



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

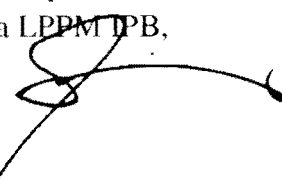
Melalui hasil penelitian yang telah dipublikasikan ini, maka runutan dan perkembangan penelitian IPB dapat diketahui, sehingga *road map* penelitian IPB dan lembaga mitra penelitian IPB dapat dipetakan dengan baik.

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

REKAYASA BIOPOLYMER HASIL SAMPING PABRIK TAPIOKA (ONGGOK) SEBAGAI *ENRICHED SOIL CONDITIONER*: TAHAP SINTESIS SUPERABSORBEN

(Synthesis of Nutrient Enriched Soil Conditioner from Cassava Waste Pulp)

Anwar Nur^{1,2)}, Zainal Alim Mas'ud^{1,2)}, Mohammad Khotib^{1,2)},
Ahmad Sjahriza^{1,2)}

¹⁾Dep. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB

²⁾Laboratorium Terpadu IPB

ABSTRAK

Polimer yang memiliki kemampuan daya serap air tinggi dapat digunakan sebagai *soil conditioner*. Kemampuan polimer menyerap air minimal 100 kali bobot awalnya dikategorikan sebagai polimer superabsorben (SAP). Pada penelitian ini akan dikaji sintesis dan sifat dari SAP yang diperoleh melalui *graft copolymerization* akrilamida (AAM) pada onggok menggunakan *ammonium persulphate* (APS) sebagai inisiator dan *N,N'-methylene-bis-acrylamide* (MBA) sebagai *crosslinker*. Kopolimerisasi dilakukan pada suhu 70°C, 3 jam dan disaponifikasi dengan NaOH 1 M, 2 jam. Konsentrasi akrilamida dan onggok, serta jumlah MBA dan APS dioptimasi menggunakan desain *fractional factorial*. SAP yang diperoleh memiliki daya serap air sebesar 1014 g/g pada konsentrasi AAm 75%, MBA 25 mg, dan APS 250 mg. Daya serap ini sesuai dengan hasil yang diperoleh peneliti lain. Keberlangsungan proses *grafting-crosslinking* ditunjukkan oleh adanya perbedaan spektrum IR antara onggok dan produk *grafting-crosslinking* yang mengindikasikan antara lain terbentuknya gugus amida. Kinetika *swelling* dari SAP dalam air suling mengikuti persamaan *exponential-association* dengan parameter laju (τ)=0.5 menit, yang menggambarkan laju *swelling* lebih tinggi dibandingkan SAP berbasis polisakarida lainnya. Daya serap air meningkat dengan meningkatnya pH dari 1-7, dan menurun kembali pada pH 8 - 12. Daya serap maksimum dicapai dalam larutan basa (pH 7-9), tepatnya pada pH 7.5 berdasarkan persamaan kuadratik, $y = -406.0 + 236.8 * x - 15.8 * x^2$; $r^2 = 0.968$.

Kata kunci: Onggok, superabsorben, *grafting-crosslinking*, kinetika *swelling*.

ABSTRACT

Polymer with a high water absorption capability can be used as a soil conditioner. If it can absorb water at least 100 times its initial weight is categorized as superabsorbent polymers (SAP). This study deals with the synthesis and characterization of graft copolymerization of acrylamide (AAM) on onggok using ammonium persulphate (APS) as an initiator and N,N'-methylene-bis-acrylamide (MBA) as a crosslinker. It was conducted at 70°C, 3 hours and saponified with NaOH 1M, 2 hours. AAM, and onggok concentrations as well as MBA and APS amounts were optimized using fractional factorial design. SAP obtained has water absorption capacity (Q_{eq}) of 1014 g/g at AAm 75%, MBA 25 mg, and APS 250 mg. It is comparable to that obtained by other worker. Grafting-crosslinking copolymer was confirmed by infrared spectra, where it was found to exhibit all characteristic bands of both polysaccharides of onggok and acrylamide units. The swelling kinetics of SAP in distilled water follows exponential-association equation with rate parameter (τ)=0.5 minutes, that indicates much higher swelling rate as compare to that of SAP with other polysaccharides backbone. The swelling rate of the SAP increased at pH 1 to 7, and decreased at pH 8 to 12. The maximum Q_{eq} of the SAP was achieved at pH 7.5 according to the equation, $y = -406.0 + 236.8 * x - 15.8 * x^2$; $r^2 = 0.968$.

Key words: Onggok, superabsorbent, *grafting-crosslinking*, swelling kinetics.

