

Sains Sebagai Landasan Inovasi dalam Bidang Energi, Lingkungan dan Pertanian Berkelanjutan



BUKU 2
Geofisika dan Meteorologi, Biologi, Kimia,
Biokimia

Diterbitkan Oleh :



Institut Pertanian Bogor
**Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam**

ISBN: 978-979-95093-8-3

Seminar Nasional Sains V

10 November 2012

Sains Sebagai Landasan Inovasi dalam Bidang Energi, Lingkungan dan Pertanian Berkelanjutan

Prosiding

Dewan Editor

Dr. Kiagus Dahlan
Dr. Sri Mulijani
Dr. Endar Hasafah Nugrahani
Dr. Suryani
Dr. Anang Kurnia
Dr. Tania June
Dr. Miftahudin
Dr. Charlena
Dr. Paian Sianturi
Sony Hartono Wijaya, M Kom
Dr. Tony Ibnu Sumaryada
Waras Nurcholis, M Si.
Dr. Indahwati
Drs. Ali Kusnanto, M Si.



Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Pertanian Bogor
2012



Copyright© 2012

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Prosiding Seminar Nasional Sains V ” Sains Sebagai Landasan Inovasi dalam Bidang Energi,
Lingkungan dan Pertanian Berkelanjutan” di Bogor pada tanggal 10 November 2012

Penerbit : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Telp/Fax: 0251-8625481/8625708

<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit 10 November 2012

xi + 866 halaman

ISBN: 978-979-95093-8-3.

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Sains adalah kegiatan rutin yang diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor sejak Tahun 2008. Tahun ini adalah penyelenggaraan yang ke-5, dengan tema “Sains Sebagai Landasan Inovasi dalam Bidang Energi, Lingkungan dan Pertanian Berkelanjutan”.

Kegiatan ini bertujuan mengumpulkan peneliti-peneliti dari berbagai institusi pendidikan dan penelitian baik perguruan tinggi maupun lembaga-lembaga penelitian dari seluruh Indonesia untuk memaparkan hasil-hasil penelitian terkait penerapan sains (statistik, biosains, klimatologi, kimia, matematika, ilmu komputer, fisika, dan biokimia) pada peningkatan produktivitas pertanian dalam arti luas. Seminar Nasional Sains V ini akan diikuti oleh lebih dari 200 orang peserta dengan sekitar 80 peserta sebagai pemakalah pada sesi presentasi paralel yang berasal dari berbagai perguruan tinggi dan lembaga penelitian di Indonesia.

Diharapkan dari kegiatan ini dapat memberikan informasi perkembangan sains, memicu inovasi-inovasi teknologi yang berlandaskan sains, meningkatkan interaksi dan komunikasi antar peneliti, pemerhati, dan pengguna sains dan teknologiserja menjalin kerjasama riset dan penerapan sains dan teknologi antar peneliti, pemerhati, dan pengguna sains dan teknologi khususnya yang terkait dengan peningkatan produktivitas pertanian.

Pantia mengucapkan selamat mengikuti seminar, semoga memberikan manfaat sebesar-besarnya.

Bogor, Oktober 2012

PANITIA

DAFTAR ISI BUKU 1

			Hal
	Kata Pengantar		iv
	Daftar Isi		v
<i>Bidang Statistika</i>			
No.	Penulis	Judul	Hal
1	Andzar Syafa'atur Rahman, Hari Wijayanto, Noer Azam Achsani, La Ode Abdul Rahman	Penerapan <i>Fuzzy C-Regression</i> dalam Pendugaan Model Nilai Tanah (Studi Kasus : Lima Kecamatan Di Kota Bekasi)	3-12
2	I Dewa Gede Richard Alan Amory, Muhammad Nur Aidi, Etih Sudarnika	Penerapan Fungsi Diskriminan dalam Deteksi Dini Penentuan Status Mastitis Subklinis pada Sapi Perah (Studi Kasus : Kawasan Usaha Ternak Cibungbulang, Kabupaten Bogor Tahun 2010-2011)	13-23
3	Nurul Qomariasih, I Made Sumertajaya, Sutoro	Analisis Ragam Daya Gabung dan Resiprokal Bobot Biji Jagung dalam Persilangan Dialel Lengkap	24-34
4	Astri Fitriani, Yenni Angraini, Asep Saefuddin	Analisis Spasial Data Panel pada Pola Konsumsi per Kapita Propinsi Jawa Barat dengan Pendekatan Matriks <i>Queen Contiguity</i> dan Akses Jalan	35-48
5	Bimandra Adiputra Djaafara, Anik Djuraidah, Aji Hamim Wigena	Deteksi Gerombol dengan Metode K-Rataan Kernel Gauss	49-62
6	Dwi Haryo Ismunarti	Sudut Minimum Antar Sub Ruang Vektor untuk Memelajari Asal Sedimen Di Perairan Rebon Kabupaten Batang Jawa Tengah	63-72
7	Mia Amelia, Muhammad Nur Aidi, Dian Kusumaningrum	Penerapan Regresi Logistik Spasial untuk Data Penyakit Demam Berdarah Dengue (Dbd) Di Kota Bogor	73-81
8	Nuril Anwar, Anang Kurnia, Yenni Angraini	Pemodelan Tingkat Pengangguran Di Lima Negara Anggota Asean Dengan Regresi Data Panel dan <i>Generalized Estimating Equation</i>	82-93
9	Gusti N.A. Wibawa, Aunuddin, A.A. Mattjik, I M Sumertajaya	Pengaruh Ulangan Terhadap Dugaan Parameter Model Ammi dengan Komputasi Menggunakan Pendekatan Bayes	94-106
10	Didin Saepudin, Asep Saefuddin	Regresi Poisson Terboboti Geografis untuk Menganalisis Data Gizi Buruk (Studi Kasus: Pulau Jawa tahun 2008)	107-121
11	Mulya Sari, Hari wijayanto, Yenni	Pemodelan Produksi Cabe Di Kabupaten Majalengka dengan Regresi Polinom	122-134

