



PROSIDING SEMINAR HASIL-HASIL PENELITIAN INSTITUT PERTANIAN BOGOR 2011



**PROSIDING
SEMINAR HASIL-HASIL PENELITIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2011**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012**

SUSUNAN TIM PENYUSUN

- Pengarah : 1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya Noorachmat, M.Eng
(Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IPB)
2. Prof. Dr. Ir. Ronny Rachman Noor, M.Rur.Sc
(Wakil Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Penelitian IPB)
3. Dr. Ir. Prastowo, M.Eng
(Wakil Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Pengabdian kepada Masyarakat IPB)
- Ketua Editor : Dr. Ir. Prastowo, M.Eng
- Anggota Editor : 1. Dr. Ir. Sulistiono, M.Sc
2. Prof. Dr. drh. Agik Suprayogi, M.Sc.Agr
3. Prof. Dr. Ir. Bambang Hero Saharjo, M.Agr
- Tim Teknis : 1. Drs. Dedi Suryadi
2. Euis Sartika
3. Endang Sugandi
4. Lia Maulianawati
5. Muhamad Tholibin
6. Yanti Suciati
- Desain Cover : Muhamad Tholibin

**Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian
Institut Pertanian Bogor 2011,
Bogor 12-13 Desember 2011**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor**

ISBN: 978-602-8853-14-9

Oktober 2012

KATA PENGANTAR

Salah satu tugas penting LPPM IPB adalah melaksanakan seminar hasil penelitian dan mendesiminasikan hasil penelitian tersebut secara berkala dan berkelanjutan. Pada tahun 2011, sekitar 225 judul kegiatan penelitian telah dilaksanakan. Penelitian tersebut dikoordinasikan oleh LPPM IPB dari beberapa sumber dana antara lain Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) IPB, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTi), Kementerian Pertanian (Kementan) dan Kementerian Negara Riset dan Teknologi (KNRT) dimana sebanyak 197 judul penelitian tersebut telah dipresentasikan dalam Seminar Hasil Penelitian IPB yang dilaksanakan pada tanggal 12–13 Desember 2011 di Institut Pertanian Bogor.

Hasil penelitian tersebut sebagian telah dipublikasikan pada jurnal dalam dan luar negeri, dan sebagian dipublikasikan pada prosiding dengan nama Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB 2011, yang terbagi menjadi 6 (enam) bidang yaitu:

- Bidang Pangan
- Bidang Energi
- Bidang Sumberdaya Alam dan Lingkungan
- Bidang Biologi dan Kesehatan
- Bidang Sosial dan Ekonomi
- Bidang Teknologi dan Rekayasa

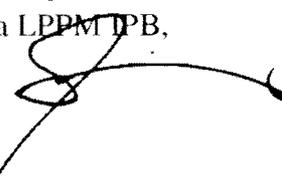
Melalui hasil penelitian yang telah dipublikasikan ini, maka runutan dan perkembangan penelitian IPB dapat diketahui, sehingga *road map* penelitian IPB dan lembaga mitra penelitian IPB dapat dipetakan dengan baik.

Kami ucapkan terima kasih pada Rektor dan Wakil Rektor IPB yang telah mendukung kegiatan Seminar Hasil-Hasil Penelitian ini, para Reviewer dan panitia yang dengan penuh dedikasi telah bekerja mulai dari persiapan sampai pelaksanaan kegiatan seminar hingga penerbitan prosiding ini terselesaikan dengan baik.

Semoga Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB 2011 ini dapat bermanfaat bagi semua. Atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

Bogor, September 2012

Kepala LPPM IPB,



Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng
NIP 19500301 197603 1 001

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------|-----|
| SUSUNAN TIM PENYUSUN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |

BIDANG PANGAN

Halaman

| | |
|---|----|
| Kelompok Usaha Bersama (KUB) Pengolah Ikan di Desa Cikahuripan Sukabumi - <i>Dadi Rochnadi Sukarsa, Uju Sadi, Pipih Suptijah</i> | 1 |
| Optimasi Reduksi Polisiklik Aromatik Hidrokarbon dalam Makanan Bakar Khas Indonesia dengan Memanfaatkan Bumbu Lokal serta Pengaturan Jarak dan Lama Pemanasan Menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> - <i>Hanifah Nuryani Lioe, Yane Regiana, Rangga Bayuharda Pratama</i> | 12 |
| Pengaruh Pemberian Phytoestrogen pada Masa Kebuntingan dan Laktasi Terhadap Kinerja Reproduksi Anak - <i>Nastiti Kusumorini, Aryani Sismin S, A. Dinoto</i> | 31 |
| Study Peningkatan Kualitas Buah Manggis - <i>Roedhy Poerwanto, Yulinda Tanari, Susi Octaviani SD, Suci Primilestari, Darda Efendi, Ade Wachjar....</i> | 46 |
| Pengaruh Lingkungan (Sifat Fisik dan Kimia Tanah Serta Iklim) Terhadap Cemaran Getah Kuning Buah Manggis (<i>Garcinia Mangostana L.</i>) - <i>Roedhy Poerwanto, Martias, Syaiful Anwar, M. Jawal A. Syah</i> | 61 |

BIDANG ENERGI

| | |
|---|----|
| Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol dari Biomasa Lignoselulosa Tanaman Jagung: <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> dan Analisis Teknoekonomi - <i>Djumali Mangunwidjaja, Anas Miftah Fauzi, Sukardi, Wagiman</i> | 77 |
|---|----|

BIDANG SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN

| | |
|---|-----|
| Penanaman Tanaman Penutup Tanah untuk Rehabilitasi Lahan Kritis di Sekitar Tambang Emas di Gunung Pongkor Melalui Kemitraan dengan Masyarakat di Kecamatan Nanggung Kabupaten Bogor - <i>Asdar Iswati, Enni Dwi Wahjunie, Khursatul Munibah</i> | 91 |
| Potensi Serapan Karbon oleh Tanaman Jarak Pagar di Indonesia - <i>Herdhata Agusta, Muhammad Syakir, Endang Warsiki, Fifi Nashirotn Nisya</i> | 107 |