PENDAHULUAN

Ketela pohon merupakan salah satu tanaman budidaya yang banyak di Indonesia. Areal ketela pohon pada tahun 2009 adalah lebih dari 12 juta hektar dengan produktivitas 182 Qu/Ha dan produksi mendekati 22 juta ton (BPS 2009). Pengolahan ketela pohon menjadi tepung tapioka dihasilkan ongkok sebagai hasil samping sekitar 11,4% dari ketela pohon segar. Harga sangat rendah dan menurut hasil penelusuran pustaka belum ditemukan informasi pemanfaatan ongkok yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

Komponen utama ongkok adalah pati dan selulosa (Nikmawati 1999). Kandungan gugus hidroksil yang tinggi memungkinkan dilakukannya modifikasi diantaranya menjadi superabsorben (SAP). SAP mampu menyerap dan mempertahankan cairan, serta melepaskannya kembali (Zhang *et al.* 2006). Polimer dikategorikan sebagai superabsorben jika memiliki kemampuan menyerap air lebih dari 100 kali berat aslinya (Zhang *et al.* 2007.). SAP yang tersedia di pasar memiliki biodegradabilitas relatif rendah dan menyebabkan tidak ramah lingkungan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, studi intensif telah dilakukan untuk menggunakan polimer alami, yaitu pati dan selulosa, agar SAP bersifat biodegradable (Nakason *et al.* 2010.).

Secara umum, SAP disintesis melalui *grafting* atau *grafting-crosslinking copolymerization*. Monomer yang digunakan dalam *grafting copolymerization* adalah asam akrilat, akrilonitril, dan akrilamida (Li *et al.* 2007.; Teli dan Waghmare 2009), dan sebagai crosslinkers adalah N, N-metilen bis-akrilamida (MBA), triacrylate trimethylpropane, dan 1,4-butadienol dimetakrilat (Swantomio *et al.* 2008). Sedangkan inisiator yang umum digunakan adalah persulfat, hidrogen peroksida (Moad & Salomo 2006), dan cerium (Ebru *et al.* 2008).

Graft copolymerization telah dilakukan untuk memodifikasi pati singkong menjadi SAP (Khalil & Farag 1998; Lanthong *et al.* 2006). Selain pati, lignoselulose dan turunannya juga digunakan sebagai substrat untuk Graft copolymerization (Hon 1982). Campuran akrilamida (AAM) dan asam akrilat (AA) di *grafting* pada pati gandum menggunakan kalium persulfat (KPS) sebagai

inisiator (Teli & Waghmare 2009). SAP yang dihasilkan dari grafting-crosslinking diharapkan memiliki daya serap air tinggi dan melepaskannya dengan perlahan.

Tujuan penelitian adalah mensintesis SAP melalui grafting-crosslinking onggok dengan akrilamida sebagai monomer, APS sebagai inisiator, dan MBA sebagai crosslinker, serta dioptimasi ketiga parameter tersebut menggunakan disain *fractional factorial*. Karakterisasi produk grafting-crosslinking meliputi kinetika swelling dalam air suling dan perilaku swelling dalam larutan NaCl dan berbagai nilai pH.

METODE PENELITIAN

Pre-treatment Onggok

Sampel onggok tapioka dicuci dengan air sampai filtrat hasil pencucian jernih kemudian dikeringkan. Kemudian onggok tapioka kering dihaluskan hingga berukuran ± 100 mesh. Sampel kemudian dianalisis proksimat yang terdiri dari penentuan kadar air (metode gravimetri), kadar abu (metode gravimetri), kadar lemak (metode soxhlet), kadar protein (metode Kjeldahl), dan kadar karbohidrat (metode fenol- H_2SO_4).

Kopolimerisasi Grafting-Crosslinking

Optimasi Grafting-crosslinking dilakukan menggunakan disain fractional factorial dengan 3 faktor dan 2 level. The faktor berupa konsentrasi akrilamida (60-90%), APS (200-300 mg), dan MBA (15-35 mg) (Table 1). Sejumlah onggok tapioka ditimbang dan ditambahkan akuades hingga terbentuk *slurry* di dalam labu leher tiga yang telah dilengkapi dengan kondensor, aliran gas nitrogen, termometer, dan *stirrer*. Kemudian dipanaskan hingga suhu $95^{\circ}C$ selama 30 menit dengan kondisi atmosfer gas nitrogen. Setelah itu suhu diturunkan menjadi $60-65^{\circ}C$, lalu ditambahkan sejumlah inisiator APS sambil diaduk selama 15 menit. Kemudian ditambahkan sejumlah akrilamida dan MBA secara perlahan lalu suhu dinaikkan menjadi $70^{\circ}C$ dan direaksikan selama 3 jam. Produk yang dihasilkan dipresipitasi dengan metanol dan etanol. Setelah itu produk direfluks dengan aseton selama 1 jam. Lalu dikeringkan dengan suhu $60^{\circ}C$ hingga bobot produk

konstan. Produk kering digiling dan disaring hingga terbentuk partikel kecil berukuran 80-100 mesh.

Tabel 1. Desain percobaan *screening* kopolimer *grafting-crosslinking* onggok tapioka dengan akrilamida.

