

## **Pengaruh Simultan Parameter Suhu dan Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kuantitas dan Kualitas Hasil *Cellulose Powder* pada Proses Delignifikasi Tongkol Jagung**

**Supranto Supranto; Ahmad Tawfiequrrahman; Dedi Eko Yunanto; Claudino de Almeida Cabral; dan Ahmad Hanafi**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
e-mail: supranto@chemeng.ugm.ac.id

### **Abstrak**

*Jagung merupakan sumber karbohidrat ketiga di Indonesia setelah padi dan ketela. Produksi jagung Indonesia meningkat terus menerus selama 10 tahun terakhir, yang diikuti dengan konsekuensi meningkatnya tongkol jagung sebagai produk ikutan pertanian jagung. Jumlah tongkol jagung dapat mencapai 40% dari produksi jagung. Fakta ini menunjukkan semakin tinggi potensi tongkol jagung untuk dapat dimanfaatkan bagi penunjang kehidupan manusia. Pemanfaatan tongkol jagung secara langsung sebagai bahan bakar maupun tidak langsung, yaitu melalui tahapan proses fisika dan kimia, sebelum dimanfaatkan langsung, telah mulai banyak menarik perhatian. Penelitian ini dimaksudkan untuk menambah informasi pengolahan tongkol jagung menghasilkan selulosa powder yang dapat digunakan sebagai cellulose gel, selulose membrane filter penjernihan air maupun sebagai bahan baku turunan senyawa selulosa, seperti selulosa asetat, carboxy methyl cellulose dan nitro selulosa.*

*Proses pengolahan tongkol jagung menjadi cellulose powder dilakukan dalam tiga tahapan proses, masing-masing untuk menghilangkan komponen hemiselulosa, lignin dan warna dalam tongkol jagung. Proses tahap pertama menggunakan larutan asam nitrat 7,5% pada suhu 80°C selama 2 jam, dilanjutkan dengan proses tahap kedua menggunakan larutan NaOH selama 2 jam dengan variasi suhu 80 sampai 100°C dan variasi konsentrasi NaOH dari 1 N sampai 3 N dan selanjutnya proses tahap ketiga menggunakan hydrogen peroksida dengan konsentrasi 4%, suhu 80°C dan waktu 2 Jam. Keberhasilan proses diidentifikasi dengan kuantitas dan kualitas hasil cellulose powder.*

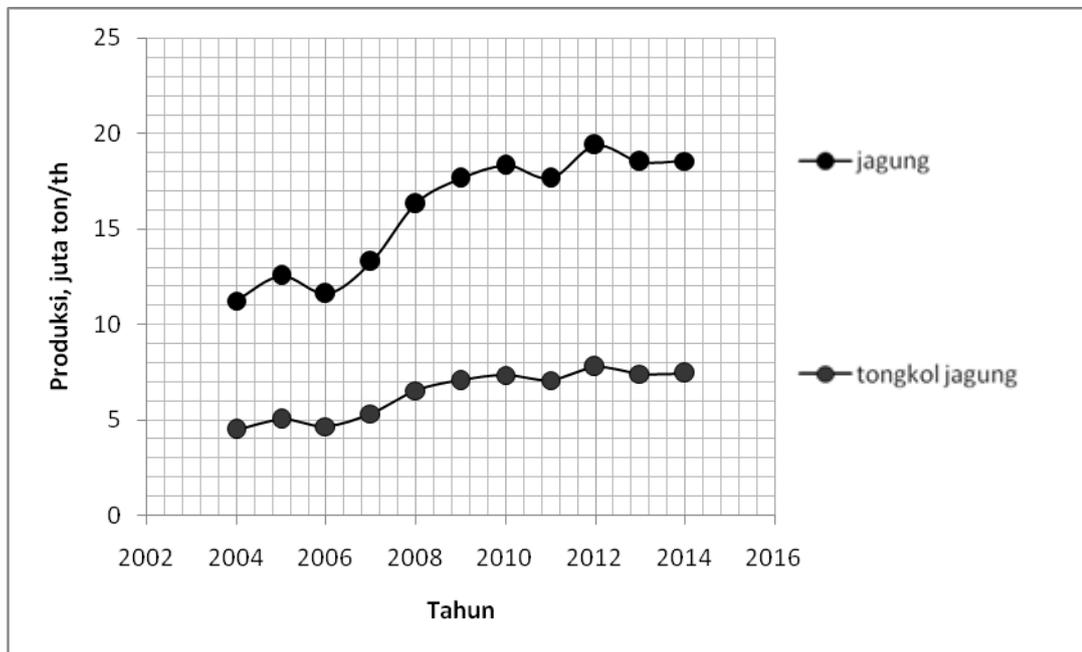
*Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi proses yang baik dalam tahap proses delignifikasi adalah suhu antara 85 sampai 95°C dan konsentrasi NaOH antara 1,25 N sampai 2 N. Produk pengolahan dari tongkol jagung, dengan proses tiga tahap ini diperoleh hasil cellulose powder warna putih dengan kadar  $\alpha$  selulosa sekitar 88 sampai 90%, dengan yield investor sekitar 30% dan yield akademik sekitar 80%.*