| | |
|--|-----|
| Pengembangan Fotobioreaktor Isacs untuk Kultivasi Mikroalga dengan Menggunakan Gas Co ₂ Murni dan Pemiskinan Nutrien - <i>Mujizat Kawaroe, Ayi Rachmat, Abdul Haris</i> | 120 |
| Perencanaan Kebun Wisata Pertanian Gunung Leutik Ciampea Bogor - <i>Nizar Nasrullah, Afra D.N. Makalew, Dewi Sukma, Tati Budiarti</i> | 137 |
| Pola RAPD, Aktivitas Trypsin Inhibitor dan A-Amylase Inhibitor pada Pohon Sengon (<i>Paraserianthes Falcataria</i>) yang Tahan Terhadap Serangan Hama Bektor (<i>Xystrocera Festiva</i>) - <i>Noor Farikhah Haneda, Ulfah Juniarti Siregar</i> | 156 |
| Pengembangan Jarak Pagar (<i>Jatropha Curcas</i> Linn.) dalam Sistem Agroforestry di Areal Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten - <i>Nurheni Wijayanto, Lailan Syaufina, Istomo</i> | 171 |
| Identifikasi Trikoma Kelenjar untuk Produksi Artemisinin pada <i>Artemisia Annuua</i> L.Menggunakan Pendekatan Molekular - <i>Utut Widyastuti, Juliarni, Yuli Widiastuti, Dania, Fajri</i> | 185 |
| BIDANG BIOLOGI DAN KESEHATAN | |
| Efektivitas Fage Litik dari Lcrt Pada Pemecahan Sel Patogen Enterik <i>Salmonella sp.</i> Resisten Antibiotik - <i>Sri Budiarti, Iman Rusmana, Riri Novita Sunarti</i> | 199 |
| BIDANG SOSIAL DAN EKONOMI | |
| IbM Kelompok Tani Hutan Kopi, Desa Warga Jaya Kecamatan Sukamakmur, Kabupaten Bogor, Jawa Barat - <i>Ade Wachjar, Ani Kurniawati, Adiwirman</i> | 211 |
| Dampak Kebijakan dan Efektivitas HPP Gabah/Beras terhadap Kesejahteraan Petani Indonesia - <i>Ahyar Ismail, Eka Intan K.P., Novindra, Nuva</i> | 225 |
| Studi Indikator Kemiskinan pada Masyarakat dan Misklasifikasi Orang Miskin Menurut Kriteria BPS, Bank Dunia, dan Sajogyo - <i>Ali Khomsan, Arya Hadi Dharmawan, Saharrudin, Alfiasari</i> | 241 |
| Pengembangan Model <i>Millenium Eco-Village</i> : Optimalisasi Transaksi Pangan dan Energi Keluarga untuk Perbaikan Gizi - <i>Clara M. Kusharto, Ikeu Tanziha, Euis Sunarti, Siti Amanah, Anna Fatchiya</i> | 255 |
| Problematika Mahasiswa IPB dalam Menulis Skripsi: Ditinjau dari Sudut Pandang Kebahasaan - <i>Defina, Henny Krishnawati, Endang Sri Wahyuni, Krishandini, Mukhlas Ansori</i> | 271 |

| | |
|--|-----|
| Internalisasi Biaya Eksternal dan Desain Sistem Pengelolaan Sampah Komunal (Studi Kasus Kawasan Hunian di Kota Bogor dan Cipinang Muara Jakarta) - <i>Eka Intan Kumala Putri, Rizal Bahtiar</i> | 286 |
| Analisis Transmisi Harga dalam <i>Supply Chain</i> Beras Indonesia - <i>Harmini, Rita Nurmalina, Ratna Winandi, Tintin Sarianti</i> | 301 |
| Penguatan Tata Kelembagaan dalam Penanganan Nelayan Tradisional di Wilayah Perbatasan Indonesia-Australia - <i>Luky Adrianto, Akhmad Solihin, Moch. Prihatna Sobari</i> | 314 |
| Strategi Komersialisasi Produk Hasil Inovasi Melalui Optimalisasi Model Kerjasama pada Badan Litbangtan - <i>Ma'mun Sarma, A. Kohar Irwanto, Nuning Nugrahani, Erlita Adriani</i> | 330 |
| IbM Kelompok Petani Ternak Ayam Lokal Langka dan Rawan Punah di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur- <i>Maria Ulfah, Edit Lesa Adita</i> | 346 |
| Sistem Pengambilan Keputusan Cerdas untuk Peningkatan Efektivitas dan Efisiensi Manajemen Rantai Pasok Komoditi Pertanian dan Produk Agroindustri - <i>Marimin, Taufik Djatna, Suharjito, Retno Astuti, Ditdit N.Nugraha, Syarif Hidayat</i> | 359 |
| Persepsi dan Sikap Mahasiswa terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia di TPB IPB - <i>Mukhlas Ansori, Heni Krishnawati, Defina, Krishandini, Endang Sri Wahyuni</i> | 373 |
| Analisis Kepuasan Mahasiswa TPB terhadap Kualitas Layanan Dosen Bahasa Inggris MKDU Institut Pertanian Bogor - <i>Nilawati Sofyan, Irma Rasita Gloria Barus, Tonthowi Djauhari</i> | 386 |
| BIDANG TEKNOLOGI DAN REKAYASA | |
| Rekayasa Biopolymer Hasil Samping Pabrik Tapioka (Onggok) sebagai <i>Enriched Soil Conditioner</i> : Tahap Sintesis Superabsorben - <i>Anwar Nur, Zainal Alim Mas'ud, Mohammad Khotib, Ahmad Sjahriza</i> | 401 |
| Rekayasa Proses Pembuatan dan Pemanfaatan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat dari Kayu Sengon - <i>Erliza Noor, Cut Meurah Rosnelly, Kaseno</i> | 416 |
| Desain dan Pengujian Kinerja Prototip-1 Mesin Kepras Tebu Tipe Pisau Rotari - <i>P.A.S. Radite, W. Hermawan, Joko W, M. Suhil, Safriandi, M. Habibullah</i> | 431 |
| Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan Nanopartikel Ekstrak Kulit Mahoni Tersalut Kitosan - <i>Syamsul Falah, Sulistiyani, Dimas Andrianto</i> | 441 |

| | |
|--|----------|
| Pengembangan Kualitas Perekat Likuida Tandan Kosong Sawit - <i>Surdiding Ruhendi, Tito Sucipto</i> | 456 |
| Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Teknologi Informasi Untuk Pemberdayaan Petani Sayuran - <i>Sumardjo, Retno Sri Hartati Mulyandari</i> | 472 |
| Teknologi Separasi Bahan Aktif Temulawak Menggunakan Biopolimer Termodifikasi Berbasis Limbah Produksi Sagu - <i>Tun Tedja Irawadi, Henny Purwaningsih, Djarot S Hami Seno</i> | 490 |
| Teknologi True Shallot Seed (TSS) sebagai Bahan Tanam untuk Meningkatkan Produktivitas Bawang Merah - <i>Winarso Drajad Widodo, Roedhy Poerwanto, Nani Sumarni, Gina Aliya Sopha</i> | 506 |
| INDEKS PENELITI | viii |

TEKNOLOGI SEPARASI BAHAN AKTIF TEMULAWAK MENGUNAKAN BIOPOLIMER TERMODIFIKASI BERBASIS LIMBAH PRODUKSI SAGU

(Separation Technology of Java Turmeric Active Compound using Modified
Biopolymer from Sago Waste)

Tun Tedja Irawadi^{1,2)}, Henny Purwaningsih^{1,2)}, Djarot S Hami Seno^{1,3)}

¹⁾Laboratorium Terpadu IPB, ²⁾Dep. Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, IPB,

