



DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS GADJAH MADA



SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA INDONESIA V

DAN MUSYAWARAH NASIONAL
APTEKINDO 2015

*Sustainable Energy
and Mineral Processing
for National Competitiveness*

BUKU ACARA DAN ABSTRAK

YOGYAKARTA,

12-13

OKTOBER 2015

Panitia dan Reviewer

Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia V dan Musyawarah Nasional Aptekindo 2015

Steering Committee

Ir. Moh. Fahrurrozi, M.Sc. Ph.D.(Ketua APTEKINDO/UGM)
Ir. Nanang Untung (Ketua BKKPIL)
Ir. Nuryadi Saleh (Kementrian ESDM)
Dr. Siti Rohani (ESDM)
Dr. T. Walmiki Samadhi (ITB)
Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng. (ITS)
Dr. Ir. Budiyono, M.Si. (UNDIP)
Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA (UNSRI)
Prof. Ir. Sutrasno Kartohardjono, M.Sc., Ph.D. (UI)
Dr. Sunu H. Pranolo (UNS)
Ir. Tutik Muji S, M.T. (UPN Yogyakarta)
Dr. Bahruddin, M.T. (UNRI)
Dr. Ir. Ismiyati, M.T. (UMJ)
Dr. Eng. Irvan (USU)

Organizing Committee

Ketua	:Dr. Ir. Aswati Mindaryani, M.Sc.
Wakil Ketua	:Indra Perdana, ST, MT, Ph.D.
Bendahara	:Ir. Suprihastuti Sri Rahayu, M.Sc.
Sekretaris	:Yano Surya Pradana, S.T., M.Eng.
Sie Munas Aptekindo	:Muslikhin Hidayat, ST, MT, Ph.D.
Sponsor/Pendanaan	:Wiratni, ST, MT, Ph.D. Ir. Hary Sulisty, SU, Ph.D.
Prosiding dan Poster	:Chandra Wahyu P., ST, M.E., M.Eng., D.Eng. Himawan Tri Bayu M., ST, ME., D.Eng.



DAFTAR ISI

	Hal
Sambutan Ketua Departemen Teknik Kimia UGM	ii
Datar Panitia	iv
Daftar Isi	v
Rubrik Teknik Kimia UGM	
Program Studi S2 Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM	2
Jendela Sosial Teknik Kimia	4
Geopolimer, Jawaban Masalah Geotermal	6
Perjalanan Limbah Kelapa Sawit ke Lokasi Pengeboran Minyak	8
Memutus Rantai Pencemaran Lingkungan	9
Nanoporous Carbon: Alternatif Masa Depan Selanjutnya	11
Pewarna Alami untuk Masa Depan yang Lebih Sehat	13
Jadwal Kegiatan	16
Daftar Abstrak dan Jadwal <i>Technical Session</i>	18
ABSTRAK	
2. Pyrolysis of Lignite Coal : Influence of Final Temperature and Heating Rate on Char Surface Area	43
4. Recovery of Metals from Spent Lithium-Ion Batteries Using Organic Acids	44
5. Simulasi dan Perancangan Slurry Bubble Column Reactor untuk Reaksi Fischer Tropsch	45
6. Pembentukan Gelembung Mikro dan Karakteristiknya	47
7. Fenomena Pembusaan dalam Bioreaktor	48
8. Biofuel Production from Catalytic Cracking of Palm Oil use catalyst Cu/Ni/Zn-HZSM-5	49
9. Desain dan Simulasi Reaktor FCC Untuk Produksi Bahan Bakar Hijau : Simulasi CFD dan Perancangan Reaktor FCC	50
10. Preparation of Ethylene Adsorbent by Pyrolysis of Mangosteen Peels	52
12. Modifikasi Pendispersian Partikel Lumpur Kawah Dieng pada Proses Saponifika	53
13. Degradasi Fenol Menggunakan Metode Photo-Fenton Dengan Katalis Fe-Zeolit Alam Bayah	55
14. Studi Pengaruh Konsentrasi dan Suhu pada Penurunan Konsentrasi Silika pada Geothermal Brine dengan Penambahan Ca(OH)_2	56



15. Pengaruh Suhu dan Laju Pemanasan Terhadap Laju Proses Pirolisis serta Kualitas dan Kuantitas Produk Pirolisis Plastik Kemasan Polyethylene dan Polypropylene Berlapis Aluminium	57
16. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar B0 dan B20 pada Tiga Jenis Kendaraan Uji Jalan Pemanfaatan Bahan Bakar B20 dengan Jarak Tempuh 40 Ribu Km	59
18. Penyediaan Bahan Bakar B0 dan B20 dalam rangka Uji Jalan Pemanfaatan Bahan Bakar Biodiesel B20 pada Kendaraan Penumpang dengan Jarak Tempuh 40 Ribu Km	60
21. Simulasi Pengaruh Zat Pengotor untuk Menentukan Tingkat Kerawanan Suatu Unit dalam Kilang Berbasis Laju Korosi	61
22. Catalytic Glucose Conversion to Lactic Acid in Water using PbO/ γ -Al ₂ O ₃	63
23. Penghematan Biaya Melalui Penggantian Bahan Bakar Minyak Solar untuk Genset PLN dengan Bahan Bakar Biogas POME (Palm Oil Mill Effluent)	64
25. Blower Power Unit Prediction Of Fixed Bed Rice Husk Gasific	65
26. Nitrogen untuk Pemulihan Kinerja Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) setelah Siklus Nyala-Mati	66
27. Performance of Tubular Reactor for Producing Biodiesel by Transesterification Reaction	67
28. Effect of Hydrodynamic Flow Modes in Cassava Chips Retting Fermentor for Production of Fermented Cassava Flour	68
29. Characterization and Treatment of Dolomite as Raw Material for Producing Magnesium Metal	69
30. Pemanfaatan Abu Terbang Limbah Pembangkit Listrik Batubara untuk Sintesis Zeolit	70
31. Thermal Characteristics of Coal and Biomass Ash	71
32. Proses Esterifikasi Asam Laktat dari Produk Konversi Katalitik Tandan Kosong Sawit	72
33. Pengaruh Aditif Terhadap Kualitas Asap Cair	73
34. Hidrogenasi Ester Lemak menjadi Alkohol Lemak menggunakan Katalis Berbasis Tembaga (Cu) pada Reaktor Batch	74
35. Perbandingan Karakteristik Korosi oleh <i>Serratia marcescens</i> dan <i>Bacillus megaterium</i> pada Logam Baja Karbon	75



36. Pembuatan Plastik Biodegradable dan Ramah Lingkungan dari Limbah Sisik Ikan	76
37. Pengaruh Kandungan Pengisi dan Modifikasi Kimia Terhadap Kekuatan Tarik dan Sifat Termal Komposit Hibrid UPR Berpengisi Silika dan STKS	77
38. Pengembangan Metode Kultivasi Solventogenic Clostridia untuk Proses Produksi Biobutanol	78
39. Pemodelan dan Simulasi Reverse Flow Reactor untuk Oksidasi Uap Bensin: Pengaruh Kondisi Umpan Dinamik	80
40. Studi Awal Pirolisis Kulit Biji Kakao	81
45. Oksidasi CO dengan Katalis Pt/ γ -Al ₂ O ₃ dalam Konverter Katalitik Secara Dinamik dalam Periode Start-up	82
46. Pemanfaatan Glycerol Biodiesel-based sebagai bahan baku pembuatan Dikloropropanol menggunakan HCl 37%	83
47. PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DARI AIR LINDI DENGAN VARIASI JENIS MEDIA IMOBILISASI BAKTERI ANAEROB	84
49. PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DARI LINDI DENGAN VARIASI JUMLAH ZEOLIT SEBAGAI MEDIA IMOBILISASI BAKTERI ANAEROB	85
50. Characterization of Low Density Polyethylene (LDPE)-Durian Seed Starch Biodegradable Plastics	87
51. Biokomposit Magnetik Nanopartikel Purun Tikus (<i>Eleocharis Dulcis</i>) Termodifikasi sebagai Super Adsorben pada Pengolahan Limbah Cair Pencucian Plat Media Cetak	88
52. PEMANFAATAN DAN APLIKASI TANDAN KOSONG SAWIT SEBAGAI KATALIS KARBON TERSULFONASI DENGAN PROSES HYDROTHERMAL	89
53. SINTESIS SOLID ACID CATALYST DAN UJI KATALITIK TERHADAP HYDROLISIS TEPUNG SINGKONG	90
55. Potensi Energi Terbarukan dari Sistem Kogenerasi di Pabrik Gula Studi Kasus Pabrik Gula Gempolkrep, Mojokerto, Jawa Timur	91
56. PENGARUH KONSENTRASI HCl DAN KOMPOSISI CAMPURAN KULIT PISANG PADA EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT PISANG DAN APLIKASINYA PADA PROSES PENGENTALAN KARET	92



