

---

# PENGARUH KECEPATAN PUTAR DAN JENIS GEL SORGUM (*Sorghum Bicolor* L. Moench) DALAM PEMEKATAN PATI RESISTEN MELALUI SEL ULTRAFILTRASI BERPENGADUK UNTUK ANTI KOLESTEROL

**Agustine Susilowati, Aspiyanto dan Yati Maryati**

Pusat Penelitian Kimia-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan - 15314

Telepon 021-7560929, Faksimil 021-7560549

e-mail : Agustine\_1408@yahoo.co.id

## Abstrak

Pemekatan serat makanan (*Dietary Fiber*) dari sorgum *Sorghum bicolor* L. Moench yang diperoleh dari ekstraksi secara kimia (gelatinisasi) melalui ultrafiltrasi (UF) sel berpengaduk dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar pengaduk pada gel sorgum dari proses gelatinisasi dengan pH yang semakin meningkat terhadap komposisi konsentrat gel sorgum terutama SDF (*Soluble Dietary Fiber*) yang berfungsi sebagai pati resisten atau pati tak tercernakan untuk anti kolesterol. Pemekatan dilakukan pada gel sorgum dari proses gelatinisasi dengan pH 10, 11, 12, 13 dan 14 menggunakan membran UF 30000 MWCO pada kecepatan putar 200, 300 dan 400 rpm dengan tekanan proses 30 selama 30 menit pada suhu ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar pengaduk akan meningkatkan komposisi retentat pada tingkat alkalinitas gel yang semakin rendah. Kondisi proses optimal berdasarkan SDF tertinggi dicapai pada kecepatan putar 400 rpm selama 30 menit pada gel dari proses gelatinisasi pada pH 10 dengan menghasilkan konsentrat sebagai pati tidak tercernakan (*resistance starch*) dengan konsentrasi SDF, Tannin, Total Padatan, Serat kasar berturut-turut sebesar 5,62 % (b.k), 0,36% (b.k) , 0,79%, 1,19% dan IDF sebesar 2,635% (by difference). Pada kondisi optimal ini dihasilkan perolehan kembali SDF sebesar 60,08% dari TDF sebesar 8,255% pada konsentrasi 30% pati kering whole grain atau rendemen sebesar 27,52% dari whole grain sorgum berdasarkan 100% pati kering.

**Kata kunci :** sorgum, gelatinisasi, serat terlarut (SDF), kecepatan putar pengaduk, ultrafiltrasi.

## Abstract

*Dietary Fiber concentration from sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) extract by gelatinization process (chemical method) through Stirred Ultrafiltration (UF) Cell was aimed to find out effect of rotation speed of stirred cell on gelatinized sorghum gel. pH value becoming more and more high on composition of sorghum gel concentrate, especially Total Dietray Fiber (TDF) and Soluble Dietary Fiber (SDF) functioned as resistance starch for anti cholesterol. Concentrating of gelatinized sorghum gel with pH of 10, 11, 12, 13 and 14 utilized UF membrane of 30,000 MWCO at stirrer rotation speeds of 200, 300 and 400 rpm, room temperature and operation pressure of 30 psia for 30 minutes. The experiment result indicated that rotation speed of high stirrer cell would increase retentate composition at low gel alkalinity level. Based on the highest SDF, optimal process condition was reached at rotation speed of stirrer cell of 400 rpm for 30 minutes using gelatinized gel at pH of 10 produced retentate as resistance starch with concentrations of SDF, Tannin, Total Solids, Crude Fibre of 5.62 % (dry weight), 0.36 % (dry weight), 0.79 %, 1.19 %, and IDF of 2.635 % (by difference). At this optimal process condition was resulted a recovery of SDF of 60.08 % and TDF of 8.255 % at dry starch concentration (whole grain) of 30 % or or rendement of 27.52 % from whole grain sorghum based on 100 % of dry starch.*

**Key Words :** *Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench), dietary fiber (DF), gelatinization, soluble dietary fiber (SDF), ultrafiltration (UF).*