	Angraini		
12	Anita Pratiwi, Anang Kurnia, La Ode Abdul Rahman	Pendugaan Total Populasi pada Peubah dengan Sebaran Lognormal (Studi Kasus: Data Susenas 2007 Pengeluaran Rumah Tangga Kota Bogor)	135-149
13	Anni Fithriyatul Mas'udah, Anang Kurnia, Dian Kusumaningrum	Metode Regresi <i>Least Trimmed Squares</i> pada Data yang Mengandung Pencilan	150-161
14	Mohammad Masjukur	Model Spasial Percobaan Pemupukan Padi Sawah	162-170
15	Nur Hikmah, Yenni Angraini, Asep Saefuddin	Pemodelan tingkat produk domestik regional bruto kabupaten/kota jawa barat dengan spasial data panel	171-185

<i>Bidang Matematika</i>			
No.	Penulis	Judul	Hal
1	Hamzah Upu	Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Bertaraf Internasional	189-203
2	M. W. Talakua, F. Y. Rumlawang,, F. Kondo Lembang dan G. Loupatty	Pereduksian dimensi data luaran gcm stasiun ambon dengan menggunakan metode <i>principal component analysis</i> (pca)	204-212
3	Nur Aprianti Dwiycita, Farida Hanum, Toni Bakhtiar	Penjadwalan Kereta Api Jalur Ganda: Model Job-Shop dan Aplikasinya	213-223
4	Nurus Sa'adah, Toni Bakhtiar, Farida Hanum	Penerapan Prinsip Maksimum Pontryagin pada Sistem Inventori-Produksi	224-235
5	Muhammad Ilyas, Mieko Yamada, Edy Tri Baskoro	Daftar Lengkap Katakode GEH dengan Bobot Lee Minimum atas Ring Galois	236-245
6	Embay Rohaeti, Jaharuddin, Ali Kusnanto	Penggunaan Metode Homotopi Pade' Untuk Menyelesaikan Masalah Lotka–Volterra Logistik	246-257
7	Dewi Senja Rahmahwati, Ali Kusnanto, Jaharuddin	Analisis Kestabilan Model Infeksi Virus Hepatitis B dengan Pertumbuhan Hepatosit yang Bersifat Logistik	258-270
8	Jacob Stevy Selekty, Ender H. Nugrahani, I Gusti Putu Purnaba	Pengaruh Dividen Terhadap Penentuan Nilai Opsi Saham Tipe <i>Up-and-Out Call</i> di Bursa Efek Indonesia	271-282
9	Nurul Khotimah, Farida Hanum, Toni Bakhtiar	Penerapan <i>fuzzy goal programming</i> dalam penentuan investasi bank	283-292
10	Maya Widyastiti, Farida Hanum, Toni Bakhtiar	Implementasi <i>fleet size and mix vehicle routing problem with time windows</i> pada pendistribusian koran	293-302

11	Jose Bonatua Hasibuan, Endar H. Nugrahani, I Gusti Putu Purnaba	Modifikasi Model <i>Exponentially Weighted Moving Average</i> Untuk Menduga Volatilitas Saham Di Bursa Efek Indonesia	304-314
12	Endar H. Nugrahani	Penyelesaian masalah nilai batas pada model opsi <i>put</i> amerika dengan volatilitas stokastik	315-322
13	Bib Paruhum Silalahi	Batas Atas Iterasi metode titik Interior dengan Central Path dalam menyelesaikan masalah optimasi linear	323-332

Bidang: Ilmu Komputer

No.	Penulis	Judul	Hal
1	I. Widyastuti, S. H. Wijaya	Penentuan Rute Optimum Dalam Supply Chain Network dengan Algoritma Ant Colony untuk Kota Dan Kabupaten Bogor	336-345

Bidang: Fisika

No.	Penulis	Judul	Hal
1	Novizal, Eva Ridiwati, Kemas A. Zaini Thosin	Analisis Hasil Pelapisan Coni Pada Subtrat Baja St 37 Dengan Kombinasi Metode Deposisi Elektroplating Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (Sem)	349-358
2	M. N Indro, H. Wiranata, and S.G. Sukaryo	Hardness and Corrosion Rate of CoCrMo	359-364
3	M. Dirgantara, M. Saputra, P. Aulia, Z. Deofarana, B. Setiadi, H. Syafutra, A. Kartono	Simulasi sel surya model dioda dengan hambatan seri dan hambatan <i>shunt</i> berdasarkan variasi intensitas radiasi, temperatur, dan susunan modul	365-374
4	Faozan Ahmad, Zuliyatin, Husin Alatas	Dinamika soliton pada rantai protein alpha heliks berdasarkan ansatz ii model davydov	375-384
5	Elvan Yuniarti, Siti Ahmiatri Qolby Sabrina	Kajian sifat optik glukosa darah	385-392
6	Tony Sumaryada, Heriyanto Syafutra, Robi Sobirin, Ajeng Widya Roslia	Simulasi awal perancangan sel surya <i>double junction</i> gaas/ge	393-403
7	Ajeng Widya Roslia, Tony Sumaryada	Pengaruh <i>surface texturing</i> germanium (ge) dan silikon (si) pada disain sel surya menggunakan program pcid	404-413
8	Leni Marlina, Ida Sriyanti, Feri Iskandar dan Khairurrijal	Pengaruh waktu <i>hot-pressing</i> terhadap kekuatan tekan material nanokomposit	414-424
9	Ida Sriyanti	Pengembangan elektronik kamus untuk mata kuliah fisika dasar	425-435

DAFTAR ISI BUKU 2

		Hal
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi Buku 1	v
	Daftar Isi Buku 2	viii