57. Development of Nanofluid Detergent Based on TiO ₂ and Coconut Oil-Based Primary Alkyl Sulphate	93
58. Produksi Alumunium Indonesia Terpadu dari Hulu ke Hilir di PT Inalum (Persero)	95
59. Seleksi Bakteri untuk Bioleaching Litium dari Baterai Ion Litium Bekas	96
60. SELEKSI JAMUR UNTUK BIOLEACHING LOGAM LITIUM DARI LIMBAH BATERAI LITIUM-ION (LIB) BEKAS	97
61. Peta Jalan Pembelajaran Kompetensi Pengukuran dan Penelaahan Data di Prodi Sarjana Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung	98
62. PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI ADSORBEN PADA PROSES ADSORPSI LOGAM BESI (Fe) DAN TSS LIMBAH PENAMBANGAN INTAN MARTAPURA	99
63. Optimalisasi Kinerja Zeolit Alam Bayah Sebagai Katalisator Pada Reaksi Ketalisasi Gliserol Menjadi Solketal	100
65. Biodelignifikasi Kenaf Menggunakan Jamur Pelapuk Putih untuk Pembuatan Pulp	101
66. PENGARUH VARIABEL TEGANGAN DAN WAKTU ANODISASI PADA MODIFIKASI PERMUKAAN Ti6Al4V SEBAGAI MATERIAL IMPLAN GIGI ANTI BAKTERI	102
67. TECHNOLOGY OF ASSESSMENT AND DEVELOPMENT MEDIUM CHAIN TRIGLYCERIDE (MCT) PRODUCT FROM PALM KERNEL OIL	104
68. Kesetimbangan Fasa Padat-Cair Asam Palmitat-Urea pada Proses Inklusi Urea : Model heterogen	105
70. OPTIMIZE WORK OF COMBINATION OF CHITOSAN AND ALOE VERA AS NATURAL ALCOHOL FREE HAND SANITIZER – KITALOERA	106
71. Synthesis and Properties of Novel Ionic Liquids: 1,3-dipropyl-2-(2-propoxyphenyl)-4,5- diphenylimidazolium Iodide and 1,3-dibutyl-2-(2-butoxyphenyl)-4,5- diphenylimidazolium Iodide and Its Application in Biomass Conversion	107
72. PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA SAAT PRETREATMENT DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI DAUN NANA	108



73. Solidus and Liquidus Temperatures Prediction of Geopolymer from Solid Wastes Using Gibss Energy Minimization Approach	109
74. Disain Sistem Pengendalian Proses Crude Distillation Unit pada Kilang Bahan Bakar Minyak dengan Pengendali Solidus and Liquidus Temperatures Prediction of Geopolymer from 76. Solid Wastes Using Gibss Energy Minimization Approach Proportional – Integral	110
76. Hidrodinamika Unggun Diam untuk Mempelajari Perilaku Reaktor Katalitik Perengkahan Tar	111
78. Modelling and Simulation of Coffee Roasting Process in a Non-Air-Flow Electric Oven	112
79. Hidrogenasi-perpindahan Katalitik Minyak Kemiri Sayur dengan Katalis Ag/Silika 60 Å	114
80. Pengaruh Jenis Sampah dan Laju Aliran Terhadap Temperatur dan Gas Hasil Pada Proses Pembakaran Sampah Kota	116
81. CO ₂ Absorption through Super hydrophobic Hollow Fiber Membrane Contactor using Water as Absorbent	117
82. Mikroenkapsulasi Eugenol dengan Penyalut Polyvinyl Alcohol Sebagai Pestisida Nabati dengan Metode Emulsifikasi dan Spray Drying	118
83. Kinetika Hidrolisis Selulosa menjadi Glukosa oleh Jamur <i>Aspergillus niger</i> dengan Metode Solid State Fermentation	119
85. Beverage Dealcoholization Processes: Past, Present, and Future	120
89. Simulasi Konfigurasi Reaktor Perengkah Tar pada Updraft Gasifier	121
91. SINTESA BIOPLASTIK KOMPOSIT LIMBAH AMPAS TAHU DAN AMPAS TEBU DENGAN TEKNIK SOLUTION CASTING	123
92. Pengaruh Perubahan Suhu Dan Perbandingan Reaktan pada Pembuatan Bioaditif Menggunakan Impuls Membrane	125
93. Optimalisasi Proses Produksi Pupuk NPK Phonska 15-15-15 di Pabrik NPK Phonska III dengan Memperbaiki Proses Granulasi Menggunakan Penurunan Distribusi Ukuran Partikel Undersize (Mesh-10) sebagai Parameter Kunci	126



94. Sodium Chloride Solution as Copper Recovery of E-Waste (Sim Card) in Chlorine Electroleaching	128
95. The effect of Activator and Azotobacter in the composting of mixture of straw, rice husks and leftover white oyster mushroom (<i>Pleurotus ostreatus</i> var <i>florida</i>) growing media	129
98. Optimasi Pengendalian Unit Gasifikasi dan Char Combustor pada Pabrik Biohidrogen dari Biomassa Menggunakan Reidentifikasi Model Predictive Control	130
100. Hidrolisis Enzimatis Mikroalga <i>Tetraselmis chuii</i> menggunakan Enzim Selulase, Alfa-amilase, dan Glukoamilase menghasilkan Glukosa sebagai Bahan Baku Bioetanol	131
101. PEMBUATAN SABUN LUNAK DARI MINYAK GORENG BEKAS	133
102. Penyisihan Air Dari Reaktan Metanol untuk Proses Karbonilasi dengan Menggunakan Beberapa Jenis Adsorben	135
103. Liquid-liquid equilibrium of palm oil+PFAD+methanol system at 298 K	136
104. Landfill Gas Management and Utilization in Indonesia (Case Study of Payakumbuh Regional Landfill)	137
106. PEMBUATAN METANOL DARI CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS OKSIDASI PARSIAL	138
107. Desain Sistem Pompa pada Burn Pit	139
109. Efisiensi Stabilizer Reboiler	140
110. Sintesis Carbon Nanotube Dari Limbah Plastik Polietilen Tereftalat (PET) Dengan Metode Pirolisis	142
111. Pengaruh Temperatur Regenerasi terhadap Karakteristik dan Kapasitas Adsorpsi SO ₂ Adsorben CuO/gamma-Al ₂ O ₃ pada Penyisihan SO ₂ dari Gas Cerobong	144
112. Evaluasi Pembentukan Agen Pengoksidasi Pada Proses Oksidasi Lanjut Dengan Water-Jet Hydrodynamic Cavitation	146
114. Simulation of a Reactive Distillation Column for the Synthesis of Dimethyl Ether from Methanol	147
117. The Influence of CO ₂ , KNO ₃ and Salinity on the Growth, lipid and protein content of <i>Spirulina platensis</i> and <i>Botryococcus braunii</i> microalgae	148