No	Onggok tapioka (%)	Akrilamida (%)	MBA (mg)	APS (mg)
1	40	60	15	300
2	40	60	15	300
3	40	60	35	200
4	40	60	35	200
5	25	75	25	250
6	25	75	25	250
7	25	75	25	250
8	25	75	25	250
9	10	90	15	200
10	10	90	15	200
11	10	90	35	300
12	10	90	35	300

Saponifikasi (Nakason *et al* 2010)

Sebanyak 40 gram kopolimer *graft* ditambahkan 100 ml NaOH 1M dan 100 ml akuades dan dipanaskan sampai suhu 90°C selama 2 jam. Setelah dinetralkan dengan penambahan HCl 1 M, lalu dikoagulasi dan dipresipitasi dengan metanol dan etanol. Hasil kopolimer saponifikasi dikeringkan pada suhu 60°C. Kemudian produk kering digiling dan disaring hingga terbentuk partikel kecil berukuran ± 80 mesh.

Pengukuran Daya Serap Air (Nakason *et al* 2010)

Sejumlah kopolimer kering baik sebelum maupun setelah saponifikasi direndam dalam akuades pada suhu ruang untuk mendapatkan pengembangan yang seimbang. Kemudian sampel yang telah mengembang dipisahkan dari air yang tidak terserap dan disaring hingga partikel lebih dari 100 mesh. Kesetimbangan penyerapan air (Q_{eq}) ditentukan dengan menimbang sampel yang telah mengembang dengan persamaan sebagai berikut: $Q_{eq} = \frac{m_2 - m_1}{m_1}$

dengan m_1 dan m_2 adalah hasil penimbangan sampel kering dan sampel yang telah mengembang.

Karakterisasi SAP

a. Kinetika swelling

Kinetika swelling dari SAP dilakukan dengan merendam SAP 1.0 ± 0.01 g dengan ukuran partikel 100 mesh dalam air suling 800 ml dan diukur daya serap air SAP pada interval tertentu.

b. Sensitivitas lingkungan

1. Sensitif pH

Ketergantungan swelling terhadap pH diidentifikasi dengan merendam SAP 1.0 ± 0.01 g dalam larutan yang memiliki pH 1-12. Daya serap maksimum ditentukan dari persamaan perilaku swelling pada berbagai nilai pH.

2. Sensitif salinitas

Daya serap air dari SAP diukur dalam larutan dengan berbagai konsentrasi NaCl (0.1-1 M)

c. IR Spectral Analysis

d. Efisiensi grafting

Efisiensi grafting dihitung dari rasio grafting mengikuti persamaan berikut:

$$\text{Grafting ratio} = \frac{100 \left[N\% \times \left(\frac{MW \text{ acrylamide}}{AW \text{ Nitrogen}} \right) \right]}{100 - \left[N\% \times \left(\frac{MW \text{ acrylamide}}{AW \text{ Nitrogen}} \right) \right]}$$

N%: percentage of nitrogen of sample (Kjeldahl method)

MW: molecular weight

AW : atomic weight

$$\text{Grafting efficiency (\%)} = \frac{\text{grafting ratio}}{\text{monomer persentase from onggok}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Onggok tapioka yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan superabsorben dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor, lalu dihaluskan hingga berukuran ± 100 mesh untuk meningkatkan luas permukaan sehingga reaksi yang terjadi lebih sempurna. Onggok tapioka juga dilakukan analisis proksimat atau perlakuan pendahuluan untuk mengetahui kandungan

kimia yang terkandung di dalamnya. Analisis' yang dilakukan antara lain penentuan kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis proksimat.

Analisis	Kadar (%)	
	Hasil penelitian ini	Pratama (2009)
Air	11.30	20.00
Abu	0.55	0.17
Protein	4.56	1.57
Lemak	0.21	0.26
Karbohidrat	82.70	68.00

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kandungan terbesar dalam onggok tapioka yaitu karbohidrat sebesar 82.70%. Hasil ini sejalan dengan yang telah dilakukan oleh Pratama (2009) dengan kadar karbohidrat sebesar 68.00%. Selain itu, hasil ini juga membuktikan bahwa tidak diperlukan penghilangan protein (deproteination), lemak (defatting), dan mineral (demineralization) karena kandungannya yang sangat rendah.

Kopolimer Grafting-Crosslinking

Onggok tapioka digunakan sebagai kerangka utama dalam kopolimerisasi grafting-crosslinking dengan akrilamida sebagai monomer, APS sebagai inisiator, dan MBA sebagai crosslinker dengan reaksi pada lampiran 4. Kopolimerisasi dilakukan dengan berbagai komposisi dalam kondisi gas nitrogen. Gas nitrogen berfungsi menghilangkan oksigen dari sistem reaksi dan meminimalisasi radikal peroksida yang dapat menghambat reaksi kopolimerisasi sehingga pembentukan homopolimer dapat dihindari (Kurniadi T 2010). Suhu kopolimerisasi yang digunakan yaitu 70oC yang telah dilakukan oleh Lanthong et al (2006); Li A, Zhang J, Wang A (2007); Hua S, Wang A (2008). Produk hasil kopolimerisasi dipresipitasi dengan metanol dan etanol untuk mengikat air dalam produk serta direfluks dengan aseton untuk menghilangkan homopolimer. Setelah itu, kopolimer yang terbentuk dilakukan pengujian kadar nitrogen, dan efisiensi grafting (Tabel 3) serta karakterisasi analisis gugus fungsi dengan FTIR.

