan memperluas keterkaitan antar sektor, (7) mengurangi kecenderungan pemanasan global dan pencemaran udara serta (8) memupuk komoditi ekspor baru.

Potensi minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel cukup besar mengingat pertumbuhan produksi yang terus meningkat. Namun, harga yang tinggi di pasar internasional dan penggunaan utama sebagai produk untuk memenuhi kebutuhan pangan, mengakibatkan pengembangan biodiesel di Indonesia harus menumbuhkan minyak nabati alternatif yang sanggup menjadi solusi dalam mengatasi kelemahan-kelemahan yang dimiliki oleh minyak sawit. Oleh karena itu, pengembangan sungguh-sungguh tumbuhan jarak pagar, sebagai tumbuhan alternatif paling potensial, adalah satu hal yang imperatif dan mutlak dilaksanakan.

Analisis potensi biodiesel secara utuh memerlukan studi makroekonomi, seperti yang juga telah dilakukan di negara-negara yang telah sukses memulai introduksi biodiesel ke pasar, yang tentu saja harus mempertimbangkan banyak sector yang terkait dengan upaya pengembangan tersebut.

Secara teknologi, pembuatan biodiesel dari aneka minyak nabati praktis sama dan relatif sederhana, karena hanya melibatkan: (i) reaksi berbantuan katalis basa antara minyak nabati dengan alcohol berlebih; dan (ii) pemisahan produk samping gliserin serta sisa/kelebihan alcohol dari biodiesel produk. Tahap-tahap produksi ini tidak membutuhkan tingkat pengendalian operasi yang relatif ketat, sehingga cukup mudah dikembangkan serta dikuasai/diterapkan oleh tenaga-tenaga dalam negeri. Kondisi operasinya pun tak berat (temperatur <150°C, tekanan atmosferik, pH dan tingkat korosivitas bahan sangat moderat), sehingga barang-barang modal utama pabrik biodiesel akan dapat dibuat oleh bengkel-bengkel peralatan di dalam negeri.

Pengembangan biodiesel di Indonesia diharapkan akan mampu mamaksimalkan potensi-potensi kehadirannya jika alur kegiatan seperti yang telah dirumuskan pada bentuk peta jalan (roadmap) dapat ditegakkan sepenuhnya. Peta jalan menuju komersialisasi biodiesel tersebut dapat menjadi acuan bagi semua pihak yang terkait, terutama bagi pemerintah sebagai pemegang kebijakan dan yang berkewajiban di data mulai pengembangan.

Standar dan metode uji tentative biodiesel diharapkan selanjutnya menjadi basis dalam menuju perumusan standar dan metode uji resmi biodiesel Indonesia dengan melakukan langkah-langkah seperti yang telah digariskan oleh studi ini.

### **1.b. Pengembangan Proses Produksi Pelumas Otomotif Berbasis Minyak Sawit**

Indonesia merupakan produsen minyak sawit mentah terbesar kedua di dunia. Upaya peningkatan konsumsi dalam negeri dilakukan dengan diversifikasi produk. Pertambahan kebutuhan minyak pelumas akan menambah minyak pelumas bekas yang dibuang dan buangan tersebut bersifat toksik. Penggunaan pelumas dari minyak sawit bersifat lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan optimasi proses pembuatan bahan aditif dari fraksi minyak sawit dan memformulasikan pelumas otomotif berbahan baku minyak sawit. Penelitian ini berguna untuk menghasilkan paket teknologi pembuatan bahan aditif untuk pelumas dari fraksi minyak sawit dan paket teknologi formulasi minyak pelumas untuk otomotif dari minyak sawit.

Pelumas sawit otomotif dapat dibuat dari campuran minyak dasar sawit dan bahan aditif yang disintesis dari minyak sawit baik dari minyak sawit mentah maupun dari minyak goreng sawit bekas. Campuran 60% pelumas sawit otomotif dengan 40% pelumas minyak bumi mempunyai sifat fisik yang relatif mirip dengan produk target yaitu pelumas yang dibuat dari minyak bumi.

Bahan additif untuk pembuatan pelumas sawit otomotif tersebut dibuat melalui proses epoksidasi dan hidroksilasi.