**Katakunci:** *Tongkol jagung, cellulose powder, hidrolisis, delignifikasi, bleaching*

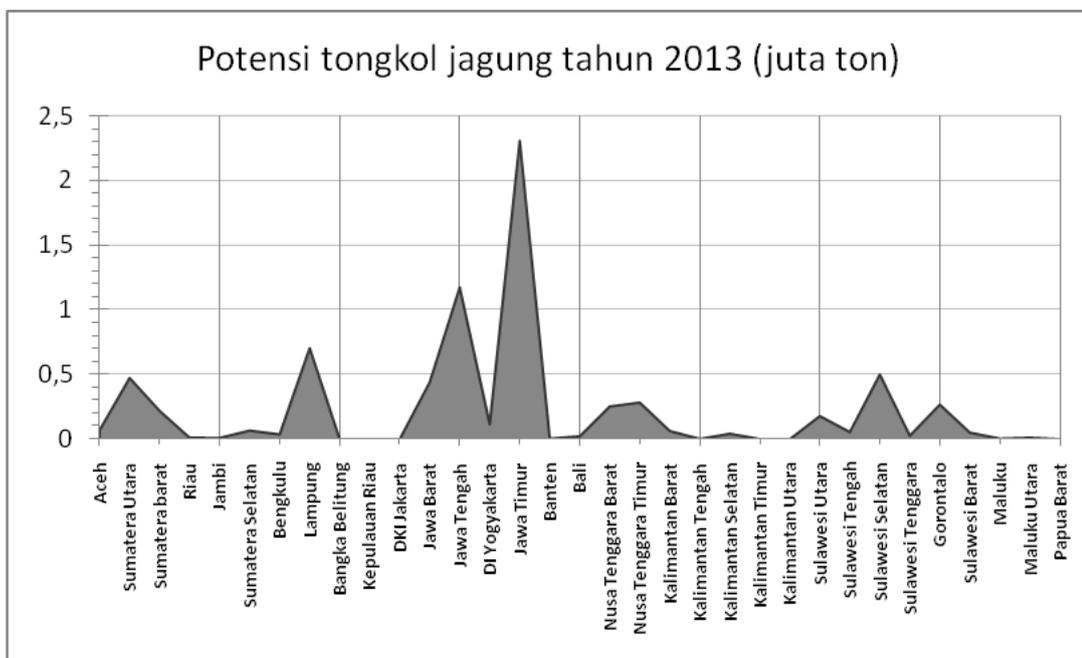
### **1. PENDAHULUAN**

Jagung (*Zea Mays*) merupakan tanaman sumber karbohidrat di Indonesia yang beriklim tropis, dengan total produksi nomor tiga setelah padi dan ketela, dengan siklus hidup 3 sampai 5 bulan. Meskipun jagung tidak merupakan sumber karbohidrat utama di Indonesia, namun produksi jagung dari tahun ke tahun selalu meningkat, dari sekitar 11 juta ton per tahun di 2004 menjadi 18 juta ton per tahun di 2014. Kenaikan produksi jagung selalu diikuti dengan kenaikan produksi tongkol jagung, yang jumlahnya sekitar 40% dari total produksi jagung. Diperkirakan di tahun 2014, produksi tongkol jagung dapat mencapai jumlah mendekati 7,5 juta ton, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1 (BPS, 2014). Produksi jagung di Indonesia pada tahun 2013 tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan enam propinsi produsen jagung tertinggi yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sulawesi Selatan dan Sumatera Utara yang menempati posisi paling potensial sebagai

penghasil jagung, sekaligus penghasil tongkol jagung Indonesia, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Sebagai material nabati yang “renewable”, tongkol jagung memiliki proseppek sangat besar untuk dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.



Gambar 1. Produksi Jagung Indonesia dari Tahun 2004 sampai 2014



Gambar 2. Potensi Ketersediaan Tongkol Jagung di 33 Propinsi Indonesia Tahun 2013

Pemanfaatan tongkol jagung telah dikenal sejak lama. Atkinson (1923) mematenkan temuannya tentang pemanfaatan tongkol jagung sebagai sumber selulose, dengan melakukan proses fisika dengan cara menumbuk dan memecah tongkol jagung dilanjutkan dengan proses kimia dengan melibatkan penggunaan larutan asam pada suhu sekitar 100°C dan diteruskan dengan proses kimia yang melibatkan penggunaan larutan NaOH 1% sampai 2% selama 30 menit sampai 90 menit, diakhiri dengan proses bleaching dengan menggunakan sodium hipoklorit atau calcium hipoklorit (Atkinson, 1923\_Patent US 1472312). Proses ini menjadi acuan banyak peneliti berikutnya untuk mengolah sumber selulosa alam menjadi selulosa dengan konsentrasi tinggi dan warna yang putih bersih. Dengan semakin difahami adanya nilai negatif efek chlorine di lingkungan, penggunaan senyawa kimia khlorid dan hipoklorit, mulai banyak dihindari dengan menggantikannya dengan senyawa kimia lain, seperti oksigen, ozon dan peroksida.