³⁾Dep. Biokimia, Fakultas Matematika dan IPA, IPB

ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi tanaman obat herbal yang besar, namun penggunaannya masih sebagai jamu tradisional, yang secara ekonomis nilainya jauh lebih rendah dibandingkan setelah menjadi obat/produk murni. Sementara itu, potensi biopolimer dari limbah sagu sangat berlimpah di Indonesia (~7 juta ton/tahun), dan akan meningkat jika sagu telah dibudidayakan. Hasil studi awal menunjukkan bahwa biopolimer termodifikasi dari limbah sagu dapat memisahkan bahan aktif dari kunyit. Pada penelitian ini, modifikasi dilakukan menggunakan teknik *grafting* dan *crosslinking* menggunakan monomer akrilamida dan *N*'*N*-metilena-*bis*-akrilamida sebagai *crosslinker*. Uji kinerja material separator dilakukan untuk pemisahan komponen aktif ekstrak kasar temulawak. Prototipe material separator dengan *backbone* isolat serabut ampas sagu lebih stabil terhadap pelarut organik dibandingkan prototipe dengan *backbone* dari ampas sagu. Prototipe material separator dengan *backbone* isolat serabut ampas sagu mampu memisahkan ekstrak kasar temulawak dengan teknik kromatografi konvensional. Jumlah *crosslinker* dan rasio monomer:isolat yang memberikan pemisahan terbaik untuk ekstrak temulawak adalah 0,1 g dan 50:50. Prototipe material separator yang layak diteliti lebih lanjut adalah material separator dengan *backbone* berasal dari isolat serabut ampas sagu dengan metode isolasi menggunakan HCl 3%, dilanjutkan dengan *pulping* dengan NaOH 20%, kemudian delignifikasi menggunakan H₂O₂ 5%.

Kata kunci: Temulawak, sagu, kopolimerisasi, separasi, bioaktif.

ABSTRACT

Indonesia has many potential herbal plants, however their utilizing are still as traditional medicine (jamu), of which the economic value is much lower compare to drug/pure products. Meanwhile, the amount of sago waste is abundance in Indonesia, estimated 7 million tons/year, and will significantly increase when this plant has been well cultivated. Preliminary studies have showed that modified biopolymer from sago waste was able to separate the active compound of turmeric. In this research, sago waste biopolymer was modified by grafting copolymerization and crosslinking using acrylamide as monomer and *N*'*N*-methylene-*bis*-acrylamide as crosslinker. Performance test was conducted for the separation of the active components of crude extracts of java turmeric. Separator material with a backbone from sago waste fibers was more stable against organic solvents compared with sago waste. Separator material with sago waste fiber backbone was capable for separating the crude extract of java turmeric using conventional chromatographic techniques. The amount of crosslinker and monomer:backbone ratio that gave the best separation was 0,1 g and 50:50. respectively. The separator material that is worthy for further study was material separator with sago waste fibers backbone which was isolated using HCl 3%, followed by pulping with NaOH 20%, then delignification using H₂O₂ 5%.

Keywords: Java turmeric, sago, copolymerization, separation, bioactive.

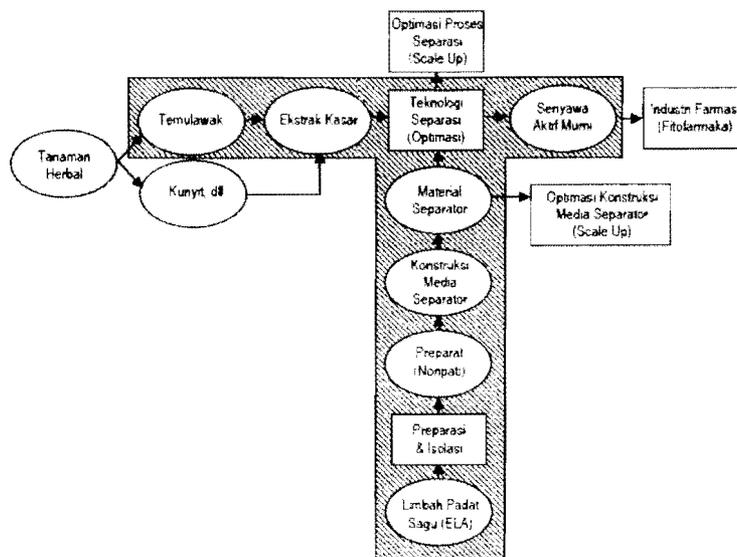
PENDAHULUAN

Potensi Indonesia sebagai sumber tanaman herbal sangat besar. Kebutuhan akan ekstrak herbal (seperti ekstrak temulawak) yang murni sebelum diaplikasikan sebagai bahan fitofarmaka dan berbagai obat-obatan modern mendorong pengembangan teknologi proses separasi/pemurnian. Material separator dengan daya resolusi tinggi sangat diperlukan untuk pemurnian ekstrak temulawak. Resolusi spesifik dapat dicapai jika kolom berdasarkan interaksi afinitas. Namun kolom kromatografi afinitas melibatkan senyawa protein (enzim, reseptor, antibodi, dsb.) yang rentan sehingga waktu penggunaannya pendek. Oleh karena itu, diperlukan material separator yang tidak rentan dan dapat digunakan lebih lama.

Senyawa polisakarida dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan material separator. Senyawa ini banyak terkandung dalam limbah produksi hasil pertanian seperti ampas sagu (ela). Jumlahnya yang besar dan pemanfaatannya yang belum maksimal menjadikan ela sebagai bahan dasar material separator yang potensial untuk dikembangkan. Rekayasa terhadap polisakarida ela melalui teknik *grafting* dan *crosslinking* perlu dilakukan untuk meningkatkan resolusi dan efisiensi pemisahan melalui sistem multigugus fungsi. Selain itu, adanya *crosslinking* juga dapat membantu separasi melalui efek sterik, di samping memberikan kontribusi terhadap stabilitas material separator sehingga lebih tahan dan dapat diregenerasi ulang. Umumnya, material separator konvensional berbasis pada penggunaan satu jenis gugus fungsi yang bertindak sebagai tapak dimana proses pemisahan terjadi. Pada penelitian ini, material separator yang dikonstruksi melibatkan multigugus fungsi (-OH, -COOH, -COONH₂, dsb.) yang diharapkan dapat meningkatkan resolusi dan efisiensi pemisahan melalui sistem multipartisi. Teknik *graft-crosslink copolymerization* terhadap komponen polisakarida nonpati dari limbah sagu yang dipadu dengan proses hidrolisis parsial, memungkinkan diperoleh material separator dengan multigugus fungsi tersebut di atas.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung terkait tanaman herbal dan pemanfaatan limbah padat sagu sebagai media separator dengan *roadmap* sebagaimana tersaji pada Gambar 1. Konstruksi material separator

melibatkan penggunaan monomer akrilamida dan *N,N'*-metilena-bis-akrilamida sebagai *crosslinker*. Keberhasilan rekayasa dipantau melalui teknik spektroskopi, mikroskopi, dan analisis termal. Pra-uji kinerja material separator dievaluasi untuk pemisahan komponen aktif dari ekstrak temulawak menggunakan teknik kromatografi. Uji kinerja material separator pada kolom HPLC (*high performance liquid chromatography*) dilakukan sebagai langkah awal untuk menguji kualitas pengemasan kolom.



Keterangan:  = Riset yang dilakukan pada penelitian ini

Gambar 1. Roadmap penelitian pemurnian senyawa aktif dari tanaman Herbal menggunakan media separator yang dimodifikasi dari limbah padat sagu (ELA).