Bidang Geofisika dan Meteorologi

No.	Penulis	Judul	Hal
1	Sonni Setiawan dan Sandro Welyanto Lubis	Identifikasi Gelombang Kelvin Atmosfir Ekuatorial Di Indonesia Berbasis Data Ncep/Ncar Reanalysis I	439-451
2	Andi Syahid Muttaqin, Ahmad Bey	Potensi Pemanfaatan Keluaran Model NWP Untuk Prediksi Cuaca Jangka Pendek (Studi Kasus: Pontianak, Pekanbaru, Semarang, Surabaya Dan Palu)	452-464
3	Mirawati Zulaikha, Bregas Budiarto	Analisis Data Hujan di Beberapa Wilayah Sungai Jawa Bagian Barat	465-474
4	Fella Fauziah Hermayana, Ahmad Bey	Kajian Atmosfer Bawah Wilayah Tropis Dan Subtropis	475-484
5	Tania June	Pendekatan mikrometeorologi untuk pendugaan neraca karbon hutan: sistem korelasi <i>eddy</i>	485-492

Bidang Biologi

No.	Penulis	Judul	Hal
1	Wirdhatul Muslihatin, Ruspeni Daesus	Pengaruh Panjang Hari Penyinaran Terhadap Pertumbuhan Dan Pembungan Rosela (<i>Hibiscus Sabdariffa</i> Linn.)	495-503
2	Rugayah dan Sugiatno	Upaya Peningkatan Keberhasilan Penyetekan Sirih Merah Melalui Penggunaan Zat Pengatur Tumbuh dan Jumlah Buku pada Dua Jenis Media Tanam	504-512
3	Tri Dewi Andalasari, Y C Ginting, Sri Rama Diana, Nova Rina Firzayanti	Pengaruh Pembelahan Subang Terhadap Produksi Bunga Dan Subang Gladiol (<i>Gladiolus Hybridus</i> L.) Kultivar Holland Putih Dan Holland Pink	513-521
4	Mukh Syaifudin, Siti Nurhayati, Teja Kisananto dan Gideon Sirait	Studi transfer parasit rodensia <i>plasmodium berghei</i> iradiasi dari induk ke anak mencit <i>swiss webster</i> melalui penyusuan	522-530
5	Ence Darmo Jaya Supena, Ikra Nugraha, Dorly	Penggandaan Krom osom Jati (<i>Tectona grandis</i> L.) dengan Oryzalin dalam Kultur <i>In Vitro</i> dan Pendugaan Tingkat Ploidi	531-540

Bidang Kimia

No.	Penulis	Judul	Hal
1	Rania Vinata, Armi Wulanawati, M	Sintesis Dan Pencirian Ester Dari Asam Oleat Dan Polioliol Berbasis-Onggok	543-552

	Khotib		
2	Buhani, Narsito, Nuryono, dan Eko Sri Kunarti	Penerapan Desorpsi Sekuensial Pada Penentuan Interaksi Ion Cd(Ii) Dengan Adsorben Hibrida Amino-Silika Tercetak Ion	553-561
3	Dyah Iswantini, Bara Taufan S, Novik Nurhidayat, Trivadila	Biosensor Antioksidan Menggunakan Superoksidan Dismutase Secara Elektrokimia: Penentuan Linieritas dan Stabilitas	562-571
4	Rusnadi, Buchari, M. Bachri Amran	Kinetika Adsorpsi Ion Ce ³⁺ dengan Mikrokapsul Kalsium Alginat Berisi 1-fenil-3-metil-4-benzoil-5-pirazolon (HPMBP)	572-580
5	Euis Julaeha, Desak Made Malini, Ajeng Diantini	Pengaruh Pemberian Senyawa Antifertilitas C30 Sterol yang Diisolasi dari Daun <i>Clerodendron serratum</i> terhadap viabilitas sel murine RAW 265.7	581-586
6	Evy Ernawati, Solihudin, Iman R, Rosiyyan	Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Kayu Albasia	587-592
7	Zainuddin Muchtar, Arifista S.W. Harefa	Pembuatan Pulp Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Metode Organosolv	593-607
8	Muhammad Bachri Amran	<i>Palladium Imprinted Polymers</i> sebagai Material Fungsional untuk Pemungutan Palladium dari Biji Besi	608-615
9	Hasnah Natsir, Seniwati Dali, Mahdaliah, Nurlaeli Fattah, Muhammad Nadir	Produksi Protease dari <i>B. lichemiformis</i> HSA3-1a dan Aplikasinya dalam Isolasi Kitin dari Limbah Udang Secara Enzimatis	616-624
10	Henry Setiyanto, Vienna Saraswati, Rukman Hertadi, Indra Noviandri, Buchari Buchari	Studi Penentuan Reaktivitas Kimia Mekloreタミン Menggunakan Metode Voltametri Siklik	625-630
11	Leny Heliawati, Tri Mayanti, Agus Kardinan, Rukmiati K Cokronegoro	Uji Toksisitas Ekstrak Buah Gwang (<i>Corypha utan</i> Lamk.) terhadap Larva Udang <i>Artemia salina</i> leach	631-637
12	Muhammad Ali Zulfikar, Novi Srawaili	Penggunaan Biji Kelor (<i>Moringa Oliefera</i>) Untuk Menurunkan Kadar Mangan Dalam Air	638-644
13	Charlena, Henny Purwaningsih, Rahmat Hafid	Fosfatasi Kalsium Karbonat Cangkang Telur Ayam Dan Kajiannya Pada Proses Adsorpsi Logam Timbal	645-660
14	Harjo Purwantiningsih Sugit and Zainal Alim Mas'ud	Sintesis Polioliol Sebagai Bahan Dasar Pembentuk Poliuretan Berbasis Minyak Jarak Pagar	661-672
15	Charlena, Zainal Alim, Abdul Haris, Fajar	Bioremediasi Senyawa Hidrokarbon Pada Tanah Tercemar Limbah Minyak Berat Menggunakan Teknik	673-682