Pemanfaatan tongkol jagung untuk bahan bakar melalui proses karbonisasi dan pembriketan dikemukakan oleh Untooro Budi Surono (Surono, 2010). Surono menyatakan bahwa proses karbonisasi yang dilakukan pada suhu 220°C, 300°C dan 380°C dilanjutkan dengan pembriketan pada tekanan 24,4 MPa, 48,8 MPa, 73,2 MPa, dan 97,6 MPa dapat menghasilkan bahan bakar briket dengan nilai kalor yang tinggi, yaitu sekitar 7000 kKal/kg, dengan kondisi proses yang menghasilkan briket terbaik terjadi pada penggunaan suhu karbonisasi 380°C dan tekanan pembriketan 97,6 MPa.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai pakan Sapi Peranakan Ongole diinformasikan oleh Nusi dkk. (Nusi dkk., 2011). Penggunaan tongkol jagung secara mandiri maupun campuran dengan bahan lain (rumput gajah dan konsentrat) menunjukkan bahwa tongkol jagung dapat digunakan sebagai komponen bahan pakan ternak yang mampu meningkatkan konsumsi pakan, bobot badan ternak dan daya ikat air daging Sapi Peranakan Ongole.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan furfural disampaikan oleh Hidayati (2006). Komponen kimia pentosan yang terdapat dalam tongkol jagung berkisar 30 sampai 32%. Pentosan dalam tongkol jagung dapat dihidrolisis menjadi furfural dengan bantuan HCl 9% sebagai larutan penghidrolisis dengan rasio cair padat 5:1 (v/b), pada suhu 60 sampai 70°C, dengan waktu proses 2 sampai 4 jam. Pada pelaksanaan proses pembuatan furfural, khloroform digunakan untuk memisahkan furfural hasil. Yield sebesar 13 % diperoleh dari kondisi terbaik proses ini.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan baku untuk pembuatan xilan disampaikan oleh Septiningrum dan Apriana (2011). Xylan diproduksi dari tongkol jagung melalui proses yang

melibatkan mikrobia *Bacillus sp.* Serbuk tongkol jagung dengan kadar hemiselulose 30%,  $\alpha$ -selulose 27% lignin 15% dengan total karbon sekitar 40% dan total nitrogen sekitar 2%, direduksi kandungan ligninnya dengan proses kimia delignifikasi dan bleaching, kemudian dilakukan proses lanjut dengan suhu 37°C, pH 8 sampai 10,5 selama 96 jam menggunakan mikrobia *Bacillus circulans*. Kondisi proses yang baik dicapai pada penggunaan rasio padat cair 1:2,5 inokulum sebanyak 10 U/mL, suhu 37°C dan waktu selama 96 jam.

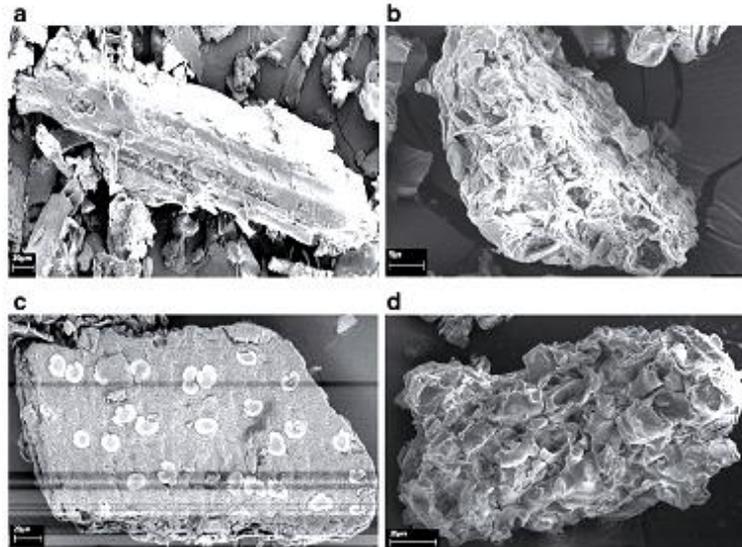
Pemanfaatan hasil olahan tongkol jagung untuk komponen pembuatan film *biopolymer* disampaikan oleh Mikkonen *et al.* (2008). Sifat fisik hasil film *biopolymer* yang dibuat dengan komponen bahan terdiri atas *galactoglucomannan*, *polyvinyl alcohol*, *corn arabianoxylan* dan *konjac glucomannan* dengan *glycerol* sebagai *plasticizer* menunjukkan *tensile strength* yang menurun dengan bertambahnya pemakaian *corn arabianoxylan*. Sifat *tensile strength* film *biopolymer* meningkat dengan meningkatnya pemakaian *galactoglucomannan* dan *polyvinyl alcohol*.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan gel selulosa (*cellulose gel*) disampaikan oleh Shogren dkk (2011). *Cellulose gel* merupakan bahan baku pada pembuatan rayon, benang serat tekstil, film dan komposit. Proses pembuatan *cellulose gel* dari tongkol jagung diawali dengan penghalusan tongkol jagung menjadi partikel kecil lolos screen 2mm, dilanjutkan dengan hidrolisis hemiselulosa dan  $\alpha$  selulosa pada suhu 80°C menggunakan larutan NaOH 1M dengan rasio cair-padat sekitar 10:1 (v/b) selama 2 jam, diteruskan dengan proses bleaching pada suhu 80°C menggunakan larutan NaOCl 0,6% selama 2 jam. Hasil proses keseluruhan diperoleh *cellulose gel* berwarna putih dengan kadar padat 11%.