## PENDAHULUAN

Gel sorgum (*Sorghum bicolor* L Moench ) varietas B-100 dari proses gelatinisasi pada whole grain (tepung sorgum tanpa sosok) merupakan gel koloidal sumber serat pangan sebagai TDF (Total Dietary Fiber). TDF merupakan gabungan SDF (Soluble Dietary Fiber/Serat terlarut) dan IDF (Insoluble Dietray Fiber/serat tidak terlarut) [1] yang berperanan masing-masing sebagai anti kolesterol melalui pengikatan asam empedu dan sebagai anti konstipasi. Sorgum varietas B-100 mempunyai komposisi yang lebih baik dengan kandungan serat tinggi yang akan menjadi sumber serat pangan sebagai pangan fungsional untuk anti kolesterol [2]. Pati yang dihasilkan

melalui modifikasi kimia ini dimungkinkan sebagai pati resistan (*resistant starch/RS*), yaitu jenis pati yang tidak tercerna (resistan) dalam saluran sistem pencernaan manusia atau tidak terhidrolisis menjadi D-glucose di dalam usus halus dalam waktu 120 menit setelah pangan dikonsumsi, tetapi akan difermentasi di dalam kolon [3, 4].

Proses pemekatan serat makan sebagai pati resisten dari gel sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) melalui ultrafiltrasi (UF) sel berpengaduk menggunakan membran ultrafiltrasi 30000 MWCO merupakan upaya untuk memperoleh kondisi proses optimum pada skala laboratorium (100-200 mL) yang akan menjadi acuan dalam penggandaan proses pada skala semi pilot melalui modul Labstack (9 Liter). Membran UF dipilih oleh karena serat makanan merupakan komponen berberat molekul tinggi ( $2 \times 10^4 - 10^6$ ) yang diperoleh dari dinding sel bulir/biji sorgum [4] sebagai selulosa atau hemiselulosa. Pada penggunaan membran UF 30000 MWCO, serat tidak terlarut (IDF) dari sorgum dimungkinkan untuk tertahan pada permukaan membran oleh karena berberat molekul >30000 MWCO, sedangkan senyawa lain diantaranya adalah serat terlarut sebagai monosakarida (D-xylan yaitu 1,4-xylosa; D-manan yaitu (1-4)-D-mannosa; D-xyloglukan dan D-galactans yaitu 1-3-D-galaktosa [3]; pigmen warna sorgum (anthocyanine), polifenol/tannin, asam-asam organik, asam-asam amino, vitamin dan mineral dengan kisaran berat molekul <30000 MWCO akan lolos sebagai permeat [5]. Dalam sistem ultrafiltrasi, molekul yang berukuran atau berberat molekul lebih besar dari ukuran pori membran akan tertahan sebagai retentat, sedangkan molekul dengan berat molekul kecil atau berukuran partikel lebih kecil dari pori membran akan lolos dan disebut permeat [6,7]. Kinerja membran dalam pemekatan ini dipengaruhi oleh kondisi proses diantaranya adalah kecepatan putar pengaduk, tekanan proses, jenis dan konsentrasi bahan, suhu dan lamanya proses berlangsung. Gel sorgum yang diperoleh melalui gelatinisasi dengan pH yang berbeda, akan menghasilkan suspensi gel dengan ukuran partikel dan berat molekul yang spesifik sehingga memungkinkan diperolehnya konsentrat dengan komposisi yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi proses pemekatan optimum konsentrat dari gel sorgum untuk pembuatan pati resisten sebagai serat terlarut/SDF pada berbagai pH gelatinisasi sebagai anti kolesterol melalui perbedaan kecepatan putar pengaduk yaitu putar 200, 300 dan 400 rpm menggunakan ultrafiltrasi sel berpengaduk 30000 MWCO pada kondisi tekanan 30 psia, suhu ruang, selama 30 menit terhadap komposisi pekatan (consentrate) dan ekstrak (permeat) sorgum meliputi kandungan SDF, TDF, Tannin, Serat kasar dan Total padatan.

## **METODOLOGI**

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan utama dalam penelitian ini adalah tepung (whole grain) tanpa sosoh dari bulir sorgum (*Sorghum bicolor* L) B -100 yang diperoleh dari PATIR-BATAN [2] dan bahan kimia untuk proses dan analisis. Peralatan proses yang digunakan adalah peralatan penepungan (grinder) dan peralatan ekstraksi serat pangan skala laboratorium yaitu water bath dilengkapi dengan shaker, homogenizer dan instrument analisis utama adalah spektrofotometer dan pH-meter.