METODE PENELITIAN

Rancangan Riset

Material separator dikonstruksi dari bahan alami (polisakarida nonpati) limbah produksi sagu sebagai rantai molekul utama dan bahan sintetik berupa senyawaan akrilamida sebagai bahan *grafting* (rantai samping) dan *crosslinking* (taut silang). Dengan teknik *graft-crosslink copolymerization* terhadap komponen polisakarida nonpati dari limbah produksi sagu yang dipadu dengan proses hidrolisis parsial, memungkinkan diperoleh material separator dengan multigugus fungsi yang diharapkan dapat memisahkan campuran kompleks dalam ekstrak

temulawak, terutama komponen kurkuminoid dan xanthorizol, dengan resolusi dan efisiensi yang tinggi.

Bahan dan Alat

Bahan baku berupa hasil samping ekstraksi pati sagu diperoleh secara acak dari industri penghasil sagu rakyat di Halmahera Barat. Pereaksi utama yang digunakan adalah monomer akrilamida dan *crosslinker* *N,N'*-metilena-bis-akrilamida (berasal dari E-Merck). Pereaksi lain yang digunakan juga berasal dari E-Merck yang langsung dapat dipakai tanpa preparasi terlebih dulu.

Prosedur Penelitian

Preparasi Bahan baku dan Isolasi Polisakarida Nonpati. Bahan baku berupa hasil samping ekstraksi pati sagu diambil dari industri rakyat dengan cara acak, sampel dihaluskan 100 mesh dan digabungkan secara homogen. Bahan baku yang telah mengalami perlakuan tersebut terlebih dahulu dikarakterisasi melalui analisis komposisi berbagai komponen penyusunnya seperti: karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan air dengan mengacu pada metode standar (AOAC 2005). Komposisi kimia berupa selulosa, holoselulosa, hemiselulosa, lignin, dan bahan ekstraktif juga ditentukan (TAPPI Standard 1961; ASTM 1981). Isolasi polisakarida nonpati dilakukan dengan mengacu pada metode isolasi selulosa Sun *et al.* (1999). Beberapa modifikasi dilakukan terkait konsep pereaksi ramah lingkungan seperti penggunaan pereaksi H_2O_2 pada tahap delignifikasi menggantikan senyawaan klorin yang berbahaya.

Konstruksi Material Separator. Konstruksi material separator dilakukan dengan teknik *graft-crosslink copolymerization* secara radikal bebas, mengacu pada metode Cai *et al.* (1999) dalam atmosfer inert (menggunakan gas nitrogen). Monomer yang digunakan adalah jenis akrilamida, sedangkan sebagai inisiator dan *crosslinker* berturut-turut adalah amonium persulfat dan *N,N'*-metilena-bis-akrilamida.

Uji Kinerja dan Seleksi Prototipe. Uji kinerja dilakukan terhadap berbagai prototipe material separator yang dihasilkan. Sebagai bahan uji dimulai dari campuran senyawa murni kurkuminoid dan xanthorizol dan dilanjutkan dengan ekstrak kasar temulawak. Teknik kemasan dari material separator dibuat dalam

bentuk kolom. Berbasis data uji kinerja, seleksi dilakukan untuk memperoleh prototipe terbaik.

Optimasi dan Validasi Proses Konstruksi Prototipe Terbaik.

Optimalisasi dilakukan dengan mempertimbangkan parameter fisikokimia proses sebagai variabel seperti: konsentrasi dan jenis monomer, jumlah inisiator, jumlah *crosslinker*, volume medium, suhu dan waktu reaksi, sebagai fungsi kemampuan absorpsi air. Rancangan percobaan yang akan digunakan adalah dengan cara berjenjang, yakni dimulai dengan proses penyaringan dengan menggunakan rancangan faktorial dilanjutkan dengan proses optimasi menggunakan teknik *respon surface* (desain *central composite*) berbantuan perangkat lunak Modde 5. Validasi dilakukan melalui parameter *repeatability*, *reproducibility*, *robustness* dan *ruggedness* mengacu ke metode Wegscheider (1996).

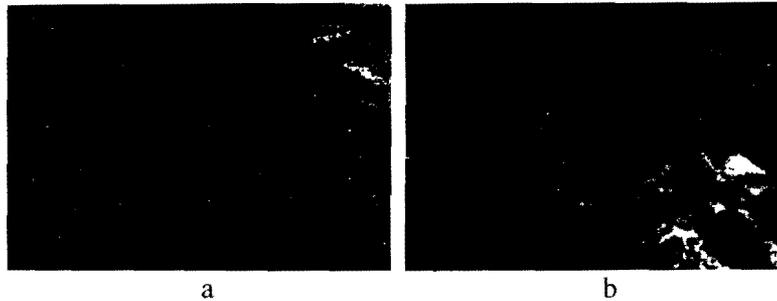
Pencirian. Pencirian dilakukan terhadap preparat polisakarida nonpati untuk mengevaluasi keberhasilan tahapan isolasi serta prototipe material separator untuk memantau keberhasilan tahapan rekayasa molekul preparat. Penciriannya meliputi analisis morfologi permukaan dengan teknik SEM, profil gugus fungsi melalui spektrum inframerah, dan analisis termal digunakan sebagai pembanding sekaligus sebagai data pantau keberhasilan tahapan rekayasa molekul preparat. Keberhasilan konstruksi dipantau secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan paduan teknik *fourier transform infrared (FTIR) spectrometric* dan gravimetrik. menggunakan parameter rasio *grafting*, efisiensi *grafting*, dan derajat *crosslinking* (melalui nilai koefisien *swelling* terhadap air) (Mostafa *et al.* 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan dan Preparasi Contoh

Limbah padat ekstraksi pati sagu berupa ampas sagu (ela) diperoleh dari UD. Berlian Khatulistiwa, Kec. Jailolo, Halmahera Barat. UD. Berlian Khatulistiwa adalah salah satu penerima hibah UKM dari Dinas Koperasi dan UKM, Halmahera Barat. Ampas sagu yang diperoleh dari proses pengolahan pati sagu berupa padatan basah berwarna kuning kecoklatan dengan tekstur sedikit kasar disertai serabut-serabut kecil dan agak berbau (Gambar 2a). Hal yang sama

juga dilaporkan oleh Silahooy (2006) terkait dengan sifat fisik ampas sagu ini. Ampas sagu diambil secara acak dan segera dikeringkan di bawah sinar matahari. Apabila ampas sagu tidak langsung dikeringkan, jamur akan segera tumbuh. Penanganan yang tidak tepat menyebabkan sampel ampas sagu menjadi rusak.



Gambar 2. Ampas sagu (a) dan serabut ampas sagu (b).

Ampas sagu dalam keadaan basah memiliki kadar air yang tinggi (40.60%). Oleh karena itu, untuk dapat disimpan dalam waktu lama maka ampas sagu harus dikeringkan sehingga kadar airnya mencapai $\leq 10\%$. Tahap berikutnya adalah *particle sizing* dengan ukuran $\pm 200-300$ mesh.