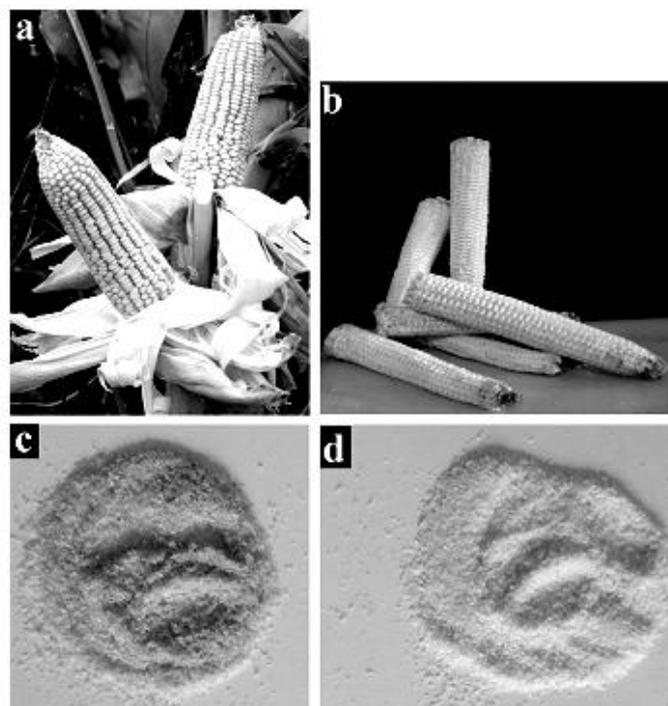
Tongkol jagung (*corn cob*) dan tangkai gandum (*wheat straw*) dilaporkan memiliki potensi besar untuk dipakai sebagai bahan dasar pembuatan *nanofibre* (Kuan dkk., 2011). Nanofibers dari tongkol jagung dan gagang gandum memiliki sifat fisik mikro yang cocok untuk digunakan sebagai *bioactive* dan *functional nano-sized delivery agents*. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan citra SEM *nanofibre* dari tongkol jagung dan gagang gandum yang disampaikan Kuan, dkk (2011).

Pemanfaatan komponen *nanofibre* atau *cellulose nanocrystal* dari tongkol jagung sebagai *nanocomposites* disampaikan oleh Silverio dkk. (2013). Proses pengolahan tongkol jagung menjadi *cellulose nanocrystals* dilakukan melalui tahapan proses hydrolysis hemiselulose dan  $\alpha$  selulose dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 9 M pada suhu 45°C selama 30 sampai 90 menit dengan rasio cair-padat 15:1 (v/b). Hasil *nanocrystal* dari proses ini memiliki *crystalinity* sekitar 83%, diameter partikel sekitar

4 nm dan panjang partikel sekitar 200 nm. Gambar 4 menunjukkan jagung, tongkol jagung dan *nanofibre* yang disampaikan Silverio, dkk (2013).



**Gambar 3.** Citra SEM dari (a) bahan baku gagang gandum, (b) nanofibre gagang gandum, (c) bahan baku tongkol jagung dan (d) nanofibre tongkol jagung. (Sumber : Kuan dkk., 2011).



**Gambar 4.** Foto (a) jagung, (b) tongkol jagung, (c) tepung tongkol jagung dan (d) nanofibre tongkol jagung. (sumber: Silverio dkk, 2013)

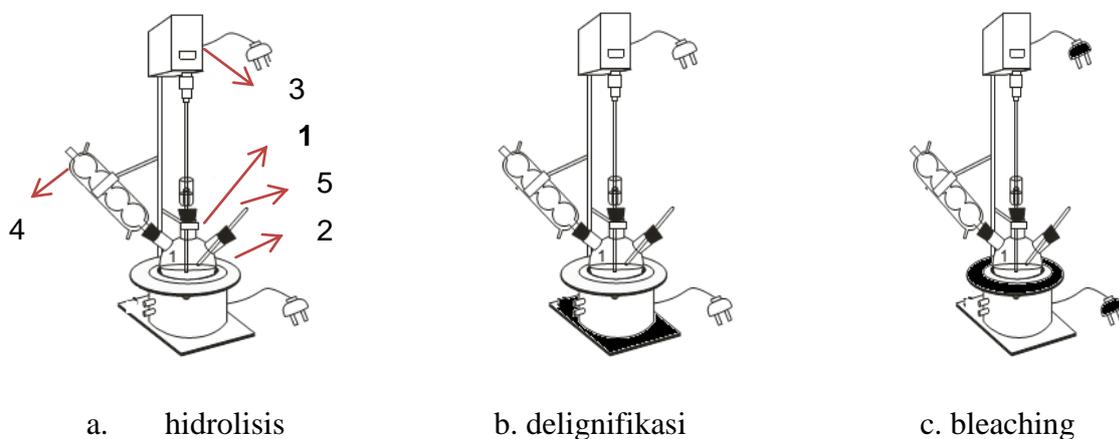
## 2. BAHAN, ALAT DAN METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan

Dalam penelitian ini digunakan bahan kimia untuk proses pengolahan, yaitu larutan  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  dan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  diperoleh dari Laboratorium Konservasi Energi dan Pencegahan Pencemaran, Jurusan Teknik Kimia Fakulras Teknik Universitas Gadjah Mada. Tongkol jagung sebagai bahan baku proses diperoleh dari produk lokal daerah Sleman, Yogyakarta. Tongkol jagung ini setelah dikeringkan dengan sinar matahari, mencapai kadar air dibawah 12%, dilakukan *size reduction* dengan *crusher* dan *screen*, sehingga lolos *screen* 2 mm.

### 2.2. Alat

Proses tahap pertama, tahap kedua dan tahap ketiga menggunakan rangkaian peralatan yang sama, yaitu terdiri atas reactor labu leher tiga 1000 mL yang dilengkapi dengan fasilitas kendali pengadukan, pemanas dan suhu. Gambar 5 menunjukkan rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini.



**Gambar 5.** Rangkaian alat tahap pertama (*hidrolisis*), tahap kedua (*delignifikasi*) dan tahap ketiga (*bleaching*), dengan komponen alat: (1) reaktor labu leher tiga 1000 mL, (2) mantel pemanas listrik 600 W, (3) stirrer terkendali 300 rpm, (4) system pendingin air dan (5) indikator suhu.

### 2.3. Metode

Gambar 6 menunjukkan skema metode proses pengolahan tepung tongkol jagung menjadi *cellulose powder*.

### **Proses hidrolisis hemiselulosa**

Tepung tongkol jagung sejumlah 25 gram dimasukkan ke reactor hidrolisis dan ditambahkan larutan HNO<sub>3</sub> dengan konsentrasi 7,5% dan rasio cair/padat 10:1 (v/b), dipanaskan sampai suhu 80°C dan dijaga konstan selama 2 jam. Hasil padatan dipisahkan dari filtratnya, dicuci dengan air bersuhu 40°C sampai netral. Hasil padatan netral diproses lanjut di reaktor delignifikasi.

### **Proses delignifikasi**

Padatan dari proses hidrolisis dimasukkan ke reaktor delignifikasi dan ditambahkan larutan NaOH dengan konsentrasi dan rasio padat/cair yang divariasi, dipanaskan sampai suhu yang diinginkan dan dijaga konstan selama waktu proses yang ditentukan. Hasil padatan dipisahkan dari filtratnya, dicuci dengan air bersuhu 40°C sampai netral. Hasil padatan netral diproses lanjut di reaktor bleaching.

### **Proses bleaching**

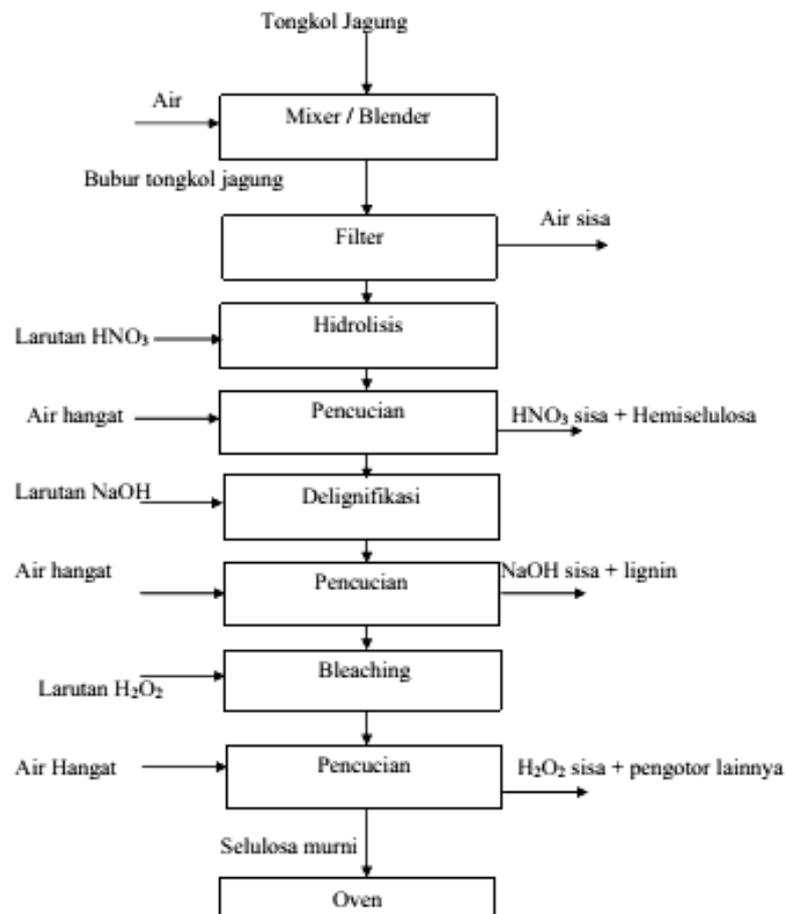
Padatan dari proses delignifikasi dimasukkan ke reaktor bleaching dan ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan konsentrasi dan rasio padat/cair yang divariasi, dipanaskan sampai suhu yang diinginkan dan dijaga konstan selama waktu proses yang ditentukan. Hasil padatan dipisahkan dari filtratnya, dicuci dengan air bersuhu 40°C sampai netral. Hasil padatan netral setelah dikeringkan dalam oven ditetapkan sebagai produk akhir *cellulose powder*, diukur kuantitas dan kualitasnya.