	Kurniawan	<i>Landfarming</i>	
16	Sri Sugiarti	Studi Kondisi Reaksi Kopleng Silang Heck Menggunakan Katalis POP-Paladium	684-693
17	Tetty Kemala, Ahmad Sjahriza, Guslina Isriany	Optimasi dan Evaluasi Mikroenkapsulasi Medroksiprogesteron Asetat Tersalut Poli(ϵ -kaprolakton) dengan Lilin Lebah	694-705
18	Miksusanti, Zainal Fanani, Ahmad Rizal	Kajian Kinetika Reaksi Perubahan Warna Campuran Pigmen Rosella, Manggis dan Secang	706-718
19	Herlina, Ferlina Hayati, Christin	Isolasi Steroid dari Daun Tanaman Daun Dewa (<i>Gynura pseudochina</i> (Lour) DC) dan Aktivitas sebagai Antibakteri	719-730
20	Mohammad Khotib, Zainal Alim Mas'ud, Anwar Nur, Widiyanto	Superabsorben Hasil Pencangkakan dan Penautan Silang Fraksi Onggok dengan Akrilamida	731-741
21	Ricson Pemimpin Hutagaol, S.Si., M.Si. ¹⁾ Asteria Aviana ²⁾ dan Betalini Widhi Hapsari, SP., M.Si	Regenerasi secara <i>invitro</i> dengan perlakuan sitokinin dan uji fitokimia <i>tacca leontopetaloides</i>	742-751
22	Darwati, Anni Anggraeni, dan Sri Adi Sumiwi	Uji toksisitas akut dari ekstrak etanol kukit batang, buah, dan kulit akar asam kandis (<i>garcinia cowa roxb.</i>)	752-760
23	Edy Chandra	Filosofi Zat Dan Materi Menurut Jabir Bin Hayyan (Aspek Kimiawi Dari Studi Filosofis Terhadap Naskah <i>Mukhtâr Rasâ Il</i>)	761-780

Bidang Biokimia			
No.	Penulis	Judul	Hal
1	Florentina Maria Titin Supriyanti, Adhytia Ichsan Rachmawan	Fortifikasi Protein Dari Kacang Hijau (<i>Vigna Radiata</i>) Pada Produksi Sereal Berbahan Baku Ubi Jalar (<i>Ipomoea Batatas</i>) dan Analisis Kandungan Gizinya	783-791
2	Waras Nurcholis, Hilmanie Ramadhan, Anna P Roswiem	Analisis Inhibisi Enzim α -glukosidase dan Sitotoksitas Ekstrak Air-Etanol Benalu Jeruk (<i>Loranthus</i> sp.)	792-796
3	Sulistiyani, Esti Sahifah, Shelly Rahmania, Husnawati	Studi <i>in vivo</i> khasiat antiinflamasi ekstrak herba suruhan (<i>peperomia pellucida</i> [1]) dan campurannya dengan jahe merah (<i>ZINGIBER OFFICINALE</i> ROSC.)	797-809

POSTER Bidang Kimia			
No.	Penulis	Judul	Hal
1	Nurul Ichsan, Eti Rohaeti , Rudi Heryanto	Destruksi Unsur Tanah Jarang dari Limbah Pengolahan Timah Menggunakan Mikrowave Sederhana	812-820
2	Nadya Ayu Denitasari, Armi Wulanawati, Henny Perwaningsih	Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif	821-836
3	Upik Kesumawati, Dyah Iswantini, Min Rahminiwati, Rosihan Rosman, Agus Sudiman T	Budidaya dan Formulasi Kamandrah (<i>Croton tiglium L.</i>) Sebagai Larvasida Hayati Pencegah Demam Berdarah Dengue	837-844
4	Betty Marita Soebrata, S Mulijani, Charisna Desita Shinta Sani	<i>Nata de Cassava</i> Dari Limbah Cair Tapioka Sebagai Membran Selulosa Asetat	845-
5	Ahmad Sjahriza, Sri Sugiarti, Niken Pratiwi	Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> Menggunakan Dua Metode Ekstraksi	855-866

NATA DE CASSAVA DARI LIMBAH CAIR TAPIOKA SEBAGAI MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Betty Marita Soebrata^{1*}, S Mulijani², Charisna Desita Shinta Sani³

Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor, Bogor^{1*2,3}
bettymarita@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair tapioka mengandung bagian sisa pati yang tidak terekstraksi serta komponen selain pati yang terlarut dalam air. Alternatif penanganan limbah ini dapat dilakukan melalui proses bioteknologi dengan bantuan *Acetobacter xylinum* yang akan menghasilkan nata. Nata tersebut berupa selulosa yang dihasilkan oleh bakteri sehingga disebut sebagai selulosa bakteri. Selulosa bakteri dapat dijadikan sebagai bahan dasar membran selulosa dan dapat dimodifikasi menjadi selulosa asetat agar memiliki nilai ekonomi yang tinggi melalui proses asetilasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa asetat memiliki kadar asetil sebesar 40.38% (setara derajat substitusi 2.2–2.7) dan kadar air sebesar 21.49%. Kemampuan membran selulosa asetat diukur berdasarkan nilai fluks air dan indeks rejeksi sukrosa. Nilai fluks rerata tertinggi dimiliki oleh membran dengan tekanan 7.5 psi sebesar 192.74 L/m².jam. Nilai fluks tersebut menunjukkan bahwa membran yang diperoleh dalam penelitian ini adalah membran mikrofiltrasi. Rerata indeks rejeksi pada membran sebesar 27.17% yang artinya pemisahan partikel sukrosa dari konsentrasi umpan 1000 ppm yang terpisah sebesar 271.7 ppm.