Selain menggunakan ampas sagu sebagai bahan baku untuk menghasilkan material separator, penelitian ini juga menggunakan bagian serabut dari ampas sagu tersebut (Gambar 2b). Berdasarkan penelitian pendahuluan, serabut ampas sagu berpotensi sebagai bahan baku material separator. Hal ini didukung oleh analisis komponen kimia yang terkandung dalam serabut ampas sagu yang menunjukkan serabut ampas sagu memiliki kandungan α -selulosa cukup tinggi, yaitu (41.47%).

Isolasi dan Pencirian Polisakarida Nonpati Ampas Sagu

Untuk memperoleh polisakarida nonpati ampas sagu, contoh ampas sagu mengalami berbagai perlakuan untuk menghilangkan bahan-bahan seperti bahan ekstraktif (malam, lemak), pati, dan lignin (Sun *et al.* 1999). Penghilangan bahan ekstraktif dilakukan dengan ekstraksi menggunakan campuran etanol 95% dan toluena (modifikasi ASTM D 1105-56). Selain itu, sampel ampas sagu juga memiliki kadar pati yang cukup tinggi (47.03%), sehingga perlu dilakukan tahapan untuk menghilangkan pati. Untuk penghilangan pati dilakukan dengan menggunakan air panas (Metode A), tetapi penggunaan air panas tidak efektif dan

tidak efisien karena jumlah air panas yang dibutuhkan cukup banyak dan waktu yang lama agar contoh ampas sagu tersebut bebas dari pati. Oleh karena itu, penghilangan pati dilakukan dengan cara hidrolisis menggunakan larutan asam encer (HCl 3%) (Metode B). Namun demikian, menurut Achmadi (1990), selain dapat menghidrolisis pati, larutan asam encer dapat juga menghilangkan sebagian hemiselulosa dan sedikit selulosanya. Setelah sampel dipastikan bebas pati melalui uji iod, kemudian sampel dibuat menjadi pulp dengan perlakuan basa selanjutnya didelignifikasi menggunakan pereaksi H₂O₂.

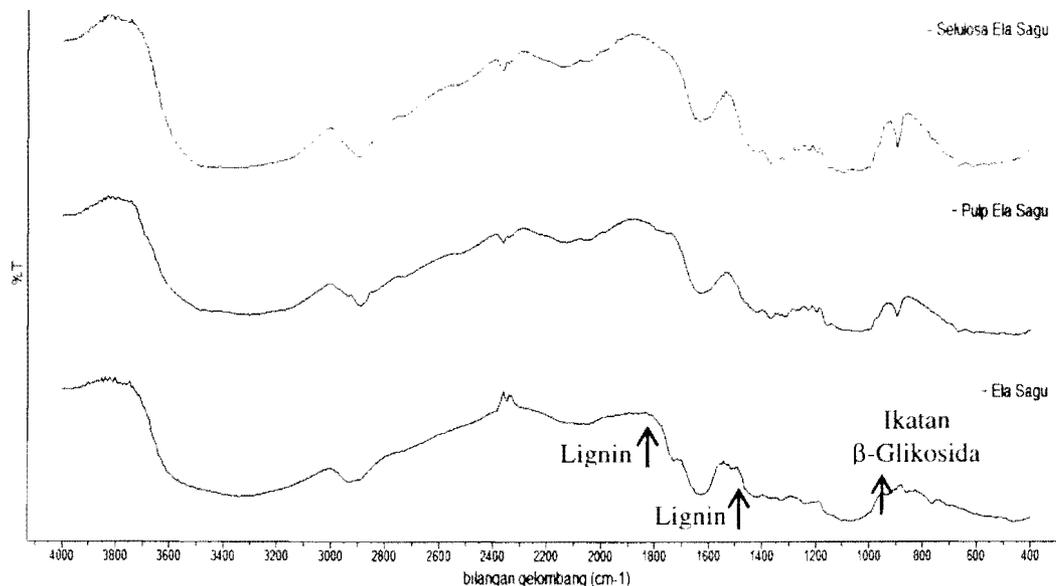
Fokus utama tahap isolasi pada ampas sagu adalah menghilangkan komponen pati yang masih banyak bercampur bersama-sama dengan serabut, sedangkan contoh serabut ampas sagu adalah menghilangkan senyawa ligninnya. Kandungan lignin serabut ampas sagu adalah 31.09%. Oleh karena itu, tahap delignifikasi pada serabut ampas sagu menggunakan konsentrasi H₂O₂ yang lebih tinggi, yaitu 5% dan waktu delignifikasi yang relatif lebih lama dibandingkan delignifikasi pada ampas sagu. Analisis komponen kimia yang dilakukan terhadap contoh awal ampas dan serabut ampas sagu dengan komponen kimia hasil isolasi menunjukkan adanya peningkatan kandungan α -selulosa dan penurunan kandungan lignin (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis komponen kimia ampas sagu dan serabut.

| Parameter | Ela Sagu (%) | | Serabut (%) | | Metode Analisis |
|--------------------|--------------|--------|-------------|--------|--|
| | Awal | Isolat | Awal | Isolat | |
| α -Selulosa | 22,45 | 72,80 | 41,47 | 86,79 | TAPPI standard T 203 os-61 |
| Holosekulosa | 33,63 | 90,87 | 70,63 | 93,57 | TAPPI standard T 9 m-51 |
| Hemiselulosa | 11,18 | 18,07 | 29,16 | 6,78 | <i>By difference of holocellulose & alfa-cellulose</i> |
| Lignin | 11,52 | 1,62 | 31,09 | 0,37 | TAPPI standard T13 m-45 |

Keberhasilan tahap isolasi polisakarida nonpati ampas sagu dipantau menggunakan teknik spektroskopi FTIR. Spektrum FTIR ampas sagu menunjukkan adanya serapan -OH regangan (3750-3000 cm⁻¹) yang lebar, C-H regangan (~2931 cm⁻¹), cincin aromatik (2200-2000 cm⁻¹), gugus karbonil (~1600 cm⁻¹), dan serapan C-H aromatik (834 cm⁻¹). Serapan pada 2931 cm⁻¹ dan 1020 cm⁻¹ berturut-turut adalah serapan karakteristik untuk selulosa (Liu *et al.* 2009)

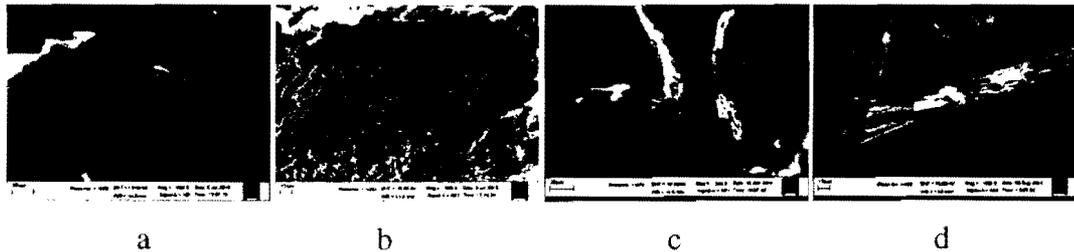
dan ikatan β -1,4-glikosida selulosa pada 890 cm^{-1} (Liu *et al.* 2009). Serapan pada bilangan gelombang sekitar 1600 cm^{-1} (gugus C=O) yang cukup tajam menunjukkan keberadaan senyawa karbonil, termasuk pati dan lignin terikat (Sun *et al.* 2004). Serapan pada bilangan gelombang $1950\text{-}2200\text{ cm}^{-1}$ dan 834 cm^{-1} (gugus aromatik) menunjukkan keberadaan lignin (Huang *et al.* 2009). Akibat perlakuan pada tahap isolasi, kedua serapan ini menjadi lemah. Hal ini mengindikasikan berkurangnya kandungan pati dan lignin dalam contoh (Gambar 3).