### **Rancangan penelitian dan analisis**

Penelitian dilakukan dengan variasi gel sorgum dari gelatinisasi pada pH 10, 11, 12, 13 dan 14 yang dipekatan menggunakan membran Ultrafiltrasi (UF) 30.000 MWCO melalui sel membran berpengaduk [8] selama 30 menit dengan dengan variasi perlakuan kecepatan putar 200, 300 dan 400 rpm pada kondisi proses tetap : tekanan 30 psia, suhu ruang, menggunakan membran Ultrafiltrasi (UF) 30.000 MWCO. Analisis dilakukan terhadap serat kasar (metode Gravimetri), total serat/ TDF (metode Gravimetri), serat larut/ SDF (metode Gravimetri) [9] dan Tanin (metode Folin-Denise) [10].

### **Tahapan proses**

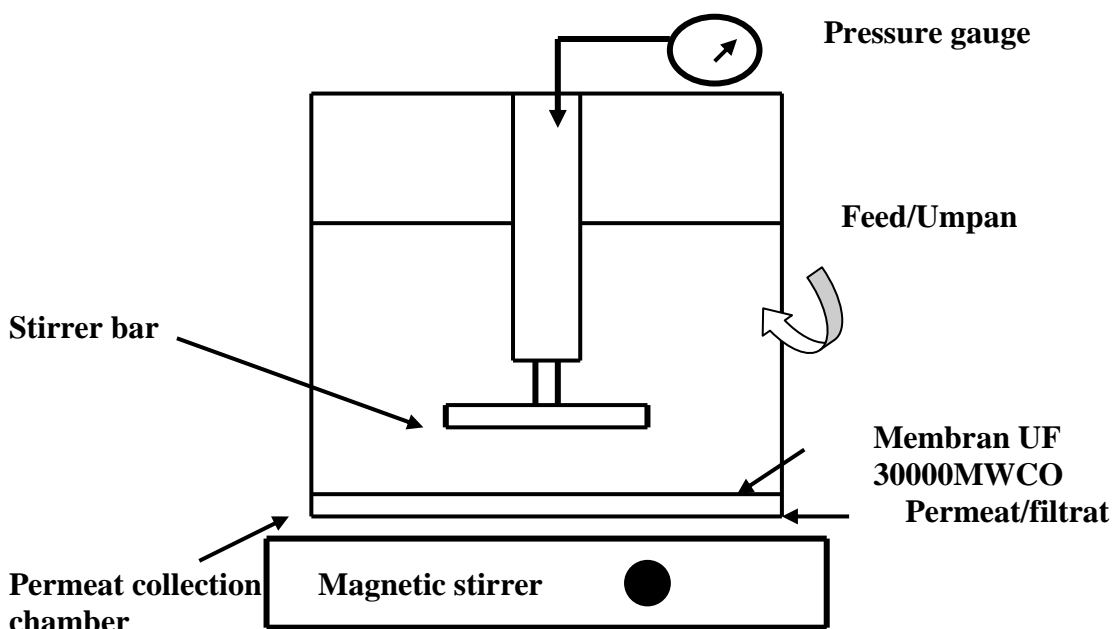
#### **a. Proses Gelatinisasi**

Sejumlah biji sorgum kering dihaluskan melalui food processor sampai dihasilkan tepung sorgum dengan ukuran partikel lolos 80 mesh. Selanjutnya dilakukan pelarutan dalam air pada konsentrasi 30% ( b/v pati kering) dan pengaturan pH berturut-turut 10, 11, 12, 13 dan 14. Proses gelatinisasi dilakukan dalam water bath dilengkapi dengan shaker pada suhu 70°C selama 30 menit disertai pengadukan (140 rpm). Suspensi yang diperoleh selanjutnya diencerkan dengan air pada

rasio 1 bagian suspensi gel dan 10 bagian air. Suspensi ini kemudian dihomogenizer pada kecepatan putar 4000 rpm selama  $\pm 15$  menit dan disaring melalui high frequency separator lolos 200 mesh. Fitrat ini merupakan feed/umpan dalam pemisahan SDF dan IDF dari TDF gel sorgum melalui membran sel ultrafiltrasi berpengaduk (skala laboratorium).