### **2.a. Optimalisasi Proses Produksi Surfaktan Anionik Metil Ester Sulfonat Berbasis Minyak Sawit Pada Skala Pilot Plant**

Surfaktan merupakan suatu molekul amphipatic atau amphiphilic yang mengandung gugus hidrofilik dan lipofilik dalam suatu molekul yang sama. Total produksi surfaktan anionik saat ini masih menduduki peringkat tertinggi 66%. Buangan produk dengan surfaktan dari bahan sintesis sulit terdegradasi. Metil ester sulfonat diduga akan terus meningkat kebutuhannya untuk produksi sabun, detergen karena bersifat terbarukan, lebih bersih dan ramah lingkungan, mudah terdegradasi, dan memiliki sifat detergensi yang baik walaupun digunakan pada air dengan tingkat kesadahan tinggi. Minyak inti sawit (PKO) merupakan bahan baku surfaktan anionik jenis ester sulfonat. Industri surfaktan dalam negeri akan mengurangi impor surfaktan MES tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) mendapatkan paket teknologi pembuatan MES berbahan baku metil ester minyak sawit yang optimal pada skala pilot plant, (2) Mendapatkan kondisi sulfonasi, pemucatan dan netralisasi MES skala produksi pilot plant optimum, (3) Mengetahui sifat fisiko kimia MES yang dihasilkan dan (4) Uji kinerja MES yang dihasilkan dalam aplikasi untuk sabun dan/ atau detergen.

Berdasarkan kriteria kemampuan menurunkan tegangan permukaan dan tegangan antarmuka, pH, kemampuan meningkatkan stabilitas emulsi, dan peningkatan daya tahan busa maka disimpulkan bahwa kondisi proses sulfonasi terbaik adalah rasio reaktan 1 : 1,5; lama reaksi 4,5 jam, suhu proses 100°C, kecepatan pengadukkan 500 rpm, dan konsentrasi katalis 1,5 persen. Adapun karakteristik MES yang dihasilkan pada kondisi terbaik tersebut adalah sebagai berikut: pH 4,1 - 4,7; penurunan tegangan permukaan air dari 68,46 mN/m hingga menjadi 28,26 - 32,3 mN/m (sekitar 56%), penurunan tegangan antarmuka dari 35,45 mN/m hingga menjadi 1,0 - 1,05 mN/m (sekitar 97 %), peningkatan stabilitas emulsi 5,3 - 9 menit, dan peningkatan daya tahan busa 14,3 jam.

Hasil optimasi proses sulfonasi untuk pembuatan MES sebelum dilakukan proses pemurnian diperoleh persamaan  $Y = 32,071 - 5,5X_1 - 5,333X_2 + 0,157X_3 - 15,5x_2 + 1,1571$ . Kondisi terbaik untuk proses sulfonasi sebelum pemurnian tersebut diperoleh pada perlakuan dengan kecepatan agitasi 300 rpm dan lama waktu reaksi 5 jam.

Pada hasil optimasi proses pemurnian MES diperoleh persamaan  $Y = 33,5063 + 0,225X_1 + 0,05X_2 + 0,375X_3 + 0,85x_2 - 0,15x_2^2 - 0,05x_3^2 + 1X_1X_2 - 0,2 X_1X_3 + 0,525X_2X_3$ . Titik optimasi terbaik untuk proses sulfonasi dan pemurnian MES dengan menggunakan methanol terjadi pada perlakuan kecepatan agitasi 300 rpm, lama waktu reaksi 4,6 jam, dan penambahan methanol sebanyak 50%.

Karakteristik sabun cair yang dihasilkan adalah sebagai berikut: bobot jenis 1,0343 g/ml, viskositas 35 cP, pH 7,956; stabilitas relatif emulsi 73,048%, dan warna transparan agak coklat dengan aroma wangi lemon. Deterjen bubuk yang dihasilkan memiliki karakteristik sebagai berikut : pH 10,5; bobot jenis 0,47 g/ml, dan stabilitas emulsi 5,45 menit.