118. Preparasi Karbon Aktif Berbahan Dasar Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Untuk Penyimpanan Gas Metana Dengan Teknologi ANG (Adsorbed Natural Gas)	149
119. Effect of Temperature and Sodium Bisulfite on the Production of Surfactant from Rice Husk Using Direct Sulfonation Process	151
120. Pembuatan Adsorben dari Limbah Kulit Nangka (<i>Artocapus heterophyllus</i>) untuk Menjerap Logam Berat Kadmium dalam Air	152
121. Optimization of the nitric acid/glycerol ratio and temperature in nitroglycerine process production from glycerol and nitric acid	153
122. The use of Design of Experiments (DOE) in chemical reaction engineering	154
123. Ilmenite as oxygen carrier in Chemical-Looping Combustion (CLC): investigation of Fe/Ti ratio and its resistance to ash deposition	155
125. Solid Fuel From Water Hyacinth Resulted by Phytoremediation Process	156
126. PENGEMBANGAN IDE-BISNIS PRODUKSI METANOL BERBAHAN BAKU TANDAN KOSONG SAWIT	157
128. Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Sumber Lignin	158
129. Microwave Pyrolysis of Sugarcane Bagasse for Bio-Oil Production	159
133. Permodelan dan Simulasi Distilasi Batch Ester Asam Lemak dari Minyak Kelapa dalam Skala Bench dan Mini-Pilot	160
134. Studi Pemanfaatan Limbah Pelepah Sawit untuk Pembuatan Material Wood Plastic Composite	161
136. CACAO ACTIVATED CARBON WITH ACTIVATED BY CHEMICAL, PHYSICAL AND COMBINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS	162
137. Rendeman Dan Karakteristik Asam Lemak Hasil Esterifikasi Limbah Minyak Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel	163
141. Pengaruh suhu dan konsentrasi demulsifier pada proses pemisahan emulsi brine-crude oil Rantau	164
142. Pengaruh Rasio Bahan Bakar Biomassa Dan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kinerja Reaktor Gasifikasi Downdraft	165
148. The Effects of Gluten, Red Bean Flour, and White Oyster Mushroom Composition on The Nutritional Value of Vegetarian Meat	166



147. Hospital Wastewater Treatment Using Aerated Fixed Film Biofilter (AF2B) by Mixed Bacterial Consortium	167
148. Pengaruh Ukuran Partikel dan Waktu Fermentasi terhadap Rendemen Minyak Nilam pada Pembuatan Minyak Nilam dengan Metode Fermentasi	168
149. Bioethanol Production from Lignocellulosic Biomass of Sorghum Stalks	170
150. Laundry Wastewater Treatment by Utilizing Metal Spiral Waste As Electrodes in Electrocoagulation	171
151. PENGEMBANGAN MODEL KINETIKA REAKSI BIOGAS MENJADI BIOMETANOL BERBASIS CuO-ZnO/Al ₂ O ₃	172
152. The Application of H ∞ Loop Shaping in Robust Chemical Process Control	173
154. Arang Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas	174
155. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Bahan Pengaktif KOH Sebagai Penjernihan Asap dan Penyerap CO	175
156. PERFORMANCE AND FOULING MECHANISM OF KITOSAN MEMBRANE IN INCREASING QUALITY OF SWAMP WATER	176
157. Pyrolysis of Polystyrene using Metal Oxide Catalyst	177
159. Intensifikasi Proses dalam Pendidikan Tinggi Teknik Kimia	178
160. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dari Ekstrak Daun Keji Beling (<i>Strobilanthes crispus</i>)	179
161. Pengaruh Rasio Karbon/Nitrogen dan Suhu Inkubasi terhadap Produksi Monounsaturated Fatty Acid (MUFA) dan Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) dari <i>Aspergillus terreus</i> dan <i>Aspergillus oryzae</i>	180
162. Adsorpsi-Degradasi Simultan Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS) Menggunakan Karbon Aktif Jerami-Biofilm	182
163. Biodegradasi Linear Alkylbenzene Sulfonate Menggunakan Kultur <i>Acinetobacter baumannii</i>	184
164. Penggunaan Elektroda Arang Tempurung Kelapa, Grafit dan Carbon Fiber Cloth dengan Substrat Air Lindi pada Microbial Desalination Cell (MDC)	186
165. KINETIKA REAKSI TRANSESTERIFKASI METIL ESTER NYAMPLUNG DAN 2-ETHYL-2-HYDROXYMETHYL-1,3 PROPANADIOL PADA PEMBUATAN TRIMETILOLPROPANA ESTER	188



166. Evaluation of G3-DHS Bioreactor for Treatment of Septic Tank Desludging Wastewater	189
168. Studi awal sintesa ester dari asam lemak rantai pendek pada reaktor semi batch	191
169. Teknologi amobilisasi lipase dari <i>Mucor miehei</i> dengan penyangga Polyurethane foam pada sintesa perisa ester berbasis minyak	192
171. Efek Temperatur Pada Reaktor Pipa Api Terhadap Produk Pirolisis Cangkang Kemiri	193
172. Optimasi Pemakaian Mterial Ketiga dan Keempat pada Finish Mill Dumai, PT Semen Padang	194
173. Concentrated Solar Power with Parabolic Trough Technology for 10 MW Power Plant in Kupang , NTT Province.	196
175. Sodium Silicate as a Solid Base Catalyst from Dieng's Geothermal Sludge	198
177. Pembuatan Asam Laktat dari Limbah Kubis dengan Variasi Garam $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan Na_2HPO_4 serta Lama Waktu Fermentasi	199
178. Pengaruh Proses Ozonasi, Adsorpsi dan Advance Oxidation Process (O_3/GAC dan $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$) Pada Pengolahan Limbah Industri Farmasi	200
179. Pengaruh Enzim Selulase dari <i>Aspergillus Niger</i> dan <i>Trichoderma sp.</i> Pada Hidrolisis Substract Limbah Padat Industri Pati Urea	201
INDEX	202



Sintesa Bioplastik Komposit Limbah Ampas Tahu dan Ampas Tebu dengan Teknik Solution Casting

Selpiana^{*1}, Taufik Basri², Naufal Husnan Bakhtiar²

^{1,2}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM. 32 Indralaya, OI, Sumatera Selatan 30662