Gambar 3. Pemantauan keberhasilan tahap isolasi dengan FTIR

Pencirian menggunakan SEM dilakukan untuk melihat morfologi permukaan antara ampas sagu dan isolat polisakarida, yakni fraksi holoselulosa dan selulosa. Mikrograf menunjukkan adanya serat pada holoselulosa (Gambar 4b) dan selulosa (Gambar 4c) yang tidak terlihat pada ampas sagu (Gambar 4a). Pati dan lignin yang terdapat di dalam contoh ampas sagu mendominasi permukaan ampas sagu sehingga tidak nampak bentuk serat pada permukaannya. Selain itu, senyawa lignin di dalam dinding sel tumbuhan terikat pada hemiselulosa di lapisan atas permukaan dinding sel (Sun *et al.* 2004). Ikatan antara lignin dan hemiselulosa diputus melalui proses delignifikasi. Permukaan berserat tampak pada permukaan fraksi holoselulosa yang dihasilkan setelah penghilangan pati dan lignin (Gambar 4b). Serat dan pori-pori terlihat lebih

banyak pada selulosa bila dibandingkan dengan holoselulosa, karena perlakuan dengan basa akan menghilangkan senyawa hemiselulosa. Untuk mikrograf isolat selulosa serabut (Gambar 4d) menunjukkan kumpulan-kumpulan serat/fibril dengan panjang yang berbeda-beda berkisar antara 10^2 - 10^3 μm . Pada mikrograf 4c, panjang serat isolat selulosa ampas sagu lebih pendek dari isolat serabut. Akan tetapi, diameter dari kedua isolat tersebut hampir sama, yaitu sekitar 20 μm .



Gambar 4. Foto SEM ampas sagu (a), holoselulosa ampas sagu (b), selulosa ampas sagu (c), dan selulosa serabut ampas sagu.

Konstruksi dan Pencirian Material Separator

Factor dan Level Screening dalam Konstruksi Material Separator

Hasil analisis statistik dari rancangan *fractional factorial* konstruksi material separator menggambarkan bahwa ketiga faktor, yaitu monomer akrilamida, *crosslinker* metilena-bis-akrilamida (MBAm), dan inisiator amonium persulfat (APS), berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 90% dan model kuadratik (*curvature*) menunjukkan nilai probabilitas <0.05 . Hal ini menunjukkan bahwa level yang digunakan telah memenuhi untuk dilanjutkan ke proses optimasi dengan model kuadratik seperti *RSM-central composite design*. Profil 3D berbentuk *curvature* dari *factor* dan *level screening* dalam konstruksi material separator, memperkuat kesimpulan bahwa *factor* dan *level* yang digunakan dalam *screening* dapat dilanjutkan ke proses optimasi.

Optimasi Proses Konstruksi Material Separator

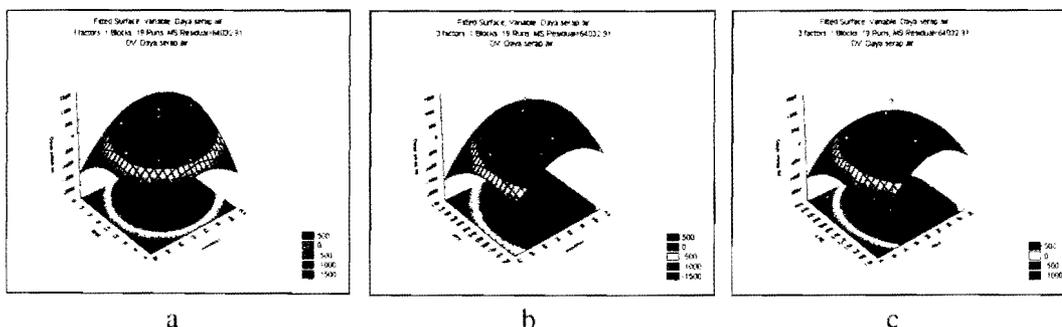
Pada tahapan ini, dilakukan juga optimasi proses konstruksi material separator dengan faktor adalah nisbah *backbone*:monomer, jumlah inisiator, dan jumlah *crosslinker*. Keberhasilan proses konstruksinya dipantau melalui kemampuan *swelling capacities*-nya terhadap pelarut. Dalam hal ini, pelarut yang digunakan adalah air.

Model matematik untuk proses konstruksi material separator adalah

$$Y=844.35+186.08*X_1-166.49* X_1^2+124.28* X_2-248.4* X_2^2+120.96* X_3-145.52* X_3^2+62.381* X_1* X_2+53.144* X_1* X_2-33.260* X_2* X_3$$

(X_1 =konsentrasi monomer; X_2 =jumlah MBA; X_3 =jumlah APS)

Titik optimal dari persamaan tersebut diperoleh sebagai berikut: konsentrasi monomer sebesar 83.51% dari total jumlah monomer dan *backbone*, jumlah *crossliker* metilena-bis-akrilamida (MBA) sebesar 28,4 mg, dan jumlah inisiator amonium persulfat (APS) sebesar 232,4 mg.



Gambar 5. a) Pengaruh jumlah *crossliker* dan monomer terhadap *swelling capacities*, b) Pengaruh jumlah inisiator dan monomer terhadap *swelling capacities*, c) Gambar 7 Pengaruh jumlah inisiator dan *crossliker* terhadap *swelling capacities*.

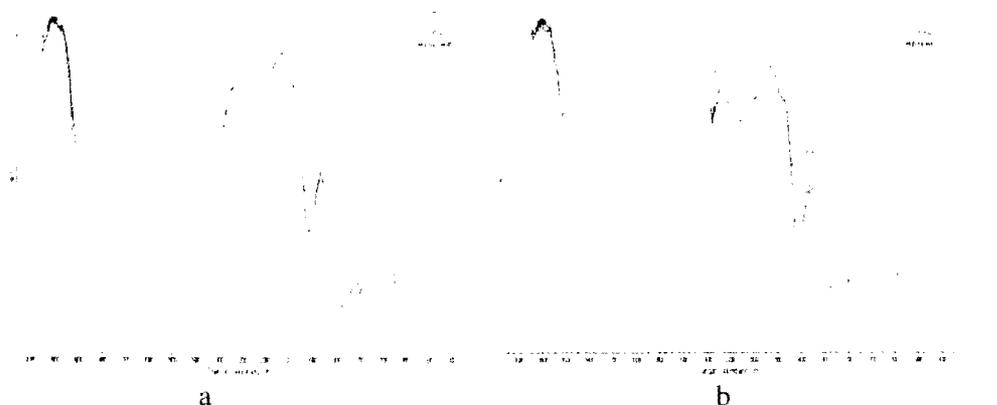
Gambar 5a, 5b, dan 5c menunjukkan grafik interaksi antara jumlah *crossliker* (MBA) dan jumlah monomer; jumlah inisiator terhadap monomer, dan jumlah inisiator terhadap *crossliker* terhadap *swelling capacities*. Peningkatan jumlah *crossliker* dan monomer akan meningkatkan *swelling capacities* secara kuadratik. Pengaruh yang sama juga ditunjukkan oleh Gambar 5b dan 5c.