Tabel 3. Kadar nitrogen, efisiensi *grafting*, dan daya serap air kopolimer *grafting-crosslinking* onggok tapioka dengan akrilamida

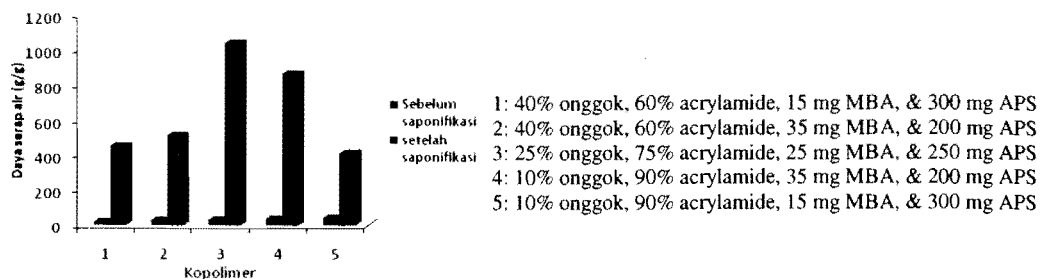
Onggok tapioka (%)	Akrilamida (%)	MBA (mg)	APS (mg)	Nitrogen (%)		Efisiensi <i>grafting</i> (%)	Daya serap air	
				Sebelum saponifikasi	Setelah saponifikasi		Sebelum saponifikasi	Setelah saponifikasi
40	60	15	300	12.51	9.59	34.71	19.67	458.13
40	60	15	300	11.46	7.05	27.75	16.25	449.07
40	60	35	200	11.63	8.04	28.75	28.39	514.32
40	60	35	200	13.30	7.55	41.44	23.24	516.81
25	75	25	250	14.30	9.74	52.78	29.44	1279.87
25	75	25	250	14.10	10.77	50.19	31.67	1033.47
25	75	25	250	14.07	10.68	49.82	29.28	1019.32
25	75	25	250	14.47	9.70	55.14	25.29	827.64
10	90	15	200	16.15	9.90	90.52	40.87	407.67
10	90	15	200	16.60	10.55	106.47	42.23	473.52
10	90	35	300	16.08	11.66	88.39	33.22	838.14
10	90	35	300	16.50	10.81	102.54	37.03	895.74

Tabel 4. Daya serap air maksimum setelah saponifikasi berdasarkan perbandingan bahan dasar dengan monomer dari beberapa penelitian.

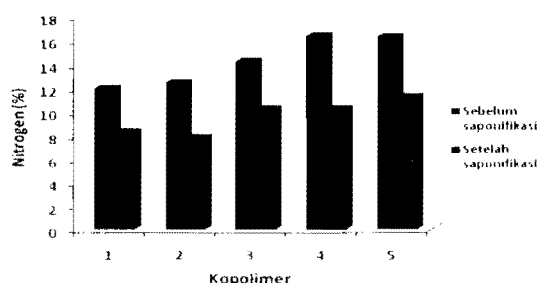
Komposisi SAP	Maximum water absorbent capacity (g/g)
Result of this study (25% onggok:75% acrylamide)	1040
Li <i>et al.</i> (2007); 20% starch:80% acrylic acid	1077
Nakason <i>et al</i> (2010); 50% starch:50% acrylamide	606

Daya serap air dari SAP saponifikasi sekitar 1000 kali bobot awalnya sehingga dikategorikan sebagai superabsorbent. Un-saponified SAP memiliki daya serap yang lebih rendah (Gambar 1) dan seperti yang dilaporkan oleh Li *et al.* (2006) dan Nakason *et al* (2010) (Tabel 4). Peningkatan daya serap air dalam saponified SAP erat hubungannya dengan muatan dalam sistem polimer akibat adanya konversi gugus fungsi amida (-COONH₂) menjadi gugus karboksilat (-COOH) (Teli, Waghmare 2009). Fenomena ini ditunjukkan dengan berkurangnya kandungan nitrogen setelah saponifikasi (Gambar 2). Kandungan nitrogen terbanyak terdapat pada kopolimer dengan komposisi akrilamida 90% yaitu pada kopolimer 4 dan 5. Kandungan nitrogen ini menentukan efisiensi *grafting*. Semakin besar komposisi monomer semakin besar efisiensi *grafting*, namun tidak

mempengaruhi daya serap air karena daya serap air dipengaruhi oleh struktur ruang dan karakter hidrofilik.