*Corresponding Author : selpi.ana123@gmail.com

Abstrak

Penduduk Indonesia rata-rata menghasilkan sampah per hari sebanyak 0,5 kg dan 13% diantaranya adalah sampah plastik. Di Indonesia, sampah plastik menduduki peringkat ketiga dengan jumlah 3,6 juta ton per tahun atau 9% dari jumlah total produksi sampah. Banyaknya penggunaan plastik berbahan dasar minyak bumi di masyarakat menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan dan limbah yang cukup besar. Kebiasaan masyarakat dalam mengatasi limbah plastik dengan cara dibakar tentunya hal tersebut sangat merugikan dan berbahaya, karena dengan penanganan seperti itu akan menghasilkan karbon monoksida (CO) yang bila terhirup dapat mengganggu fungsi kerja hemoglobin (sel darah merah) pada sistem peredaran darah. Gambaran umumnya satu ton sampah yang dibakar akan berpotensi menghasilkan gas CO sebanyak 30 kg. 3R (Reuse, Reduce, Recycle) merupakan program untuk menekan dampak negatif dari banyaknya limbah plastik, namun program tersebut masih belum mampu mengatasi permasalahan diatas dengan baik dan tepat. Penggunaan bioplastik menjadi salah satu alternatif solusi tepat dalam mengatasi limbah plastik yang sukar terurai, namun bahan dasar bioplastik banyak berasal dari bahan pangan sekunder (singkong, umbi-umbian, kentang, gandum) seiring pertumbuhan masyarakat perlunya diversifikasi pangan baik primer maupun sekunder. Perlunya restruktur bahan dasar pembuatan bioplastik agar lebih mudah terurai oleh alam dan tidak mengganggu ketahanan pangan. Dalam penelitian ini, pembuatan bioplastik terbuat dari bahan dasar konsentrat protein limbah ampas tahu dan konsentrat selulosa limbah ampas tebu dengan penguat kitosan serta plasticizer gliserol. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemanfaatan limbah ampas tahu dan ampas tebu, mengetahui pengaruh formulasi komposisi bahan, mengetahui sifat mekanik serta biodegradabilitas terhadap kualitas plastik yang dihasilkan. Bioplastik disintesis dengan variasi bahan baku pembuatannya (protein : selulosa) 100% wt : 0% wt, 75% wt : 25% wt, 50% wt : 50% wt, 25% wt : 75% wt, 0% wt : 100% wt, dan juga lama waktu pengeringan 5 jam; 10 jam; dan 15 jam. Pada penelitian ini, metode pembuatan bioplastik menggunakan teknik solution casting. Bahan polimer dilarutkan ke dalam pelarut yang cocok untuk menghasilkan larutan yang viskos. Larutan yang dihasilkan dituang pada suatu permukaan yang rata (cetakan) yang bersifat non-adesif dan pelarut dibiarkan menguap sampai habis. Analisa bioplastik dilakukan dengan pengujian kuat tarik dan elongasi, soil burial test, dan SEM (Scanning Electron Microscopy). Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh waktu pengeringan optimum untuk parameter sifat mekanik dan biodegradabilitas yaitu lama waktu pengeringan 10 jam dengan nilai rata-rata kuat tarik 0,40924 MPa, elongasi 2,73% dan fraksi degradabilitas 41,84%. Untuk hasil analisa SEM, persentase kandungan unsur film bioplastik pada rasio campuran 50% wt : 50% wt didapat unsur oksigen sebesar 51,00%, unsur karbon sebesar 27,70% dan unsur natrium sebesar 21,30%. Berdasarkan data syarat mutu kantong plastik mudah terurai yang mengacu pada SNI 7818:2014, hasil persentase kandungan unsur pada film bioplastik dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi kantong plastik yang mudah terurai. Peneliti menyimpulkan bahwa rasio campuran film bioplastik terbaik dari empat analisa pengujian yang dilakukan adalah perbandingan ampas tahu dan ampas tebu pada 50% : 50% (%w/w) dengan nilai kuat tarik 0,44258 MPa, elongasi 2,07%, dan fraksi massa terakhir 52,84%.

Kata kunci : bioplastik, limbah plastik, protein ampas tahu, selulosa ampas tebu, solution casting

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kemasan plastik sintetis merupakan kemasan pangan yang paling populer digunakan. Meluasnya penggunaan plastik sintetis ini tak lepas oleh karena keunggulan desain jenis plastik ini seperti, ringan tetapi kuat, *waterproof*, praktis dan ekonomis. Plastik sintetis yang beredar di pasaran saat ini termasuk dalam kategori polimer sintetis berbahan dasar minyak bumi, sehingga polimer sintetis ini sulit terurai di alam. Desain plastik sintetis saat ini salah satu bahan pengemas tidak tahan panas. Hal ini menyebabkan kontaminasi bahan penyusun polimer sintetis dapat putus dan mengalami perpindahan monomernya ke dalam produk. Kebutuhan plastik masyarakat Indonesia mengalami peningkatan seiring kenaikan konsumsi plastik di pasaran tiap tahunnya.

Polimer sintetis berbahan dasar minyak bumi memiliki ikatan yang kompleks, sehingga sulitnya terdegradasi secara biologis oleh mikroba dan bakteri di dalam tanah. Oleh karena sulitnya terurai di alam, terjadinya penumpukan sampah plastik di lingkungan yang menyebabkan pencemaran lingkungan yang cukup serius, seperti polusi udara, kerusakan ekosistem tanah dan air. Kebanyakan masyarakat untuk mengatasi penumpukan sampah di lingkungan sekitarnya melakukan pembakaran sampah, namun hasil pembakarannya menimbulkan asap beracun yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu inisiasi kanker. Berdasarkan permasalahan diatas, plastik sintetis berbahan dasar minyak bumi tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara luas oleh karena banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan bagi konsumen dan lingkungan sehingga perlunya suatu alternatif substitusi kemasan plastik jenis ini dengan kualitas yang hampir sama dalam sifat mekaniknya dan tersedia di alam dalam jumlah yang besar agar cukup memenuhi kebutuhan plastik di pasaran.

Plastik berbahan baku organik dapat menjadi salah satu alternatif sebagai *biodegradable plastic*. Selain memiliki keunggulan dalam kecepatan degradasi dalam tanah, plastik berbahan baku organik ini juga memiliki sifat mekanik yang relatif sama dengan plastik konvensional. Tujuan utama dalam penggunaan plastik basis organik adalah kemasan yang ramah lingkungan dan meminimalisasi pencemaran ekosistem tanah dan air. *Biodegradable plastic* ini dapat terbuat dari polisakarida yang berasal dari tumbuhan seperti, selulosa, pati, dan protein. Plastik basis organik ini dapat dimodifikasi dengan penambahan *plasticizer* guna meningkatkan sifat dasar polimer alam pembentuk plastik ini.

Alternatif solusi yang ditawarkan dalam pembuatan bioplastik ini berasal dari limbah yaitu limbah ampas tahu dan ampas tebu. Untuk limbah ampas tahu, hasil samping dari proses pengolahan tahu ini memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang sama tingginya dari produk utama. Sama halnya dengan limbah ampas tebu, produksi tebu nasional adalah 33 juta ton/tahun (Dirjen Perkebunan, 2009). Maka dari itu, pemilihan bahan baku pembuatan bioplastik pada penelitian ini menggunakan ampas tahu dan ampas tebu dengan bahan pendukung kitosan dan gliserol.

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, tentang material pembuatan bioplastik telah dilakukan. Novayanty (2015) dengan mensintesa bioplastik menggunakan bahan baku protein kedelai dari limbah padat industri tahu sebagai variabel tetap dengan memvariasikan gliserol sebagai pemlastisnya.

Eldo (2012) membandingkan penguat sintetis logam ZnO dengan penguat alami selulosa. Penggunaan penguat alami selulosa dapat meningkatkan sifat mekanis bioplastik. Pada penelitian ini memvariasikan komposisi bahan baku dengan menetapkan kuantitas kitosan dan gliserol yang digunakan yaitu variasi konsentrasi ZnO (0%, 1%, 3%, 6%, dan 9% wt dari 5gram pati), konsentrasi penguat selulosa (0%, 1%, 3%, 6%, dan 9% wt dari 5gram pati). Dengan hasil penelitian bahwa penambahan konsentrasi penguat ZnO dan selulosa meningkatkan sifat mekanis dan menurunkan nilai elongasi.

Yuslinawati (2006) melakukan penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi sifat – sifat fungsional protein ampas tahu dengan variabel suhu serta pH yaitu Suhu (25 °C ; 50 °C) dan pH (8, 8.5, 9, 9.5, dan 10). Dengan hasil penelitian bahwa ekstraksi dengan suhu 50 °C dan pH 10 dihasilkan bobot terbaik dari konsentrat protein.