Katakunci: *nata de cassava*, tapioka, membran, nilai flux, index rejeksi

1 PENDAHULUAN

Ubi kayu atau singkong merupakan bahan pangan yang banyak diproduksi di Indonesia. Menurut data Biro Pusat Statistik (2011), produksi tanaman ubi kayu di Indonesia mencapai 22.900.207 ton. Komposisi kimia singkong per 100 g mengandung air (62.500 g), karbohidrat (34.700 g), protein (1.200 g), lemak (0.300 g), dan 140.000 kalori. Singkong dapat digunakan sebagai bahan baku industri pangan, salah satunya adalah industri tapioka. Tapioka dapat diolah lebih lanjut menjadi dekstrin, glukosa, etanol, dan senyawa kimia lainnya. Industri pengolahan tepung tapioka menghasilkan limbah paling banyak. Untuk setiap ton ubi kayu, diperlukan air sejumlah 18.000 liter untuk industri pengolahan tradisional dan 8.000 liter untuk industri modern. Jumlah limbah cair yang cukup besar ini umumnya belum dimanfaatkan.

Limbah cair tapioka dapat dihasilkan dari tahap pencucian bahan baku (singkong) serta dari proses pengendapan untuk memisahkan pati dari airnya. Komponen limbah ini merupakan bagian sisa pati yang tidak terekstraksi serta komponen selain pati yang

terlarut dalam air. Limbah cair akan mengalami dekomposisi secara alami di badan-badan perairan dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau tersebut dihasilkan pada proses penguraian senyawa yang mengandung nitrogen, fosforus, dan bahan berprotein. Oleh karena itu, limbah cair tapioka perlu diolah menjadi produk yang dapat dimanfaatkan, antara lain *nata*.

Penanganan limbah cair tapioka melalui proses bioteknologi dengan bantuan bakteri *A. xylinum*, akan menghasilkan *nata de cassava*. *Nata* merupakan selulosa yang dihasilkan oleh bakteri. Selulosa bakteri ini dapat dimodifikasi menjadi selulosa asetat agar memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Pembentukan selulosa asetat telah banyak dilaporkan [6, 7]. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan media yang berbeda-beda untuk membuat *nata*. Penelitian lebih lanjut membuktikan bahwa selulosa asetat dapat diaplikasikan menjadi membran [6]. Selulosa bakteri atau *nata* sangat murni karena bebas dari lignin dan hemiselulosa. Selulosa bakteri juga bersifat biodegradabel, dapat didaur ulang, biokompatibel, karena memiliki kelembaman metabolik, nontoksik, dan nonalergenik, serta memiliki sifat elastis dan kenyal dengan ketahanan bentuk yang tinggi.

Membran digunakan sebagai teknik pemisahan yang cepat, mudah dalam pengoperasiannya, serta tidak merusak bahan. Kendala pengembangan membran adalah tingginya harga bahan baku. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif bahan baku yang murah, yaitu *nata* dari limbah cair tapioka.

Penelitian ini mempelajari kemampuan membran selulosa asetat berbahan dasar limbah cair tapioka sebagai teknik pemisahan berdasarkan nilai fluks air dan indeks rejeksi. Dengan demikian limbah cair dapat diolah menjadi bahan baku pembuatan membran selulosa asetat yang bernilai ekonomis tinggi.

2 METODE PENELITIAN

2.1. Pembuatan *Nata de Cassava*

Nata de cassava dibuat dengan modifikasi prosedur [1] dan Sumiyati [11]. Limbah cair tapioka disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor yang ada. Filtrat diambil sebanyak 1000 mL kemudian ditambahkan gula pasir sebanyak 10% (b/v) dan amonium sulfat sebanyak 0.5% (b/v). Setelah itu, dipanaskan hingga mendidih sambil diaduk. Larutan yang telah mendidih dituang ke wadah fermentasi yang telah disiapkan kemudian diatur pH-nya menjadi 3.5-4.5 dengan penambahan asam asetat glasial. Wadah yang telah berisi larutan media fermentasi lalu ditutup dengan kertas steril dan diikat

dengan karet. Keesokan harinya, sebanyak 20% (v/v) inokulum dimasukkan ke dalam media dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu kamar hingga terbentuk *nata*.

2.2. Pembuatan Serbuk Kering Selulosa Bakteri

Prosedur ini merupakan modifikasi dari penelitian Pasla [2, 6]. Lembaran *nata de cassava* dicuci dengan air kemudian direbus hingga mendidih untuk menghilangkan bakteri yang tersisa pada lembaran *nata*. Selanjutnya, lembaran *nata* dimasukkan ke dalam corong Büchner untuk mengeluarkan air yang ada di dalam *nata* dengan bantuan vakum hingga diperoleh lembaran membran tipis yang masih basah. Lembaran tipis tersebut dikeringkan lalu digerus dengan mortar hingga berbentuk serbuk.

2.3. Sintesis Selulosa Asetat

Asetilasi serbuk selulosa kering dilakukan dengan modifikasi prosedur [6]. Sebanyak 1.8 g serbuk selulosa bakteri ditimbang di dalam botol plastik bertutup ganda, kemudian ditambahkan 100 mL asam asetat. Botol dikocok kuat selama 1 menit, lalu dikocok secara kontinu selama 20 menit. Setelah itu, serbuk disaring-vakum dengan corong Büchner dan diperas sekuat-kuatnya. Proses yang sama diulangi sekali lagi. Selanjutnya, serbuk direndam dalam 50 mL asam asetat selama 3 jam, lalu kembali disaring-vakum, diperas sekuat-kuatnya dan dimasukkan ke dalam wadah yang baru.

Serbuk selulosa kemudian ditambahkan larutan asam asetat glasial- H_2SO_4 dengan nisbah 100:1 (10:0.1 mL) dan diaduk kuat. Setelah itu, anhidrida asam asetat dengan nisbah 1:5 ditambahkan ke dalamnya dengan pipet tetes sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan batang pengaduk hingga mengental, dan didiamkan selama 2 jam. Setelah proses asetilasi selesai, suspensi dihidrolisis dengan 2.4 mL larutan asam asetat glasial-air suling (2:1) dan diaduk pada beberapa menit pertama. Larutan kemudian didiamkan selama 30 menit terhitung sejak awal penambahan asam asetat encer, lalu disentrifugasi selama 15 menit pada kecepatan 4.000 rpm. Supernatan yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala berisi 500 mL air suling dan diaduk sekuat mungkin dengan pengaduk magnet hingga terbentuk serpihan selulosa asetat berwarna putih.