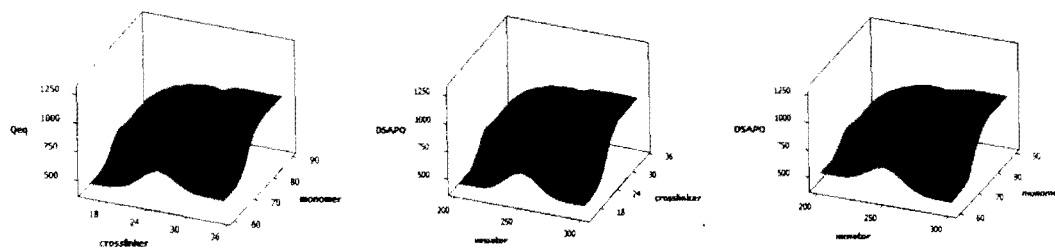


Gambar 1. Pengaruh saponifikasi SAP terhadap daya serap air.



Gambar 2. Pengaruh saponifikasi SAP terhadap kandungan nitrogen.

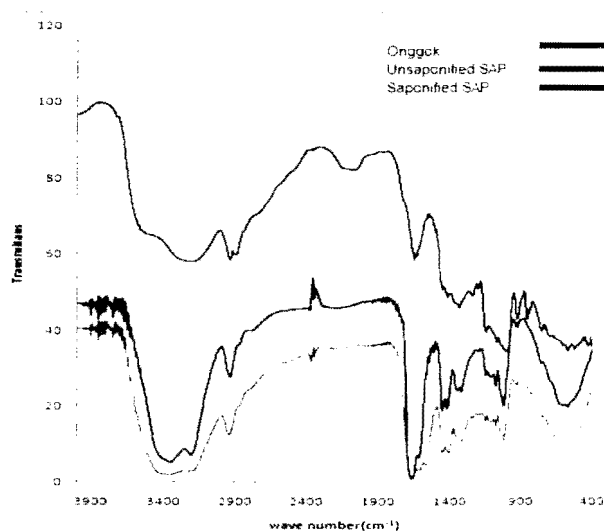
Optimasi grafting-crosslinking *onggok*-acrylamide menggunakan desain fractional factorial dengan perangkat lunak Minitab 16 memperoleh parameter optimum pada 75% akrilamida, 25 mg MBA, dan 250 mg APS dengan daya serap 1040.1 g/g, nilai probabilitas dari model kuadratik dalam uji Anova lebih kecil dari 0.05, yang memperkuat hasil optimasi diatas. Visualisasi model ini berupa *curvature* kuadratik seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pola kurva optimasi grafted-crosslinked SAP.

Karakterisasi Produk Grafting-Crosslinking

Produk grafting dan crosslinking dalam optimasi juga dikarakterisasi untuk memastikan bahwa sintesis berlangsung dengan baik. Pola spektrum IR ongkok berbeda dengan pola produk grafting-crosslinking tanpa dan dengan saponifikasi (Gambar 5). Pita serapan pada bilangan gelombang 3348-3201 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $-\text{OH}$ dan $-\text{NH}$. Tiga pita serapan 1149-53, 1080 dan 1026 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}-\text{O}-\text{C}$. Spektrum IR ongkok-g-AAm yang spesifik ditunjukkan pita serapan pada 3201, 1662 and 1616 cm^{-1} , yang mengindikasikan $\text{N}-\text{H}$, $\text{C}=\text{O}$ dan tekuk $\text{N}-\text{H}$ dari gugus amida. Pita serapan IR pada bilangan gelombang 1406 cm^{-1} yang tajam menurut Pourjavadi 2006 menunjukkan pita ulur anion karboksilat dari SAP disaponifikasi. SAP disaponifikasi memiliki pita serapan yang sama dengan pita serapan yang dikemukakan oleh Pourjavadi. Namun pita yang sama tidak tampak pada SAP yang belum disaponifikasi (UN-SAP). Hal ini menunjukkan proses saponifikasi telah berlangsung.



Gambar 5. Spektrum IR dari ongkok, produk grafting-crosslinking tanpa dan dengan saponifikasi.

Kinetika Swelling

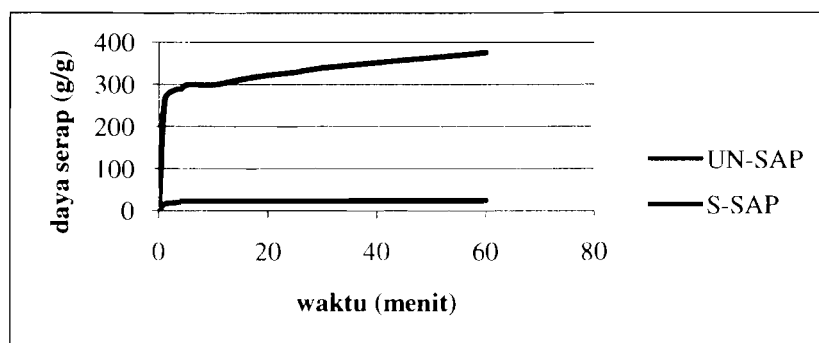
Karakterisasi lain dari produk grafting-crosslinking (tanpa dan dengan saponifikasi) adalah *swelling kinetics*. Gambar 6 menyajikan pola penyerapan produk grafting-crosslinking tanpa dan dengan saponifikasi dengan ukuran