### **Analisis hasil penelitian**

Kuantitas produk cellulose powder diukur dengan penimbangan (*gravimetric*), kemudian direpresentasikan sebagai *yield investor*, yaitu dengan membandingkan kuantita hasil *cellulose powder* dengan kuantita tepung tongkol jagung yang dikenakan proses. Disamping itu kuantita produk juga direpresentasikan sebagai *yield akademik*, yaitu dengan membandingkan kuantita selulosa dalam hasil *cellulose powder* dengan kuantita selulosa dalam tepung tongkol jagung yang dikenakan proses.

Kualitas produk cellulose powder dinilai dengan cara dilihat kenampakan fisik (1) warna hasil *cellulose powder* dibandingkan dengan warna putih HVS standard; (2) struktur partikel dengan cara fotodigital dengan pembesaran 25 kali dan (3) analisa kimia kadar  $\alpha$  selulosa dengan metode Chesson 1987 (Behin, 2008). Prinsip identifikasi kadar  $\alpha$  selulosa metode Chesson 1987 adalah bahwa semua komponen dalam *cellulose powder* selain  $\alpha$

selulosa akan larut dengan rangkaian treatment (a) hidrolisis dengan air pada 100°C selama 1 jam, dilanjutkan (b) hidrolisis dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N pada suhu 100°C selama 1 jam, diteruskan (c) hidrolisis dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% pada suhu 30°C selama 4 jam dan (d) hidrolisis dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N pada suhu 100°C selama 1,5 jam.



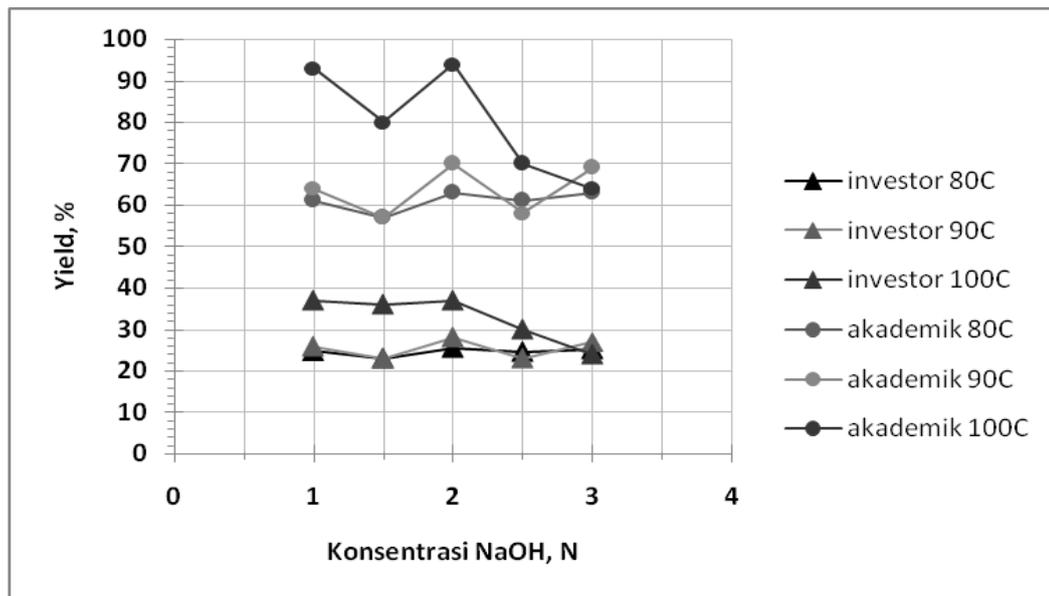
**Gambar 6.** Skema metode proses pengolahan tepung tongkol jagung menjadi *cellulose powder*

### Evaluasi hasil

Penetapan kondisi proses optimal didasarkan pada nilai kuantitas dan kualitas produk yang tinggi. Nilai kuantitas yang tinggi ditunjukkan dengan nilai yield investor dan yield akademik yang tinggi. Nilai kualitas yang tinggi ditunjukkan dengan kadar  $\alpha$  selulose *cellulose powder* hasil. Pengambilan keputusan penetapan kondisi optimal dengan mempertimbangkan aspek kuantitas dan kualitas *cellulose powder* hasil dilakukan dengan metode decision matrix analysis atau metode Grid Analysis ([http://www.mindtools.com/pages/article/newTED\\_03.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTED_03.htm), 2014).