Arief wahyu (2013) melakukan penelitian untuk mengetahui Pengaruh temperature dan lama pengeringan terhadap karakteristik fisikokimiawi plastik biodegradable dari komposit pati lidah buaya (Aloe Vera)-kitosan dengan variabel penelitian variasi temperatur (50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C) dan tiga variasi waktu (2 jam, 3 jam, 4 jam). Hasil dari penelitian ini yaitu perlakuan terbaik dari hasil analisis menggunakan metode multiple attribute diperoleh pada temperatur 50 °C dan waktu 2 jam. Pada perlakuan ini diperoleh nilai rerata swelling 22,571%; elongasi 2,778 %; ketebalan rata-rata 218,444 µm; kuat tarik 104,659 N/mm²; dan terdegradasi dalam waktu 7 hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui proses pembuatan bioplastik berbahan baku ampas tahu dan ampas tebu.
2. Untuk mengetahui pengaruh rasio campuran optimum yang dibentuk dari ampas tahu dan ampas tebu, terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas bioplastik yang terbentuk.
3. Untuk mengetahui komposisi waktu pengeringan optimum yang dibutuhkan untuk mendapatkan sifat mekanik terbaik dan biodegradabilitas dalam sintesa bioplastik.

Penelitian ini menggunakan teknik *solution casting* dalam pembuatan film bioplastik dari konsentrasi protein ampas tahu dengan selulosa ampas tebu dengan kitosan dan gliserol sebagai bahan pendukung. Teknik *solution casting*, bahan polimer dilarutkan ke dalam pelarut yang cocok untuk menghasilkan larutan yang viskos. Larutan yang dihasilkan dituang pada suatu permukaan yang rata (cetakan) yang bersifat non-adsesif dan pelarut dibiarkan menguap sampai habis.

2. METODOLOGI

A. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga macam variabel sebagai berikut:

- Variabel terikat, yaitu variabel yang menjadi tujuan utama dari penelitian. Sebagai variabel terikat adalah sifat mekanik, dan biodegradabilitas dari bioplastik yang terbentuk
- Variabel bebas, yaitu variabel yang mempengaruhi variabel terikat, yakni kondisi yang ditetapkan peneliti. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya rasio perbandingan ampas tahu dan ampas tebu dan waktu pengeringan

Rasio perbandingan ampas tahu dan ampas tebu yang akan dibentuk dengan basis 2 gram:

Ampas Tahu (% wt)	100	75	50	25	0
Ampas Tebu (% wt)	0	25	50	75	100

Waktu pengeringan 5 jam, 10 jam dan 15 jam

- Variabel terkontrol, yaitu variabel yang dibuat tetap untuk mengontrol jalannya penelitian, yakni kitosan 3 %, gliserol sebanyak 3 ml, serta temperatur gelatinisasi, dibuat tetap (variabel terkontrol).

B. Alat

1. Plat kaca
2. Alat penggiling
3. Alat penyaring
4. Gelas kimia 500 ml, 1000 ml
5. Neraca analitis
6. Botol aquades
7. Gelas ukur
8. Pipet ukur
9. Bola karet
10. *Magnetic stirrer*
11. Hot plate
12. Oven
13. Desikator
14. Blender

C. Bahan

1. Ampas tahu
2. Ampas tebu
3. Gliserol 99%
4. Kitosan 3 %
5. CH_3COOH 1%
6. Aquades
7. NaOH
8. HCl

D. Prosedur Penelitian

Pembuatan Selulosa Dari Ampas Tebu

Ampas tebu yang halus ditimbang sebanyak 20 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beker 3000 ml. Selanjutnya ditambahkan 1000 ml NaOH 15 % (perbandingan 1 : 20), diaduk dan dipanaskan pada suhu 110 °C selama 4 jam. Hasil leburan disaring dan endapan dicuci kemudian dikeringkan pada suhu 100 °C. Residu yang dihasilkan dihidrolisis menggunakan HCl 0,1 M sebanyak 200 ml dan dipanaskan pada suhu 105 °C selama 1 jam (perbandingan 1 : 10) dan selanjutnya dicuci dengan menggunakan aquadest hingga netral. Endapan selanjutnya dikeringkan.

Pembuatan Protein Dari Ampas Tahu

Ampas tahu disiapkan dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:2. Kemudian dilakukan pengestraksian dengan NaOH 2N selama 1 jam. Setelah itu dilakukan penyaringan bertingkat, diambil protein yang telah diekstrak dan dilakukan pengendapan dengan HCL 2N pH 4,5 selama 15 jam. Kemudian di sentrifuse 4000 rpm selama 10 menit, lalu diambil protein yang terekstrak kembali dan dilakukan pencucian dan pengeringan.

Proses Polimerisasi Campuran

Disiapkan pati ampas tahu dan ampas tebu yang telah diisolasi. Dilakukan pemanasan campuran bahan baku dan khitosan pada temperature 80 – 90 °C. Ditambahkan dengan gliserol dan melakukan pengadukan selama 30 menit. Sebelum dicetak didalam cetakan larutan didiamkan selama 24 jam untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara. Dicetak pada plat kaca. Dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 50 – 60 °C selama 5 jam, 10 jam, dan 15 jam. Dikeluarkan cetakan dari oven dan didinginkan pada temperatur ruangan. Bioplastik siap dianalisa dan diuji karakteristik mekanik dan biodegradibilitasnya.

E. Pengujian Karakteristik Mekanik dan Biodegradabilitas

- 1) Analisa karakteristik mekanik (Kuat Tarik dan elongasi) menggunakan metode (ASTM D 638 2005)

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui karakteristik mekanik baik kuat tarik maupun elongasi plastik biodegradabel. Sampel Plastik kemudian dijepit dengan menggunakan penjepit, kemudian diletakkan pada alat *tensile strenght*, dan ditarik dengan menggunakan beban. Diukur setiap pertambahan panjang sampel film plastik dengan menggunakan jangka sorong hingga putus.

- 2) Analisa biodegradasi (*Soil Burial Test*)

Untuk mengetahui biodegradabilitas dari bioplastik yang dibuat maka dilakukan pengujian *soil burial test* dengan tujuan untuk mengetahui laju degradasi sampel dengan berbagai.

- 3) *SEM (Scanning Electron Microscope)*

Pemindaian ini dilakukan untuk mengetahui morfologi dan unsur kandungan bioplastik.

3. HASIL DISKUSI

A. Variable Bebas yang Digunakan dalam Penelitian

- a. Rasio dari ampas tahu dan ampas tebu

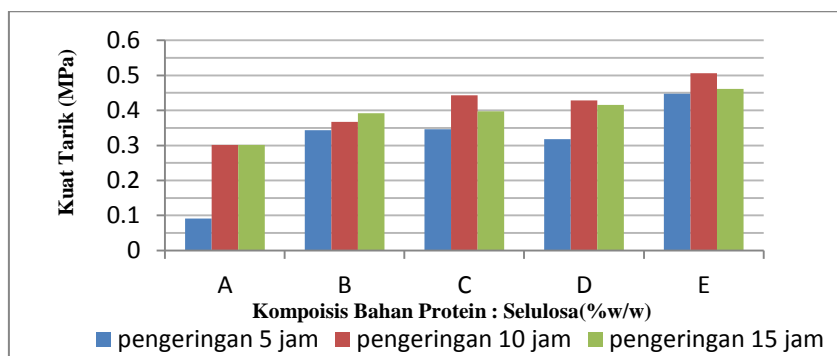
Tabel 1. Rasio Ampas Tahu dan Ampas Tebu dalam Sampel

Komponen Penyusun	Persentase (%)				
	A	B	C	D	E
Ampas Tahu (% wt)	100	75	50	25	0
Ampas Tebu (% wt)	0	25	50	75	100