Karakterisasi Material Separator

Karakterisasi yang dilakukan terhadap proses konstruksi prototipe material separator dipantau melalui teknik spektroskopi IR (Gambar 6a dan 6b).

Karakterisasi dengan teknik spektroskopi FTIR menunjukkan bahwa konstruksi material separator dari kedua bahan telah berhasil dilakukan. Hal ini ditandai dengan munculnya serapan puncak baru di sekitar bilangan gelombang 1600-1700 cm^{-1} (serapan amida) dan 3200-3300 cm^{-1} (serapan N-H). Spektrum IR pada Gambar 6a menunjukkan bahwa isolat selulosa dari serabut dan produk hasil

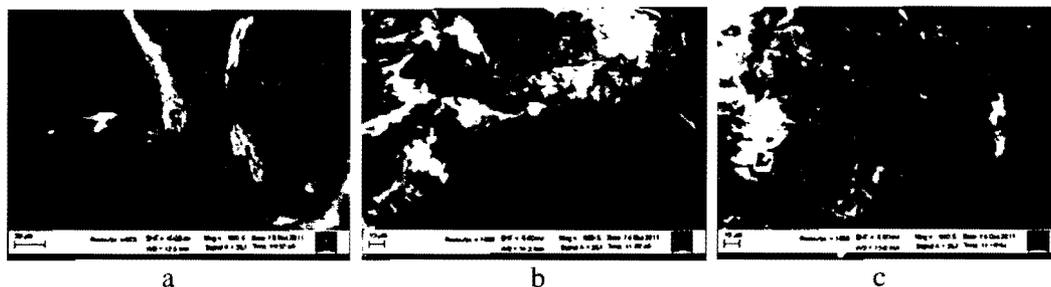
grafting-nya memiliki perbedaan intensitas dan munculnya serapan amida pada produk *grafting*-nya. Serapan produk *grafting* lebih rendah, jika dibandingkan dengan serapan isolat selulosa serabut asalnya. Peningkatan jumlah *crosslinker* MBAM membuat struktur produk *grafting* lebih saling tertaut dan akan meningkatkan intensitas serapan. Sementara itu, spektrum IR pada Gambar 6b menunjukkan bahwa isolat selulosa dan produk *grafting* dari ela sagu berbeda dengan isolat dan produk *grafting* dari serabut. Produk *grafting* dari ela sagu menunjukkan hadirnya serapan amida dan serapan produk *grafting* lebih rendah dari serapan isolat ela sagu. Namun demikian, kenaikan intensitas serapan akibat penambahan *crosslinker* pada produk *grafting* ela sagu tidak teratur. Hal ini diduga karena perbedaan panjang rantai karbohidrat dari isolat selulosa ela sagu dan serabut sehingga posisi yang tersedia untuk *grafting* dan *crosslinking* pada kedua isolat juga berbeda.



Gambar 6. Spektra FTIR isolat polisakarida dan prototipe material separator serabut (a) dan ela sagu (b) dengan variasi jumlah *crosslinker*.

Karakterisasi juga dilakukan dengan melihat morfologi permukaan dari isolat polisakarida bahan dan produk material dengan mikroskop elektron. Isolat polisakarida yang dihasilkan dari ela sagu (Gambar 7a) berbentuk fibril dengan ukuran diameter fibril kira-kira 20 μm dan panjang berkisar 10^2 - 5×10^2 μm . Gambar 7b dan 7c menunjukkan morfologi permukaan dari material separator ela sagu. Pada Gambar tersebut bentuk fibril dari isolat polisakarida sudah tidak tampak lagi. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi modifikasi pada permukaan isolat polisakarida ela sagu. Semakin meningkatnya jumlah *crosslinker*, maka

celah yang terdapat pada permukaan material separator semakin rapat (Gambar 7c).



Gambar 7. Foto SEM isolat polisakarida (a) dan material separator ela sagu dengan MBAm 0,5 g (b) dan MBAm 2 g (c).



Gambar 8. Foto SEM isolat polisakarida (a) dan material separator serabut dengan MBAm 0,1 g (b) dan MBAm 2 g (c).

Gambar 8a menunjukkan isolat polisakarida dari serabut. Pada gambar ini bentuk fibril dari isolat polisakarida tampak sangat jelas. Diameter fibril isolat polisakarida serabut hampir sama dengan diameter fibril dari isolat polisakarida ela sagu, yaitu sekitar 20 μm . Sementara itu, isolat polisakarida serabut memiliki panjang fibril yang lebih panjang dari isolat polisakarida ela sagu, yaitu berkisar 10^2 - 10^3 μm . Foto morfologi permukaan ini juga sesuai dengan derajat polimerisasi (DP) dari kedua isolat tersebut. Pada isolat polisakarida ela sagu diperoleh DP = 54, sedangkan isolat polisakarida serabut memiliki DP = 165. Gambar 8b dan 8c menunjukkan morfologi permukaan dari material separator serabut. Pertambahan jumlah *crosslinker* menunjukkan perubahan morfologi yang cukup signifikan. Pada jumlah *crosslinker* yang sedikit (Gambar 8b), masih terdapat celah-celah pada permukaan yang berbentuk seperti jaring, namun jika *crosslinker* ditambah (Gambar 8c) permukaan tidak lagi berbentuk jaring dengan banyak celah, melainkan mengkerut dan celah yang terdapat di permukaan sudah tidak tampak lagi.

Pra-Uji Kinerja Material Separator

Uji Ketahanan Material Separator terhadap Pelarut

Untuk melihat adanya interaksi antara material separator dan pelarut (eluen) yang akan digunakan dalam teknik pemisahan kromatografi maka dilakukan uji ketahanan material separator tersebut pada berbagai pelarut. Uji ketahanan ini dipantau melalui indeks bias pelarut yang digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan material separator yang berasal dari serabut memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap pelarut organik yang digunakan dibandingkan dengan material separator yang berasal dari ampas/ela sagu. Berdasarkan data indeks bias tersebut, pelarut tunggal aseton dan etanol tidak dapat digunakan sebagai pelarut (eluen) dalam sistem kromatografi yang menggunakan material separator berbasis ela sagu, karena menunjukkan adanya interaksi antara material separator dan pelarut. Sementara itu, pada material separator berbasis serabut, pelarut tersebut masih dapat digunakan.