Serpihan selulosa asetat yang diperoleh disaring-vakum dengan corong Büchner dan dicuci dengan $NaHCO_3$ 1 N hingga gelembung gas CO_2 menghilang, lalu dicuci kembali dengan air suling. Serpihan netral ini diperas lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu

50 °C hingga selulosa asetat yang diperoleh benar-benar kering. Produk selulosa asetat yang dihasilkan selanjutnya dianalisis kadar air dan kadar asetilnya.

2.4. Pembuatan Membran Selulosa Asetat

Membran selulosa asetat dibuat dengan menggunakan metode pembalikan fase, yaitu teknik penguapan pelarut yang mengacu pada [6, 10]. Untuk memperoleh membran selulosa asetat yang baik, komposisi selulosa asetat sebaiknya lebih besar dari 10% (b/v). Selulosa asetat yang digunakan pada penelitian ini sebesar 14% (b/v). Pada tahap pertama, selulosa asetat dilarutkan, kemudian larutan polimer ini dituangkan di atas pelat kaca yang telah diberi selotip di kedua sisinya dan dicetak. Larutan diratakan dengan menggunakan batang pengaduk hingga diperoleh lapisan tipis yang menempel di atas pelat kaca. Pelarut yang tersisa diuapkan pada suhu kamar, lalu pelat kaca direndam dalam air suling hingga membran yang menempel terlepas dari kaca.

2.5. Pencirian Membran

Membran dapat dibedakan berdasarkan struktur, ukuran, pori, sifat fisik, dan mekanik. Ciri-ciri ini merupakan salah satu faktor yang dapat diperhatikan dalam menentukan kinerja membran. Contohnya antara lain nilai fluks dan rejeksi atau selektivitas.

2.5.1. Fluks Air

Sampel membran dengan ukuran 16×4 cm ditempatkan dalam alat penyaring *crossflow*. Alat tersebut dihubungkan dengan pompa, pengukur, dan pengatur tekanan. Akuades dialirkan ke dalam alat dengan menggunakan pompa. Tekanan aliran air diatur dengan variasi sebesar 5.0 dan 7.5 psi. Permeat ditampung di dalam gelas ukur dan dihitung setiap 3 menit selama 30 menit. Pengukuran dilakukan terhadap seluruh jenis membran dan pada tiap tekanan yang digunakan. Fluks dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

dengan J = fluks (L/jam.m²)

V = volume permeat (L)

A = luas membran yang dilalui (m²)

t = waktu (jam)

2.5.2. Indeks Rejeksi Sukrosa

Pengukuran indeks rejeksi sukrosa hanya dilakukan pada tekanan optimum, pada keadaan tunak. Metode dan alat yang digunakan sama seperti pada penentuan fluks air, tetapi sukrosa digunakan sebagai umpan. Permeat sukrosa yang diperoleh pada keadaan tunak direaksikan dengan menggunakan metode Folin Wu. Indeks rejeksi dihitung dari nisbah antara konsentrasi permeat dan umpan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Rejeksi (\%)} = 1 - \left[\frac{C_p}{C_v} \right] \times 100\%$$

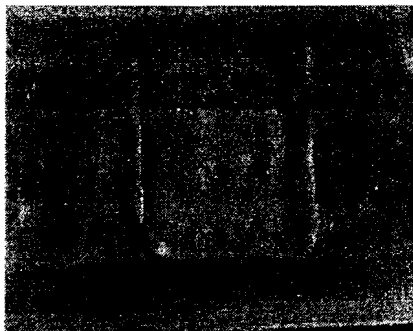
dengan C_p = konsentrasi permeat

C_v = konsentrasi umpan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. *Nata de cassava*

Limbah cair tapioka mengandung glukosa sebagai unsur karbon sehingga dapat digunakan sebagai medium untuk merangsang pertumbuhan *A. xylinum* saat membentuk *nata*. Bakteri ini mempunyai kemampuan memolimerisasi glukosa menjadi selulosa. Selanjutnya selulosa tersebut membentuk matriks yang disebut *nata*. *Nata* yang terbentuk dinamakan *nata de cassava*. *Nata* yang diperoleh berwarna putih dengan ketebalan 0.5 cm (Gambar 1).



Gambar 1 *Nata de cassava*.

Aktivitas pembentukan *nata* terjadi pada kisaran pH 3.5-4.5. Karena itu pengaturan pH dilakukan dengan penambahan asam asetat glasial. Pembentukan *nata* membutuhkan unsur C yang berasal dari glukosa serta unsur N yang berasal dari amonium sulfat. Sumber nitrogen dari bahan anorganik seperti amonium sulfat memiliki harga ekonomis, namun kualitasnya setara dengan nitrogen organik. Gula digunakan sebagai sumber

energi dan untuk memperbanyak sel. Apabila nisbah antara karbon dan nitrogen diatur secara optimum, dan prosesnya terkendali dengan baik, maka semua cairan akan berubah menjadi *nata* tanpa meninggalkan residu sedikitpun.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap hasil *nata* adalah wadah fermentasi. Agar hasil *nata* lebih banyak digunakan wadah yang berbentuk segi empat dan luas permukaannya besar. Hal ini disebabkan pada kondisi tersebut pertukaran oksigen dapat berlangsung dengan baik [5]. Gas CO₂ yang dihasilkan oleh bakteri *A. xylinum* secara bertahap mengapungkan *nata* ke permukaan.

Perendaman *nata* dalam NaOH 1% diperlukan untuk membengkakkan struktur selulosa. Hal ini akan membuka serat-serat selulosa, dan mengurangi ikatan hidrogen intramolekul. Aksesibilitas ini akan memudahkan proses asetilasi, yaitu penggantian gugus -OH dengan gugus -O₂CCH₃. Proses pembengkakan ini dapat menimbulkan kristalinitas struktur apabila tidak dinetralkan dengan asam asetat 1%. Oleh karena itu, diperlukan perendaman asam asetat 1% untuk mengurangi kristalinitas struktur selulosa.