- b. Lama waktu pengeringan 5 jam, 10 jam, 15 jam

B. Analisa Kuat Tarik dan Elongasi Pada Sintesa Plastik

Analisa Kuat Tarik



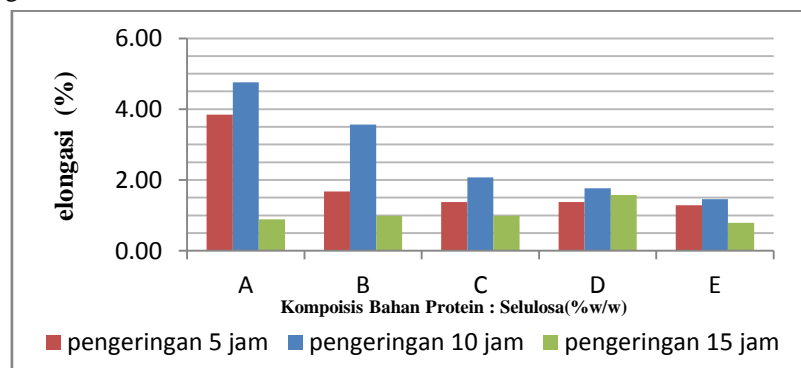
Gambar 1. Hasil Analisa Kekuatan Tarik (MPa)

Berdasarkan Gambar 1. hasil dari analisa kuat tarik bahwa semakin banyak penambahan protein maka nilai kuat tarik akan semakin kecil dan terjadi kondisi sebaliknya kuat tarik akan semakin besar jika komposisi selulosa semakin banyak pada rasio sampel. Hal ini bisa dilihat pada sampel variabel A, B, C, dan D waktu pengeringan 5 jam dengan nilai kuat tarik yaitu : 0,091163, 0,343, 0,345882, 0,317838 dan 0,448 MPa. Pada waktu pengeringan 10 jam : 0,301538, 0,3675, 0,442581, 0,42875 dan 0,505806 Mpa dan juga pada pengeringan 15 jam: 0,301538, 0,392, 0,397681, 0,415758, dan 0,461176.

Hubungan waktu pengeringan dengan nilai kuat tarik, berdasarkan grafik diatas didapatkan data rata-rata kuat tarik dari seluruh variable komposisi, yaitu pada pengeringan 5 jam sebesar 0,30918 MPa, pada pengeringan 10 jam sebesar 0,40924 MPa, pada pengeringan 15 jam sebesar 0,39363 MPa. Dalam kondisi ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan selulosa maka kuat tarik dari bioplastik akan meningkat. Hal ini dikarenakan selulosa sebagai komponen penguat di dalam material komposit mampu meningkatkan kekuatan mekaniknya. Peningkatan kekuatan tarik akibat penambahan selulosa disebabkan oleh meningkatnya interaksi gaya tarik-menarik antar molekul penyusun lapisan tipis. Kondisi ini berkaitan dengan gugus hidroksil yang saling membentuk ikatan hidrogen antar dan intramolekul membentuk lapisan tipis.

Selain itu, pada sintesis plastik *biodegradable* tersebut terdapat ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus hidroksil (O-H) dan karboksil (COOH) dari protein dengan gugus hidroksil (OH) dari selulosa. Hubungan lama pemanasan dengan nilai kuat tarik, kondisi ini diakibatkan karena besarnya kuat tarik berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan bioplastik. Dalam hal ini, semakin besar konsentrasi *plasticizer* yang menguap dari bahan maka bahan semakin kering dan mudah sobek sehingga kuat tarik bahan tersebut akan semakin menurun (Arief, 2014).

Analisa Elongasi



Gambar 2. Hasil Analisa Elongasi (%)

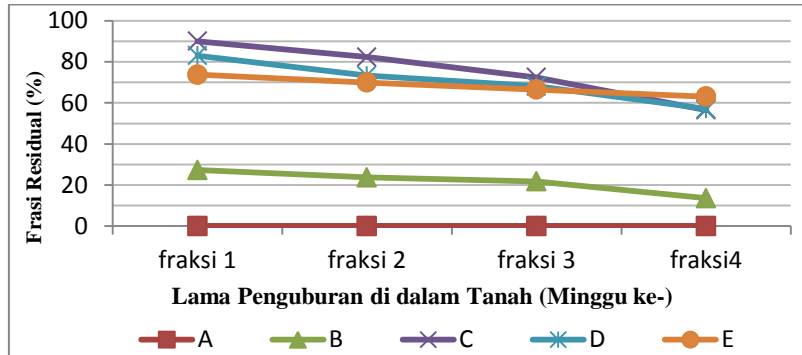
Dari Gambar 2 hasil dari analisa elongasi bahwa semakin penambahan protein maka nilai elongasi akan semakin besar dan terjadi kondisi sebaliknya kuat tarik akan semakin kecil jika komposisi selulosa semakin banyak pada rasio sampel. Hal ini bisa dilihat pada sampel variabel A, B, C, D, dan E waktu pengeringan 5 jam dengan nilai elongasi yaitu : 3,85, 1,67, 1,38, 1,38 dan 1,28 %. Pada waktu pengeringan 10 jam : 4,76, 3,57, 2,07, 1,77 dan 1,46 % dan juga pada pengeringan 15 jam : 0,89, 0,99, 0,99, 1,57, dan 0,79 %. Hal ini disebabkan karena selulosa dalam keadaan kering bersifat higroskopis, keras dan rapuh. Menurut (Arief, 2013) pada matrik protein, dengan penambahan penguat selulosa mengalami penurunan elongasi bioplastik.

Meningkatnya kandungan pengisi di dalam komposit dapat menyebabkan berkurangnya deformasi pada permukaan matriks, sehingga menurunkan sifat pemanjangan komposit. Kondisi tersebut mengakibatkan seiring penambahan selulosa menjadi terbatas sehingga nilai elongasi menjadi kecil. Bioplastik pada kondisi optimum dengan nilai elongasi terbaik ditunjukkan pada pengeringan 10 jam karena semakin tinggi temperatur akan mempengaruhi besarnya penguapan *plasticizer* dalam bahan. Peningkatan elongasi disebabkan oleh meningkatnya ikatan hidrogen yang terbentuk akibat pemlastis, semakin tinggi ikatan hidrogen maka viskoelastis meningkat.

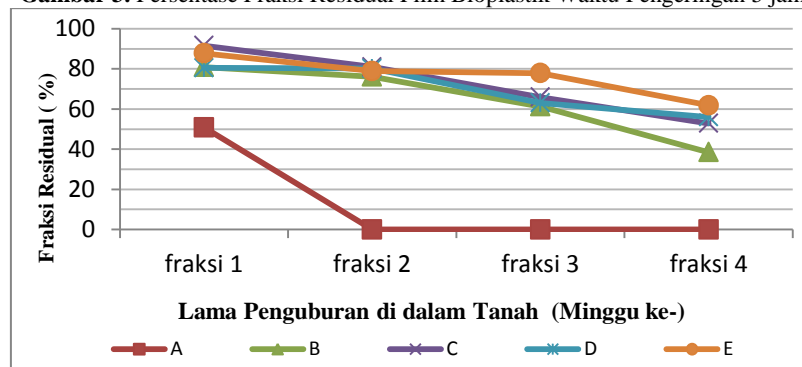
Analisa Biodegradasi dengan Metode *Soil Burial Test*

Analisa biodegradasi film plastik dengan lama waktu pengeringan 15 jam terlihat perbedaan garis yang cenderung signifikan. Pada Gambar 5. menunjukkan laju kehilangan berat film bioplastik

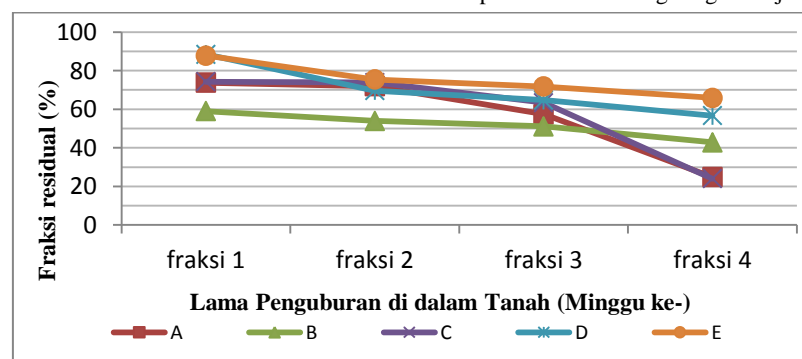
yang cukup besar, namun pada waktu pengeringan 15 jam terlihat penurunan jumlah berat yang sangat sedikit namun konstan. Sampel variabel A yang pada percobaan sebelumnya habis pada minggu ke-1 & ke-2, namun pada waktu pengeringan 15 jam persentase fraksi residualnya hanya 24,86%. Pada sampel variabel E pada percobaan ini menunjukkan hasil laju penurunan yang paling sedikit diantara sampel yang sejenis, sebesar 65%. Untuk sampel variabel B dan C mengalami penurunan konstan pada waktu pengeringan 15 jam.