Berdasarkan nilai indeks bias pelarut di atas maka pelarut tunggal yang dapat digunakan untuk mengelusi adalah metanol, heksana, etil asetat, dan toluena. Namun demikian, pada kajian lanjut di pra-uji kinerja material separator, pelarut yang digunakan adalah metanol, heksana, dan etil asetat. Pelarut toluena tidak digunakan dengan alasan keamanan dan keselamatan dalam penggunaan pelarut tersebut. Selain menggunakan 3 pelarut tunggal tersebut di atas, elusi pada teknik kromatografi juga menggunakan campuran pelarut dengan berbagai komposisi.

Pra-uji Kinerja sebagai Fasa Stasioner

Pra-uji kinerja material separator dilakukan dengan menggunakan 2 prototipe material separator sebagai fasa stasioner pada kromatografi konvensional, yaitu kromatografi kolom. Material separator dikemas di dalam kolom, selanjutnya digunakan untuk memisahkan ekstrak kasar temulawak. Pemisahan dilakukan dengan gradien elusi. Pelarut yang digunakan untuk mengelusi ekstrak kasar temulawak berturut-turut adalah heksana, kemudian campuran heksana:etil asetat (3:1, 1:1, 1:3), etil asetat, dan yang terakhir dengan pelarut metanol. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya pemisahan pada kolom dengan fasa stasioner dari berbagai prototipe material separator berbasis

ampas sagu. Fraksi-fraksi yang diperoleh pada saat ditampung untuk dilihat pola pemisahannya menggunakan HPLC.

Pencirian Hasil Fraksinasi

Hasil KLT menunjukkan untuk setiap fraksi No 1 yang dihasilkan dari 3 jenis material separator (a=material separator dengan MBAm 0,1g; b=MBAm 0,5g; dan c=MBAm 1 g) menghasilkan 3 spot. Fraksi 1 diperoleh dari eluen heksana. Untuk fraksi berikutnya yang diperoleh melalui gradien elusi dari kromatografi kolom tidak menunjukkan adanya spot. Hal ini menunjukkan ekstrak kasar temulawak telah terfraksinasi oleh kolom berbasis limbah pengolahan sagu. Berdasarkan hasil KLT ini, selanjutnya dilakukan pencirian fraksi 1 dengan HPLC. Hasil fraksinasi dari kolom kromatografi dikarakterisasi menggunakan HPLC.

Kromatogram yang diperoleh menunjukkan bahwa material separator yang berasal dari limbah pengolahan sagu berpotensi sebagai fasa stasioner dalam pemisahan ekstrak kasar temulawak menggunakan teknik kromatografi kolom. Kromatogram ekstrak kasar temulawak masih menunjukkan banyak puncak dan bertumpuk. Ekstrak kasar temulawak mengandung senyawa kurkuminoid (1,6-2,2%) dan minyak atsiri (1,48-1,63%). Kromatogram fraksi 1 dari pelarut heksana menunjukkan puncak yang jumlahnya mulai tereliminasi. Selanjutnya pada fraksi 2 dan 3 dengan pelarut yang sama sudah tidak ditemukan lagi puncak di kromatogram. Hal ini membuktikan bahwa material separator berbasis serabut ela mampu memfraksinasi ekstrak kasar temulawak. Berdasarkan analisis secara kualitatif terhadap waktu retensi dari puncak pada kromatogram, fraksi 1 dengan pelarut heksana mengandung senyawa xanthoxol ($t_R = 4.2$), yaitu salah satu komponen minyak atsiri yang dapat diekstrak dari rimpang temulawak.

Uji Kinerja Material Separator

Sebagai langkah awal mengevaluasi kinerja material separator berbasis limbah pengolahan sagu dicobakan toluena untuk mengamati model signal yang dihasilkan oleh material separator. Material separator dikemas pada kolom kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) dengan panjang 74 mm dan ID 4.6 mm

Fungsi percobaan hanyalah untuk menguji' kualitas pengemasan kolom. Hasil yang diperoleh menunjukkan puncak tunggal dengan bentuk yang cukup representatif.

KESIMPULAN

Bahan baku yang dapat digunakan untuk menghasilkan *backbone* material separator berasal dari ampas sagu dan serabut ampas sagu; Prototipe material separator dengan *backbone* isolat serabut ampas sagu lebih stabil terhadap pelarut organik dibandingkan prototipe dengan *backbone* dari ampas sagu; Prototipe material separator dengan *backbone* isolat serabut ampas sagu mampu memisahkan ekstrak kasar temulawak dengan teknik kromatografi konvensional; Jumlah *crosslinker* dan rasio monomer:isolat yang memberikan pemisahan terbaik untuk ekstrak temulawak adalah 0,1 g dan 50:50; Prototipe material separator yang layak diteliti lebih lanjut adalah material separator dengan *backbone* berasal dari isolat serabut ampas sagu dengan metode isolasi menggunakan HCl 3%, dilanjutkan dengan *pulping* dengan NaOH 20%, kemudian delignifikasi menggunakan H₂O₂ 5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kementerian Riset dan Teknologi melalui Program Hibah Riset Terapan (tahun ke-1 No. 021/RT/D.PSI PTN/Insentif/PPK/I/2010 dan tahun ke-2 No.1.10.04/SEK/IR/PPK/I/2011); Kepala Laboratorium Kimia Terpadu IPB atas fasilitas laboratorium penelitian, penggunaan HPLC dan spektrometer FTIR; Kepala Laboratorium Terpadu Puslitbanghutan atas penggunaan SEM dan analisis komponen kimia

DAFTAR PUSTAKA

Achmadi SS. 1990. *Kimia Kayu*. Bogor:PAU Hayati IPB

[AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 2005. *Official Methodes of Analysis of AOAC International*. Ed ke-18. Maryland: AOAC International.

- Lanthong P, Nuisin R, Kiatkamjornwong S. 2006. Graft copolymerization, characterization, and degradation of cassava starch-g-acrylamide/itaconic acid superabsorbents. *Carbohydrate Polymers*. 66:229-245.
- Mostafa KM, Samerkandy AR, El-sanabay. 2007. Modification of Carbohydrate Polymers Part 2: Grafting of Methacrylamide onto Pregelled Starch Using Vanadium-mercaptosuccinic Acid Redox Pair. *J Appl Sci Res* 3(8): 681-689.
- Silahooy C. 2006. Mungkinkah sagu dilirik lagi sebagai makanan pokok masyarakat Maluku. Di dalam: *Prosiding Lokakarya Sagu dalam Revitalisasi Pertanian Maluku*; Ambon 29-31 Mei 2006. Ambon: Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. hlm 162-166.
- Sun RC, Jones GL, Tomkinson J, & Bolton J. 1999. Fractional isolation and partial characterization of non-starch polysaccharides and lignin from sago pith. *Indus Crops and Prod*. 19:211-220.
- Sun JX, Sun XF, Zhao H, Sun RC. 2004. Isolation and characterization cellulose from sugarcane bagasse. *Polymer Degradation and Stability*. 84:331-339.
- Xie F, Yu L, Su B, Liu P, Wang J, Liu H, Chen L. 2009. Rheological properties of starches with different amylose/amylopectin ratios. *J. Cereal Science*. 35: 1-7.