partikel ± 100 mesh. Pada waktu 0-10 menit, penyerapan air meningkat tajam kemudian mulai stabil setelah 10-60 menit waktu pengamatan. Data yang diperoleh dari pengukuran daya serap air produk selama selang waktu pengamatan mengikuti *Voigt-based equation* (Pourjavadi et al 2010): $S_t = S_e(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

S_t (g/g) adalah *swelling* pada waktu ke-t, S_e (g/g) adalah *swelling* pada waktu kesetimbangan, t=waktu *swelling* (menit), dan τ adalah parameter laju serapan. *Voigt-based equation* merupakan persamaan tipe pola pertumbuhan yang sama dengan persamaan “*exponential association 2*” yaitu ($y=a(1-e^{-bx})$) yang ada dalam software CurveExpert. Pencarian model menggunakan software CurveExpert 1.4 diperoleh persamaan dari *swelling kinetic* produk grafting-crosslinking tanpa dan dengan saponifikasi sebagai berikut:

$$S_t = 23.30 (1 - e^{-0.9136 t}); r^2 = 0.963 \rightarrow \text{Sebelum Saponifikasi}$$

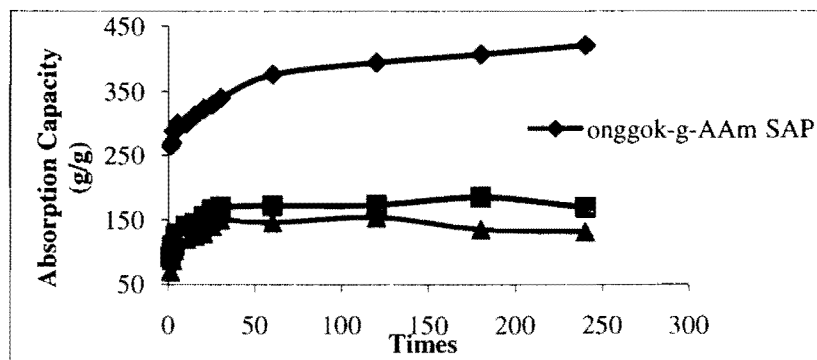
$$S_t = 318.09 (1 - e^{-1.715 t}); r^2 = 0.936 \rightarrow \text{sesudah Saponifikasi}$$



Gambar 6. Kinetika swelling dari produk *grafting-crosslinking* hasil optimasi yang direndam dalam air.

Dari persamaan diatas diperoleh nilai τ untuk produk grafting tanpa dan dengan saponifikasi dengan ukuran partikel 100 mesh berturut-turut sebesar 1.09 dan 0.59 menit. Parameter laju ini (τ) mengukur resistensi permeasi air sehingga nilai τ semakin kecil maka kecepatan up take air semakin tinggi. Beberapa publikasi menunjukkan nilai τ misalnya kitosan-g-PAAm tanpa dan dengan saponifikasi (ukuran partikel 60-80 mesh) berturut-turut sebesar 2.5 dan 1.3 menit (Pourjavadi & Mahdavinia 2006), (pati-karagenan)-g-PAN dengan saponifikasi (ukuran partikel 60-80 mesh) sebesar 7.5 menit (Pourjavadi et al 2010). Sebagai

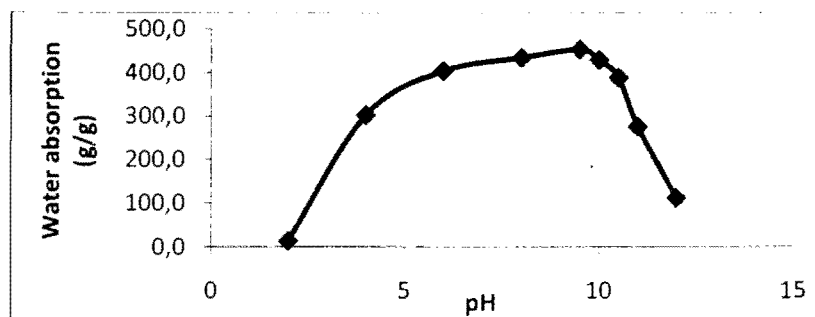
perbandingan, laju dan kapasitas absorpsi dari *onggok-g-AAm SAP* lebih besar dari diapers komersial dan “sanitary napkins (Gambar 7).



Gambar 7. Absorpsi air dari onggok-g-Aam SAP, diapers komersial, dan sanitary napkins.