Gambar 3. Persentase Fraksi Residual Film Bioplastik Waktu Pengeringan 5 jam



Gambar 4. Persentase Fraksi Residual Film Bioplastik Waktu Pengeringan 10 jam



Gambar 5. Persentase Fraksi Residual Film Bioplastik Waktu Pengeringan 15 jam

Pada sampel yang didominasi oleh kandungan protein (variabel A) menunjukkan hasil sampel yang paling cepat terdegradasi dari sampel lainnya, baik lama waktu pengeringan 5, 10, dan 15 jam. Dapat dilihat pada hasil pengamatan, berat awal sampel protein (waktu pengeringan 5 jam) sebesar 0,3252 gr pada minggu ke-1 telah terdegradasi secara sempurna, begitu pun pada sampel protein (waktu pengeringan 10 jam) dengan berat awal sebesar 0,2732 gr pada minggu ke-2 telah habis secara sempurna. Namun pada sampel protein lama waktu pengeringan 15 jam, hingga minggu ke-4 belum terdegradasi sempurna, persentase fraksi residualnya sebesar 24,86%.

Polimer alam (salah satunya protein) mudah terurai di alam, dan dapat memberi respon biologis yang baik (mikroorganisme, jamur, dan bakteri). Selama pengadukan dan proses gelatinisasi,

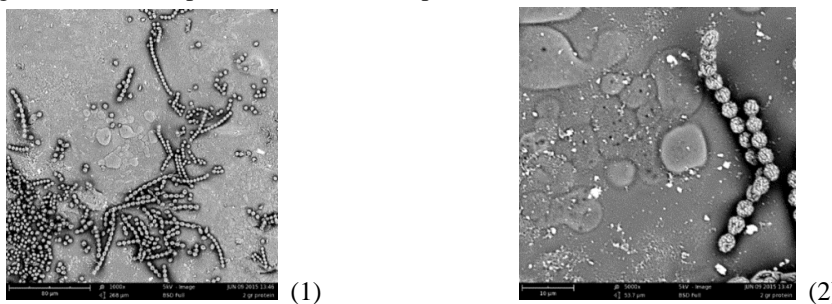
pembentukan buih tidak dapat dihindari oleh karena adanya faktor proses pemanasan saat proses gelatinisasi. Bila gelembung – gelembung udara tersebut tidak dihilangkan maka lapisan yang terbentuk mudah rusak dan rapuh karena terdapat *pin hole* di dalam lapisan permukaan. Ketersediaan gelembung udara pada lapisan permukaan bioplastik yang akan dicetak juga berpengaruh pada ketebalan bahan. Tujuan pengeringan adalah menghilangkan gelembung udara pada gel bioplastik yang akan dicetak. Semakin lama waktu pengeringan, maka jumlah gelembung udara pada *interfacial* permukaan gel bioplastik akan berkurang. Oleh karena itu tingkat biodegradasi berpengaruh pada karakteristik permukaan dan ketebalan bahan.

Bila ditinjau kembali terkait sampel protein 100% : selulosa 0% (%w/w) terhadap variasi lama waktu pengeringan, semakin lama waktu pengeringan maka ketersediaan gelembung udara semakin sedikit. Semakin sedikit ketersediaan gelembung udara pada film bioplastik, maka komponen bioplastik terdistribusi secara merata seiring dengan meningkat ketebalan bioplastik. Oleh karena jumlah gelembung yang dihasilkan banyak, maka komponen tidak terdistribusi secara merata yang membuat karakteristik permukaan dan lapisan bioplastik menjadi rapuh dan mudah rusak yang diteruskan lebih mudahnya terdegradasi. Untuk sampel yang didominasi selulosa variabel E dilihat dari garis yang cenderung pada Gambar 3. hingga Gambar 5. menunjukkan persentase berat sisa paling besar selama penguburan di dalam tanah dengan variasi nilai sebesar 63,10% ; 61,84% ; 65,90%. Hasil percobaan pada ketiga sampel ini memperlihatkan bahwa sampel yang didominasi kandungan selulosa sebagai bahan pengisi komposit memiliki laju penguraian yang lebih rendah sebagai polimer alami dibandingkan dengan protein. Tingkat laju penguraian pada selulosa ini harus ditinjau dari sifat fisik, sifat kimia, dan struktur molekulnya.

Bioplastik dengan bahan pengisi selulosa tahan terhadap peruraian secara enzimatik dan berlangsung lambat. Hal ini disebabkan molekul – molekul selulosa merupakan mikrofibril dari glukosa dengan rantai linier yang berbentuk kristal terbungkus lignin, sehingga sifat dasar selulosa itu kuat, keras, dan getas. Semakin naiknya kandungan bahan pengisi selulosa pada bahan komposit film bioplastik, tingkat laju penguraian selama penguburan didalam tanah mengalami penurunan. Bila ditinjau dari lamanya waktu pengeringan, sama halnya dengan sampel yang didominasi oleh protein. Pembentukan buih selama proses tidak dapat dihindarkan yang membuat hasil film bioplastik terjadi perpindahan *interfacial* distribusi udara dari luar ke dalam.

Analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

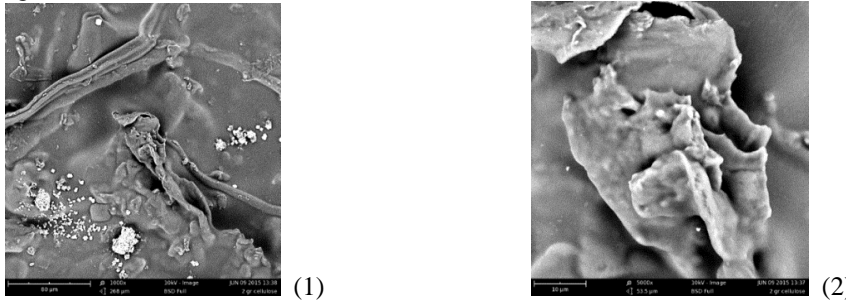
Dari hasil pemindaian SEM, pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa protein ampas tahu memiliki struktur globular. Struktur globular itu seperti bentuk bulat atau hampir bulat. Protein dengan struktur globular umumnya dapat larut di dalam larutan basa, asam, garam, ataupun alkohol. Protein dari kedelai tersusun dari suatu campuran albumin dan globulin, yang 90% diantaranya terdiri dari protein berstruktur globular. Berikut pemindaian SEM sampel A :



Gambar 6. (1) Morfologi Permukaan Film Bioplastik (variabel A) dengan Perbesaran 1000x. (2) 5000x.