3.2. Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan salah satu ester selulosa yang dapat disintesis dari bahan selulosa melalui proses asetilasi. Selulosa bakteri yang telah dikeringkan direndam dalam larutan asam asetat. Perendaman ini bertujuan menarik air. Asetilasi mensyaratkan kondisi bebas-air untuk meningkatkan reaktivitas selulosa. Selulosa bebas-air kemudian diasetilasi dengan anhidrida asetat serta asam sulfat atau asam perklorat sebagai katalis [3].

Hasil optimalisasi [2] menunjukkan bahwa proses asetilasi menggunakan nisbah selulosa bakteri-anhidrida asetat 1:5 selama 1 jam. Penambahan anhidrida asetat setetes demi setetes yang diikuti pengadukan dalam proses asetilasi dapat menjaga suhu larutan tetap rendah. Asetilasi adalah reaksi yang eksoterm, maka suhu harus dijaga tetap rendah agar tidak terjadi degradasi rantai selulosa. Proses asetilasi dihentikan dengan menggunakan proses hidrolisis, kemudian disentrifus.

Supernatan yang diperoleh merupakan selulosa asetat yang terbentuk, sedangkan selulosa yang tidak terasetilasi akan mengendap. Supernatan didispersikan ke dalam air suling sehingga diperoleh serpihan selulosa asetat berwarna putih kecokelatan. Semakin

bertambah komposisi selulosa asetat dalam membran, membran akan semakin kaya polimer sehingga strukturnya makin rapat dan ukuran porinya semakin kecil.

Selulosa asetat yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki nilai kadar asetil 40.38% dan kadar air 21.49%. Kadar asetil merupakan ukuran jumlah asam asetat yang teresterkan pada rantai selulosa dan akan menentukan nilai derajat substitusi. Menurut Immergut [5], selulosa asetat yang larut dalam aseton memiliki nilai derajat substitusi antara 2.2 dan 2.6 yang dapat diaplikasikan pada pernis, plastik, rayon asetat, film, dan sinar-X.

Tabel 1 Hubungan derajat substitusi dengan kadar asetil

Derajat substitusi	Kadar asetil (%bobot)
0.6-0.9	13.0-18.6
1.2-1.8	22.2-32.2
2.2-2.7	36.5-42.2
2.8-3.0	43.0-44.8

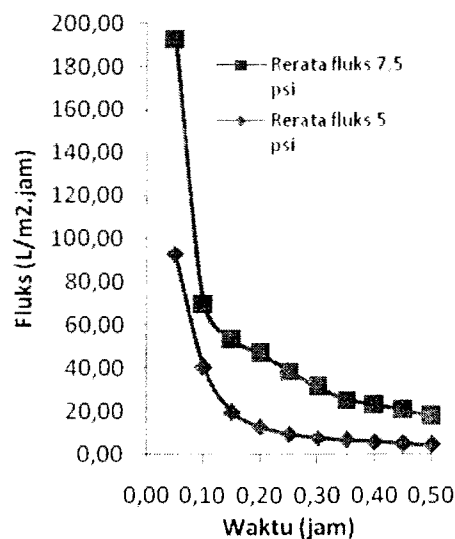
Sumber: Fengel & Wegener (1984).

3.3. Pencirian Membran Selulosa Asetat

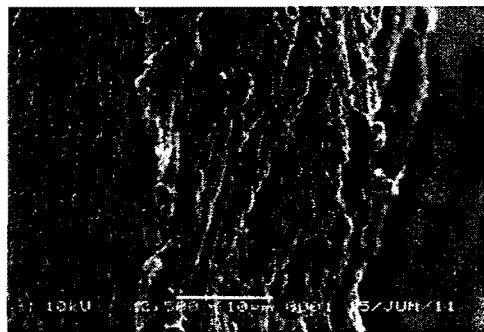
Membran selulosa asetat diperoleh dengan menggunakan metode pembalikan fase. Larutan polimer dicetak dengan cara menariknya menggunakan kaca pengaduk. Hal tersebut menyebabkan ketebalan membran yang tidak rata pada tiap sisinya. Konsentrasi selulosa asetat yang digunakan untuk membentuk membran adalah 14% (b/v), yang merupakan hasil optimasi [11]. Membran yang dihasilkan berwarna putih kecokelatan seperti plastik.

Pencirian membran yang dilakukan meliputi fluks air dan indeks rejeksi sukrosa 1000 ppm. Pengukuran fluks air terhadap membran selulosa asetat dilakukan pada tekanan 5 dan 7.5 psi (Gambar 2) dengan melewati air akuades melalui alat saring *cross flow*. Hasil fluks memperlihatkan bahwa membran yang diperoleh dalam penelitian ini termasuk membran mikrofiltrasi, karena memiliki kisaran nilai fluks lebih dari 50 L/m².jam. Hal ini didukung oleh hasil SEM penelitian Putri [8] (Gambar 3) yang menunjukkan bahwa selulosa asetat dari limbah cair tapioka termasuk membran mikrofiltrasi asimetris. Morfologi membran mikrofiltrasi asimetris mempunyai pori-pori yang tidak seragam dan berukuran mikro pada permukaan [3].