Pola absorpsi air terhadap variasi pH

Kajian pola absorpsi air dari soil conditioner pada berbagai nilai pH menggunakan larutan HCl dan NaOH dengan rentang pH 2-12. Pola serapan air meningkat pada rentang pH 1-7 dan menurun kembali pada pH 9-12 (Gambar 8) serta mengikuti persamaan kudartik $y = -406.0 + 236.8 * x - 15.8 * x^2$; $r^2 = 0.968$. Serapan air maksimum dicapai pada rentang pH 7-9, dan berdasarkan persamaan tersebut diperoleh serapan maksimum pada pH 7.5. Daya serap soil conditioner menurun pada kondisi asam dan basa, Hal ini berkaitan dengan *swelling osmotic pressure* (Horkay *et al.* 2000, Kaith *et al.* 2010). Tekanan swelling untuk hidrogel bermuatan lemah mengikuti persamaan berikut: $\pi_{ion} = RT \sum (C_i^g - C_i^s)$ dimana, C_i^g dan C_i^s masing-masing adalah konsentrasi molar ion di dalam dan diluar gel yang swelling ; R konstanta gas, dan T=suhu.

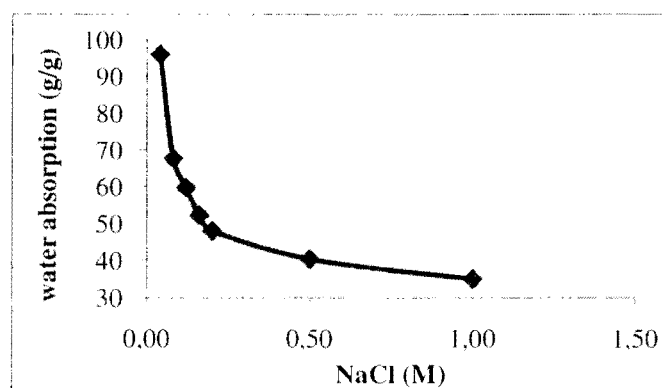


Gambar 8. Pola serapan air SAP pada berbagai nilai pH.

Serapan air maksimum soil conditioner dicapai pada pH netral, karena pada kondisi ini konsentrasi ion dalam larutan diluar gel (eksternal) dapat diabaikan sehingga π_{ion} menjadi besar dan mengakibatkan serapan menjadi besar. Selain itu, tolakan elektrostatis antar ion karboksilat dalam soil conditioner membantu meningkatkan serapan air. Dalam medium pH asam, nilai π_{ion} sangat kecil karena ion karboksilat menjadi terprotonasi (Kaith *et al.*2010) karenanya tolakan ion karboksilat ternetralkan sehingga gel tidak dapat swelling. Dalam medium basa, gugus $-COOH$ terdissosiasi sempurna tetapi konsentrasi Na^+ dan OH^- dapat menurunkan nilai π_{ion} sehingga daya serap air menurun.

Efek salinitas

Pada umumnya, kapasitas absorpsi SAP lebih rendah ketika dalam larutan garam. Efek salinitas dilakukan menggunakan larutan NaCl 0.1-1 M dan pola serapannya disajikan pada Gambar 9. Pola swelling SAP dalam larutan garam mengikuti persamaan: $Swelling = k [salt]^{-n}$, dimana: k =swelling pada konsentrasi garam tinggi, n =mengukur ketergantungan swelling pada konsentrasi garam. Pola swelling dari SAP onggok-g-AAm mengikuti persamaan $Swelling = 29.06 [NaCl]^{-0.35}$, dengan $k=29.06$ dan $n=0.35$. hal ini mengindikasikan bahwa perubahan konsentrasi garam diatas 0.35 M tidak memberikan pengaruh terhadap serapan SAP.



Gambar 9 Pola serapan air dari SAP pada berbagai konsentrasi NaCl.

KESIMPULAN

Onggok memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi 82.70% dan berpotensi untuk dimodifikasi melalui grafting-crosslinking dengan akrilamida menjadi soil conditioner; Parameter yang berpengaruh dalam proses grafting-crosslinking dari hasil optimasi dengan rancangan fractional factorial adalah konsentrasi monomer (akrilamida) pada rentang 60-90%; crosslinker (MBA) pada rentang 15-35 mg; dan Inisiator (APS) pada rentang 200-300 mg; Kinetika Swelling produk grafting-crosslinking (tanpa dan dengan saponifikasi) mengikuti *Voigt-based equation* atau *exponential association 2* sebagai berikut:

$$S_t = 23.30 (1 - e^{-0.9136 t}); r^2 = 0.963 \rightarrow \text{Sebelum Saponifikasi}$$

$$S_t = 318.09 (1 - e^{-1.715 t}); r^2 = 0.936 \rightarrow \text{sesudah Saponifikasi}$$