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

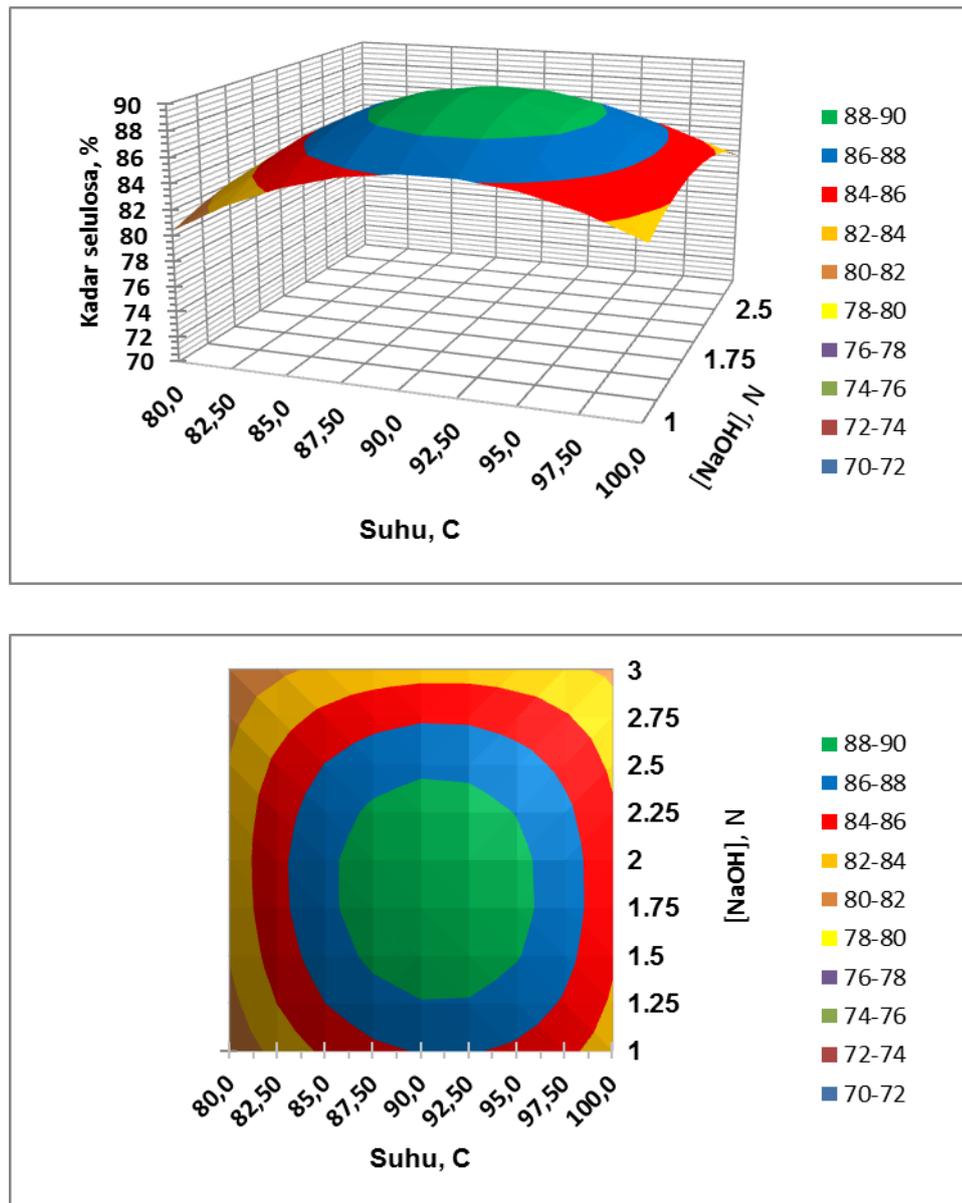
Hasil penelitian dipresentasikan pada Gambar 7 dan gambar 8. Pengaruh konsentrasi NaOH pada perolehan kuantitas hasil *cellulose powder* ditunjukkan pada Gambar 7, dalam bentuk korelasi simultan 2 dimensi antara suhu dan konsentrasi NaOH dengan yield investor dan yield akademik. Suhu yang semakin tinggi memberikan yield yang semakin tinggi. Namun dengan pemakaian konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi, diatas 2,5 N, kuantitas hasil *cellulose powder* cenderung menurun.