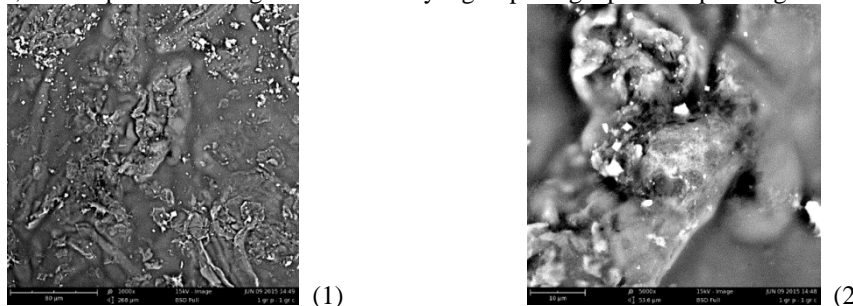
Pada Gambar 6. diatas terlihat adanya penumpukan senyawa protein pada morfologi permukaan film bioplastik. Selain adanya penumpukan senyawa protein, pada pembesaran 1000x dan 5000x terlihat pada film bioplastik sampel redapat bercak putih pada hasil fotonya. Diduga bercak putih ini adalah udara yang terperangkap pada lapisan permukaan bioplastik. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan dan stabilitas buih yaitu tingkat pH, kadar senyawa (garam, gula, lemak), konsentrasi protein, dan tingkat denaturasi. Pada Gambar 7. dapat dilihat morfologi permukaan sampel film bioplastik dominan kandungan selulosa memiliki struktur kaku, fraksi kosong (*void*) dan rapuh. Penambahan selulosa ke dalam matriks film bioplastik dapat mengurangi jumlah

fraksi kosong (*void*) pada padanan komposit dan meningkatkan energi bentur karena terbentuk sebuah interaksi yang baik antar matriks.

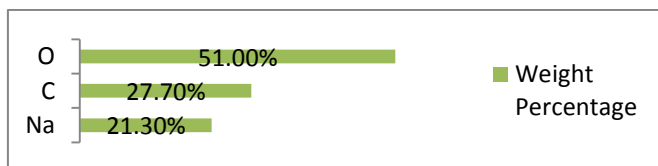


Gambar 7. (1) Morfologi Permukaan Film Bioplastik (variabel E) dengan Perbesaran 1000x. (2) 5000x.

Pada sampel bioplastik dominan kandungan selulosa ini terlihat terdapat patahan transversal (*transverse fracture*). *Transverse fracture* ini diduga dapat disebabkan karena struktur penyusun kompositnya (selulosa) dan juga serangkaian proses yang terlibat dalam pembentukan plastik tersebut. Faktor yang menyebabkan munculnya patahan transversal ini kemungkinan antara lain, kehomogenisan larutan, proses gelatinisasi, dan tahap *solution casting*. Pada Gambar 8 di bawah ini sampel dengan komposisi bahan pengisi rasio variabel B menunjukkan distribusi campuran protein-selulosa yang homogen. Penyebaran yang merata antara protein-selulosa menghasilkan foto hasil permukaan yang baik diantara 2 sampel lainnya. Ketebalan film semakin meningkat dengan penambahan bahan pengisi komposit, hal ini terlihat dari gumpalan yang terbentuk. Pada gambar (1) variabel C selulosa dengan perbesaran 5000x terlihat bercak putih pada hasil fotonya. Sama seperti hal sebelumnya, bercak putih ini diduga adalah udara yang terperangkap akibat proses gelatinisasi.



Gambar 8. (1) Morfologi Permukaan Film Bioplastik (variabel C) dengan Perbesaran 1000x. (2) 5000x.



Gambar 9. Persentase Kandungan Unsur Film Bioplastik variabel C

Badan Standarisasi Nasional (BSN) mengeluarkan standarisasi nasional tentang Kantong Plastik Mudah Terurai pada tahun 2014 dengan kode acuan SNI 7818:2014. Pada SNI 7818:2014 menerangkan syarat mutu kantong plastik mudah terurai.

Tabel 2. Syarat Mutu Kantong Plastik Mudah Terurai

Uraian	Satuan	Persyaratan
Kandungan Logam Berat		
- Kadmiun (Cd)		
- Timbal (Pb)		
- Merkuri (Hg)	bpj	Total maksimal 100
- Krom Valensi (Cr ⁶⁺)		

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2014)

Berdasarkan data syarat mutu kantong plastik mudah terurai yang mengacu pada SNI 7818:2014, hasil film bioplastik dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi kantong plastik yang mudah terurai. Tidak terdapatnya kandungan logam berat pada film plastik yang dihasilkan karena bahan dasar penyusun bioplastik ini dari berasal dari alam (kedelai dan tebu).

4. KESIMPULAN

1. Hubungan sifat mekanik berdasarkan masing – masing bahan:
 - a. Semakin banyak penambahan protein, maka semakin rendah kuat tarik yang dihasilkan namun semakin tinggi nilai elongasinya.
 - b. Semakin banyak penambahan selulosa, maka semakin tinggi kuat tarik yang dihasilkan, namun semakin rendah nilai elongasinya.
2. Hubungan sifat biodegradasi berdasarkan masing – masing bahan:
 - a. Semakin banyak penambahan protein, maka semakin cepat film bioplastik terurai di dalam tanah.
 - b. Semakin banyak penambahan selulosa, maka semakin lama film bioplastik terurai di dalam tanah.
3. Waktu pengeringan optimum untuk parameter sifat mekanik dan biodegradabilitas adalah waktu pengeringan 10 jam. Berdasarkan parameter analisisnya, komposisi dan kondisi terbaiknya masing-masing:
 - a. Kuat tarik : Protein 0% : Selulosa 100% (%w/w), 10 jam
 - b. Elongasi : Protein 100% : Selulosa 0% (%w/w), 10 jam
 - c. Biodegradasi : Protein 50% : Selulosa 50% (%w/w), 10 jam
 - d. SEM : Protein 50% : Selulosa 50% (%w/w), 10 jamMaka dari itu, disimpulkan rasio campuran film bioplastik terbaik adalah rasio ampas tahu dan ampas tebu pada 50% : 50% (%w/w) dengan nilai kuat tarik 0,44258 MPa, elongasi 2,07 dan fraksi massa terakhir 52,84%.
4. Berdasarkan SNI 7818:2014 tentang Kantong Plastik Mudah Terurai, dalam penelitian ini diambil tiga baku mutu (Kuat Tarik, Kemuluran/Elongasi, dan Kandungan Logam Berat) sebagai acuan normatif. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh satu baku mutu yang sesuai dengan standar SNI 7818:2014 yaitu Kandungan Logam Berat.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Erfan. 2012. Sintesa Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO Dan Penguat Alami Kitosan. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Andriyanti, Wiwien., Suryanti., Ngasifudin. 2012. Pembuatan Dan Karakteristik Superabsorbent Dari Ampas Tebu . Jurnal . Pusat Teknologi Akselerator Dan Proses Bahan *ISSN 1411-1349*.
- Anonim. 2014. Kantong Plastik Mudah Terurai. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Juari. 2006. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Poly-3-Hidroksialkanoat (PHA) yang Dihasilkan Ralstonia Eutropha pada Hidrolisat Pati Sagu dengan Penambahan Dimetil Ftalat (DMF). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Novayanty. 2015. Penggunaan Polister Amida Pada Bioplastik Protein Kedelai dari Limbah Padat Industri Tahu Dengan Gliserol Sebagai Pemplastis. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Pretty, Eka. 2014. Selulosa Mikrofibril dari Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Film Plastik. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Wahyu, Arief. 2013. Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik *Biodegradable* Dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe Vera*)-Kitosan. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Yuslinawati. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Sifat-Sifat Fungsional Protein Ampas Tahu. Skripsi, Institut Pertanian Bogor.