Parameter laju (τ) untuk produk grafting tanpa dan dengan saponifikasi dengan ukuran partikel 100 mesh berturut-turut sebesar 1.09 dan 0.59 menit; Pola absorpsi air dari soil conditioner terhadap variasi pH mengikuti persamaan kudartik $y = -406.0 + 236.8x - 15.8x^2$; $r^2 = 0.968$ dan serapan air maksimum dicapai berdasarkan persamaan tersebut diperoleh pada pH 7.5; Pola swelling dalam larutan garam (efek salinitas) dari soil conditioner mengikuti persamaan; dan **Swelling = 29.06 [NaCl]^{-0.35}**, dengan $k = 29.06$ dan $n = 0.35$, yang mengindikasikan perubahan konsentrasi garam di atas 0.35 M tidak memberikan pengaruh terhadap serapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh kementerian riset dan teknologi, Indonesia dan dukungan LPPM IPB

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 8th ed. Maryland: AOAC International.

Badan Pusat Statistik (BPS). 2009. Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi, 2009. Available from: http://www.bps.go.id/tab_

- sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=53¬ab=14. [Access 7 November 2011]
- Ebru Al, G. Güçlü, T. B. İyim, S. Emik, and S. Özgümüş, 2008. Synthesis and properties of starch-graft-acrylic acid/Na-montmorillonite superabsorbent nanocomposite hydrogels. *J. Appl. Polym. Sci.* 109(1):16–22. DOI: 10.1002/app.27968
- Hua, S. and A. Wang, 2009. Synthesis, characterisation and swelling behaviours of sodium alginate-g-poly(acrylic acid)/sodium humate superabsorbent. *Carbohydr Polym.* 75: 79-84.
- Hon, D.N., 1982. *Graft Copolymerization of Lignocellulosic Fibers*. Washington DC: American Chemical Society.
- Horkay, F., I. Tasaki, and P. J. Basser. 2000. Osmotic Swelling of Polyacrylate Hydrogels in Physiological Salt Solutions. *Biomacromolecules* 1: 84-90
- Khalil, M.I., and S. Farag, 1998. Utilization of some starch derivatives in heavy metal ion removal. *J Appl Polym Sci* 69:45-50.
- Lanthong, P., R. Nuisin, and S. Kiatkamjornwong, 2006. Graft copolymerization, characterization, and degradation of cassava starch-g-acrylamide/itaconic acid superabsorbents. *Carbohydr Polym.*, 66:229–245.
- Li, A., J.P. Zhang, and A.Q. Wang, (2007). “Utilization of starch and clay for the preparation of superabsorbent composite. *Biores. Technol.*, 98:327-332
- Moad, G. and D.H. Solomon, 2006. *The Chemistry of Radical Polymerization*. 2nd Edn., Elsevier Inc.
- Nakason, C., T. Wohmang, A. Kaesaman, and S. Kiatkamjornwong, 2010. Preparation of cassava starch-graft-polyacrilamide superabsorbents and associated composites by reactive blending. *Carbohydr. Polym.* 81:348-357.
- Nikmawati, 1999. Pola konsumsi pangan, tingkat kecukupan gizi, dan status gizi kaitannya dengan budaya makan onggok pada masyarakat Cireundeu, Cimahi, Jawa Barat [tesis]. Bogor: Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor.
- Pourjavadi, A., R. Soleyman, Gh.R. Bardajee and F. Seidi. 2010. γ -Irradiation Synthesis of a Smart Hydrogel: Optimization Using Taguchi Method and Investigation of Its Swelling Behavior. *Transactions C: Chemistry and Chemical Engineering* 17(1):15-23
- POURJAVADI, A., and Gh. R MAHDAVINIA. 2006. Superabsorbency, pH-Sensitivity and Swelling Kinetics of Partially Hydrolyzed Chitosan-g-poly(Acrylamide) Hydrogels. *Turk J. Chem.* 30:595 – 608.

- Pratama, A.G., 2009. Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisma*) [skripsi]. Medan: Fakultas Pertanian-USU.
- Swantomo, D., K. Megasari, and R. Saptaaji, 2008. Pembuatan komposit polimer superabsorben dengan mesin berkas elektron. *Jurnal Fisika Nuklir* 2:143-156.
- Teli, M.D., and N.G. Waghmare, 2009. Synthesis of superabsorbent from carbohydrate waste. *Carbohydr Polym* 78:492-496.
- Wallace, A., and G.A. Wallace, 1986. Effects of very low rates of synthetic soil conditioners on soils. *J Soil Sci.* 141:324-327.
- Zhang, J., A. Li, and A. Wang, 2006. Study on superabsorbent composite. VI. Preparation, characterization and swelling behaviors of starch phosphate-graft-acrylamide/attapulgit superabsorbent composite. *Carbohydr polym* 65(2):150–158.
- Zhang, J., G. Wang, and A. Wang, 2007. Preparation and Properties of Chitosan-g-poly(acrylic acid)/Montmorillonite Superabsorbent Nanocomposite via in Situ Intercalative Polymerization. *J Indust Eng Chem Res* 46(8):2497–2502.