**Gambar 7.** Pengaruh parameter konsentrasi NaOH pada kuantitas produk *cellulose powder*.

Penggambaran korelasi antara pengaruh parameter suhu dan konsentrasi NaOH dalam grafik 3 dimensi menunjukkan bahwa, terdapat daerah kondisi optimum proses delignifikasi, dimana pada daerah tersebut kuantitas dan kualitas hasil *cellulose powder* optimal, sedang pada penggunaan kondisi proses diluar daerah tersebut akan memberikan kuantitas dan kualitas hasil *cellulose powder* yang lebih rendah.

Terlihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 bahwa dengan kombinasi simultan suhu antara 85 sampai 95°C dan konsentrasi NaOH 1,25 sampai 2,5 N akan diperoleh kuantitas dan kualitas *cellulose powder* yang optimal, yaitu yield inverstor sekitar 30%, yield akademik sekitar 80% dan kadar  $\alpha$  sellulosa 88 sampai 90%. Kondisi ini dapat ditetapkan sebagai kondisi optimal tahap proses delignifikasi dengan larutan NaOH. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi maupun konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produk *cellulose powder*.



**Gambar 8.** Pengaruh simultan parameter konsentrasi NaOH dan parameter suhu pada kualitas *cellulose powder*.

#### 4. KESIMPULAN

*Cellulose powder* dapat dibuat dari tongkol jagung melalui tahapan proses hidrolisis hemi selulosa dengan larutan  $\text{HNO}_3$ , dilanjutkan proses delignifikasi dengan larutan NaOH dan proses bleaching dengan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . *Cellulose powder* dengan kadar  $\alpha$  selulose sebesar 88 sampai 90% dapat diperoleh dengan kondisi proses yang sesuai, yaitu tahap proses hidrolisis dengan larutan  $\text{HNO}_3$  konsentrasi 7,5 %, pada 80°C selama 2 jam, tahap proses delignifikasi dengan NaOH konsentrasi 1,25 sampai 2 N, pada suhu 85 sampai 95°C selama 2 jam dan proses bleaching dengan larutan

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsentrasi 4%, pada suhu 80°C selama 2 jam. Pada kondisi proses tersebut di atas, yield investor diperoleh sekitar 30% dan yield akademik sekitar 80%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Pemerintah Republik Indonesia diucapkan banyak terima kasih atas dukungan pendanaan pada penelitian ini, melalui Program Riset Desentralisasi – Riset Unggulan Perguruan Tinggi – Riset Unggulan Universitas Gadjah Mada, program kerja tahun 2014.

### DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2014, 12 Agustus 2014, [http://www.bps.go.id/tmn\\_pgn.php?kat=3&id\\_subyek=53&notab=0](http://www.bps.go.id/tmn_pgn.php?kat=3&id_subyek=53&notab=0)
- Atkinson, F.C., 1923, *Corncob Cellulose and Method of Preparation*, US Patent 1472318, United Patent Office
- Untoro Budi Surono, A.B., 2010, *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan*, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4, No. 1, 2010
- Musrifah Nusi, Ristianito Utomo dan Soeparno, 2011, *Pengaruh Penggunaan Tongkol Jagung dalam Complete Feed dan Suplementasi Undergraded Protein terhadap Pertambahan Bobot Badan dan Kualitas Daging pada Sapi Peranakan Ongole*, Buletin Peternakan Vol. 35(3): 1-9, Oktober 2011
- Septiningrum K. dan Apriana C.P., 2011, *Produksi xilanase dari tongkol jagung dengan bioproses menggunakan bacillus circulans untuk pra-pemutihan pulp*, Jurnal Riset Industri 2011, Vol. V, No. 1, 87-97
- Mikkonen, K.S, Yadav, M.P., Cooke P., Willfor S., Hicks K.B., dan Tenkanen M., 2008, *Films from spruce galactoglucomannan blended with poly(vinyl alcohol), corn arabinoxylan and konjac glucomannan*, BioResources 2008, 3(1), 178-191
- Hidayati N., 2006, *Pengolahan Tongkol Jagung sebagai Bahan Pembuatan Furfural*, Jurnal ILMU DASAR, Vol. 8 No. 1 2006 : 45-53
- Shogren R.L., Peterson S.C., Evans K.O. dan Kenar J.A., 2011, *Preparation and characterization of cellulose gels from corn cobs*, Carbohydrate Polymers 86 (2011) 1351– 1357

Kuan C.Y., Yuen K.H., Bhat R. dan Liong M.T., 2011, *Physicochemical characterization of alkali treated fractions from corncob and wheat straw and the production of nanofibres*, Food Research International 44 (2011) 2822–2829

Silvério H.A., Neto N.O.D., Dantas N.O. dan Pasquini D., 2013, *Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from corncob for application as reinforcing agent in nanocomposites*, Industrial Crops and Products 44 (2013) 427– 436

Behin, J., 2008, Dissolving pulp from corn stalk by Kraft Process, Iranian Journal of Chemical Engineering, Vol 5, No. 3

[http://www.mindtools.com/pages/article/newTED\\_03.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTED_03.htm), 13 Agustus 2014: 09.30