Berdasarkan analisis kelayakan yang dilakukan diketahui bahwa pendirian industri surfaktan MES layak untuk direalisasikan. Perhitungan kriteia investasi industri surfaktan MES dilakukan terhadap dua jenis bank yaitu bank konvensional dan bank syariah. Penilaian kriteria investasi antara kedua jenis bank tersebut tidak dapat dibandingkan mana yang lebih baik skema perkreditannya karena system pembagian kompensasinya yang tidak sama.

## **2.b. Produksi Biosurfaktan Nonionik Secara Enzimatis Berbasis Minyak Sawit**

Biosurfaktan bermanfaat untuk produksi pangan dan non pangan khususnya untuk mempertinggi stabilitas produk. Produksi biosurfaktan banyak dilakukan dari poliol dan asam lemak secara kimia menggunakan suhu tinggi dan menimbulkan reaksi tak dikehendaki. Untuk mengatasinya dilakukan pembuatan dengan bantuan enzim yang dapat diproduksi dari getah pepaya Asam lemaknya dapat diproduksi dari minyak sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi yang optimum produksi biosurfaktan nonionik secara enzimatis dari minyak sawit dan sorbitol menggunakan lipase buah pepaya amobil.

Kondisi optimum sintesis ester metil asam lemak (EMAL) dari minyak sawit menggunakan getah pepaya adalah dengan waktu reaksi 85,2 menit, suhu 42,2°C, konsentrasi getah pepaya kering 8,68% (setara 6880 unit ( $\mu\text{mol/g.menit}$ )). Apabila lama reaksi 36 jam dengan penambahan methanol bertahap sebesar 1/3 mol methanol setiap mol sawit pada periode 12 jam, maka dihasilkan EMAL dengan kadar mencapai 79%.

Kondisi optimum pembuatan sorbitol ester dari asam oleat dan sorbitol menggunakan lipase getah pepaya amobil dicapai pada waktu reaksi 48,12 jam, suhu reaksi 42,08°C dan konsentrasi enzim lipase 9,44% (atau setara dengan aktivitas lipase 7484 unit. Kondisi optimum ini menghasilkan konversi substrat menjadi produk sorbitol ester sebesar 45,02%.

Kondisi optimum pembuatan sorbitol dari ester metil asam oleat dan sorbitol menggunakan lipase getah pepaya amobil dicapai pada waktu reaksi 41,88 jam, suhu reaksi 41,02°C dan konsentrasi enzim lipase 10,3% (setara dengan aktivitas lipase 8162 unit). Kondisi optimum ini menghasilkan konversi substrat menjadi produk sorbitol ester sebesar 31,43%.

Kondisi optimum pembuatan sorbitol ester dari asam oleat dan sorbitol menggunakan lipase *Candida rugosa* dicapai pada waktu reaksi 71,20 jam, suhu reaksi 45,167°C dan konsentrasi enzim lipase 3,57 % (atau setara dengan aktivitas lipase 990 unit). Kondisi optimum ini menghasilkan konversi substrat menjadi produk sorbitol ester sebesar 62,39%.

Produk biosurfaktan ester sorbitol asam lemak (ESAL) mempunyai kadar 69,69% dengan rendemen 79,72%.

Prototipe alat sintesis biosurfaktan sudah dapat dibuat dan unjuk kerjanya akan diuji coba pada tahun kedua. Pada tahun kedua akan dibuat pula sintesis biosurfaktan system semi kontinyu. Selain itu dipelajari pula teknik pemanenan dan system pemurnian hasilnya.

### **3.a. Pengembangan Minyak Makan Merah Untuk Produk Suplemen dan Fortifikan Pangan**

Minyak makan merah adalah minyak makan yang diproses dari minyak sawit mentah yang kaya akan karoten dan vitamin E. Teknologi pengembangan minyak makan merah yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit berbeda dengan yang dikembangkan di Malaysia karena lebih sederhana dan tanpa bahan kimia berbahaya. Minyak makan merah lebih cocok digunakan untuk menumis sayur atau membuat salad karena karotennya mudah rusak pada suhu tinggi. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan suatu teknologi proses mikrokapsulasi minyak makan merah yang diproses dari minyak sawit sebagai bahan suplemen (farmasetikal atau nutrasetikal) dan fortifikan produk pangan sumber pro vitamin A dan vitamin E.