Nilai fluks membran berbanding terbalik terhadap waktu. Kendala utama dalam penggunaan teknologi membran adalah menurunnya nilai fluks permeat yang disebabkan oleh 2 faktor, *fouling* dan kompaksi. Seiring bertambahnya waktu, nilai fluks membran cenderung turun. Fenomena ini ditunjukkan pada Gambar 3. Penurunan nilai fluks air murni dalam proses membran mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi biasanya kurang dari 5%. Hal ini didukung oleh hasil SEM penelitian Putri [8] (Gambar 4) yang menunjukkan bahwa selulosa asetat dari limbah cair tapioka termasuk membran mikrofiltrasi asimetris. Morfologi membran mikrofiltrasi asimetris mempunyai pori-pori yang tidak seragam dan berukuran mikro pada permukaan [3]. Penurunan fluks pada Gambar 3 berlangsung terus-menerus hingga mencapai kondisi tunak. Hal ini dapat disebabkan karena adanya kompaksi.



Gambar 2 Hubungan rerata fluks air pada berbagai variasi tekanan terhadap waktu.



Gambar 3 Morfologi penampang lintang membran.

Kompaksi membran merupakan suatu perubahan mekanik pada struktur membran polimer yang terjadi akibat gaya dorong ΔP . Semakin lama waktu yang dikenakan, kompaksi membran akan berlangsung semakin cepat. Hal ini berhubungan dengan jenis

membran selulosa asetat yang bersifat hidrofilik. Kemampuan membran selulosa asetat dalam menyerap air (umpan) dapat mengubah strukturnya. Struktur selulosa asetat menjadi lebih kompak dan selama proses berlangsung, pori-pori membran merapat sehingga menghasilkan penurunan nilai fluks. Bahkan, setelah relaksasi (dengan cara menurunkan tekanan pada proses) nilai fluks tidak dapat kembali ke nilai awalnya karena gejala ini bersifat tidak dapat balik.

Nilai fluks berbanding lurus dengan variasi tekanan. Semakin tinggi tekanan, nilai fluksnya semakin bertambah, terlihat pada Gambar 2. Pengukuran nilai rejeksi membran dilakukan pada tekanan 7.5 psi, nilai fluks air terbesar pada kondisi tersebut (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut, kemampuan membran meneruskan air lebih banyak. Karena itu, bila diaplikasikan pada rejeksi membran akan menghasilkan permeat yang lebih banyak. Permeat adalah larutan yang memiliki konsentrasi lebih rendah daripada larutan umpan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran yang diperoleh merupakan membran mikrofiltrasi. Membran mikrofiltrasi dapat memisahkan molekul dengan ukuran pori berkisar 0.1-10 μm . Proses ini cocok untuk memisahkan makromolekul. Makromolekul yang digunakan adalah sukrosa dengan BM 342.30 g/mol. Larutan umpan sukrosa 1000 ppm diambil permeatnya sebesar 5 mL untuk diukur nilai indeks rejeksinya dengan bantuan kurva standar sukrosa. Permeat yang diperoleh, diukur konsentrasi sukrosa dengan menggunakan metode Folin Wu.

Selain fluks air, kinerja membran ditentukan oleh nilai rejeksi membran. Membran yang sempurna akan mempunyai nilai rejeksi 90–100%. Nilai rejeksi ini menunjukkan jumlah (%) umpan yang ditolak membran. Nilai rejeksi yang diperoleh pada membran selulosa asetat yaitu 18.70, 27.95, dan 34.87. Rerata indeks rejeksi sebesar 27.17%. Berdasarkan nilai rejeksi membran, dapat diambil keputusan bahwa membran ini belum cukup baik untuk memisahkan makromolekul dalam kurun waktu tertentu. Upaya untuk dapat menghasilkan membran yang baik dapat dilakukan dengan menaikkan konsentrasi selulosa asetat yang terlarut atau dengan mencampurkan bahan polimer yang dapat memperkecil pori membran. Konsentrasi polimer pembentuk membran sangat memengaruhi ciri membran yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi polimer pembentuknya, membran yang dihasilkan akan semakin padat sehingga fluks membran akan semakin kecil.

4. SIMPULAN

Membran selulosa asetat pada penelitian ini berbahan dasar limbah cair tapioka. Selulosa asetat hasil sintesis memiliki nilai kadar asetil 40.38% dan kadar air 21.49%. Membran selulosa asetat optimum pada tekanan 7.5 psi dengan nilai fluks rerata terbesar 192.74 L/m².jam. Nilai indeks rejeksi sukrosa 1000 ppm adalah 27.17%. Dilihat dari nilai fluks, membran ini mempunyai potensi sebagai membran mikrofiltrasi.

PUSTAKA

- [1] Arviyanti E, Yulimartani N. 2009. Pengaruh penambahan air limbah tapioka pada proses pembuatan *nata* [skripsi]. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [2] Arifin B. 2004. Optimasi kondisi asetilasi selulosa bakteri dari *nata de coco* [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [3] Basta AH, El Saeid H. 2008. Enhanced transport properties and thermal stability of agro-based RO membrane for desalination of brackish water. *J Memb Sci* 310:208–218..
- [4] Hu Weili, Chen S, Xu Q, Wang H. 2011. Solvent-free acetylation of bacterial cellulose under moderate conditions. *Carbohydr Polym* 83:1575-1581.
- [5] Immergut EH. 1975. Cellulose. Di dalam: Browning BL, editor. *The Chemistry of Wood*. New York: J Wiley.
- [6] Lapuz MM, Gallerdo EG, Palo MA. 1967. The nata organism-cultural requirements, characteristics and identity. *Philippines J Sci* 96:91-111.
- [7] Pasla FR. 2006. Pencirian membran selulosa asetat berbahan dasar selulosa bakteri dari limbah nanas [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [8] Putri TPD. 2006. Ciri membran selulosa berpori dari sari kulit nanas [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [9] Sumiyati. 2009. Kualitas *nata de cassava* limbah cair tapioka dengan penambahan gula pasir dan lama fermentasi yang berbeda [skripsi]. Solo: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [10] Soetanto E. 2001. *Membuat Patilo dan Kerupuk Ketela*. Yogyakarta: kanisius.
- [11] Yulianawati N. 2002. Kajian pengaruh nisbah selulosa dengan pereaksi asetilasi dan lama asetilasi terhadap produksi selulosa dari *nata de coco* [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.