Pemilihan jenis dan formula bahan penyalut merupakan hal penting dalam proses mikroenkapsulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laktosa Na-caseinat dan  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -cyclodextrin.

Terdapat penurunan kandungan karoten pada minyak makan merah yang dienkapsulasi apabila dibandingkan dengan bahan baku minyak awalnya, dimana tingkat retensi karoten minyak makan merah yang terdapat pada mikrokapsul berkisar 73-90%. Sebaliknya, kandungan  $\alpha$ -tokoferol pada minyak makan merah yang dienkapsulasi relatif stabil.

Penambahan minyak yang dilakukan secara bertahap pada saat proses emulsifikasi dapat meningkatkan efektifitas proses mikroenkapsulasi dibandingkan penambahan minyak yang dilakukan sekaligus. Dengan cara penambahan minyak bertahap, kecepatan perputaran homogenizer yang dibutuhkan juga tidak perlu terlalu tinggi (1500 rpm).

Hasil pengamatan selama 3 minggu penyimpanan menunjukkan bahwa proses enkapsulasi dapat meningkatkan stabilitas oksidatif dan tingkat retensi  $\beta$ -karoten dan  $\alpha$ -tokoferol yang terdapat pada minyak makan merah.

### **3.b. Pembuatan Minyak yang Mengandung Asam $\gamma$ - Linoleat menggunakan CPO dengan Enzim Desaturase Asal Fungi Skala Pilot**

Asam gamma linolenat memiliki arti penting bagi dunia medis dan farmasi untuk menurunkan kolesterol LDL bagi penderita hipokolesteromia, mengobati sindroma pra haid, eksema atopik, dan sebagai anti trombotik. Di Jepang produk ini digunakan untuk bahan baku kosmetika untuk menjaga kelembaban kulit. Penelitian terkini berupaya memproduksi asam ini secara bioteknologi dengan cloning gen desaturase serta optimasi produk dengan menggunakan fungi. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh teknik optimum amobilisasi enzim desaturase asal *Absidia corymbifera* untuk biokonversi skala semiplot, memperoleh teknik biokonversi CPO untuk pembuatan minyak mengandung GLA skala semiplot, memperoleh teknik biokonversi CPO dengan desaturase amobil untuk pembuatan minyak mengandung GLA skala pilot dan mengembangkan produk farmasetikal bernilai ekonomis tinggi menggunakan bahan baku CPO.

Pada proses batch, amobilisasi dengan butiran zeolit lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan menggunakan butiran tulang. Pengaruh ion  $\text{Ca}^{2+}$  di dalam zeolit dapat ditekan dengan cara merendam zeolit dengan larutan NaCl. Waktu kontak optimum antara enzim dengan substrat dicapai selama 30 menit. Perbandingan enzim amobil: substrat antara 1:1 sampai 1:3 memberikan hasil yang cukup baik. Desaturase amobil dapat dipakai untuk proses batch berulang selama 12-18 jam atau sekitar 24-30 kali proses.

Pada proses kontinyu, desaturase yang diamobilisasi pada zeolit berukuran kecil (1-3 mm) memberikan peningkatan ketidakjenuhan yang lebih tinggi dibanding yang diamobilisasi pada zeolit berukuran besar (8-10 mm). Namun, penggunaan zeolit berukuran kecil sering menimbulkan sumbatan aliran substrat. Aktivitas kecil sering menimbulkan sumbatan aliran substrat. Aktivitas desaturase amobil pada proses kontinyu dapat bertahan selama 9-18 jam. Laju alir optimum substrat pada penggunaan zeolit berukuran kecil adalah 850 mL/menit, sedangkan pada penggunaan zeolit besar adalah 875 mL/menit.

Secara teknis, proses batch lebih mudah dilakukan dibandingkan proses kontinyu untuk biokonversi CPO, sedangkan proses kontinyu masih prospektif untuk biokonversi fraksi olein.