**b. Proses pemisahan serat makanan (Dietary Fibre) melalui ultrafiltrasi (UF) sel berpengaduk**

Sistem UF berupa sel berpengaduk berkapasitas 180 mL diisi dengan umpan/feed yaitu suspensi gel sorgum hasil pemisahan melalui ayakan 200 mesh, kemudian suspensi diaduk dengan kecepatan putar pengaduk 200 rpm dan tekanan 30 psia selama  $\pm 30$  menit dengan mengalirkan gas nitrogen dari tabung nitrogen. Permeat yang lolos ditampung dan dicatat volumenya demikian juga konsentrat yang tersisa dalam wadah untuk selanjutnya dilakukan analisis. Pada akhir proses, membran dalam sel berpengaduk dibilas dengan aquadest dan fluks air melalui membran dicatat pada kondisi tekanan sama selama pemisahan suspensi [8]. Percobaan yang sama dilakukan terhadap suspensi gel sorgum yang lain pada perlakuan proses sesuai rancangan penelitian. Gambar 1 memperlihatkan sistem ultrafiltrasi sel berpengaduk.



Gambar 1. Aransemen internal dari modul membran ultrafiltrasi sel berpengaduk [11].

**c. Proses presipitasi serat terlarut (SDF/Solouable Dietary Fibre)**

Konsentrat dan permeat hasil pemisahan suspensi gel melalui membran sel ultrafiltrasi berpengaduk selanjutnya dilarutkan pada 4 volume etanol 95%, disaring, dicuci dengan etanol 78% 3x, etanol 95% 2x dan aseton 2x [9]. Komponen yang tercuci selanjutnya dikeringkan selama 2-3 jam pada suhu 105 °C dan serbuk kering yang terbentuk merupakan serat terlarut (SDF) murni. Dalam analisa ini diketahui bahwa permeat melalui pelarutan dengan etanol 95% tidak menghasilkan presipitat sehingga disimpulkan bahwa hanya pada retentat terdapat serat terlarut (SDF). Skema proses seluruhnya untuk perolehan serat terlarut dan tidak terlarut ditunjukkan dalam Lampiran pada Gambar 8.

**HASIL PENELITIAN**

**1. Karakteristik Gel sorgum B-100 sebagai feed (umpan).**

Gel koloidal yang dihasilkan pada proses gelatinisasi whole grain sorgum B-100 pada suhu 70°C selama 30 menit dari tepung (whole grain) sorgum pada konsentrasi 30% menunjukkan sifat fisik yang berbeda. Semakin tinggi alkalinitas gelatinisasi menghasilkan gel yang semakin padat, dengan warna yang semakin gelap (merah tua keunguan). Konsistensi gel tampak kenyal

pada pH gelatinisasi 10 dan semakin tinggi alkalinitas akan semakin padat. Pada pH 14, tekstur gel menjadi semakin keras menyerupai gum/puding. Komposisi gel sorgum B-100 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Gel sorgum B-100 dari proses gelatinisasi pada berbagai tingkat alkalinitas pada 70°C selama 30 menit dengan konsentrasi 30% (b/b pati kering).

Komposisi	Jenis Gel sorgum (pH)				
	10	11	12	13	14
Air (%)	19.07155	20.95999	19.23077	17.27742	15.59728
Pati (%)	9.8334	5.47956	2.05236	3.96	2.0952
Abu (%)	0,125	0,2748	0,2328	0,1881	0,2161
Gula Pereduksi (mg/g)	10.93	6.09	2,280	4.40	2,33
Total Protein (%)	7,13	6,63	5,84	4,47	4,62
Lemak (%)	0,11	0,06	0,04	0,13	0,08
Serat Kasar (%)	0.15	0.33	0.81	0.28	0.06
Total Serat Makanan (TDF) (%)	8,255	18,189	15,542	12,745	14,615
Polifenol (%)	0.01985	0.07045	0.10655	0.10875	0.1351

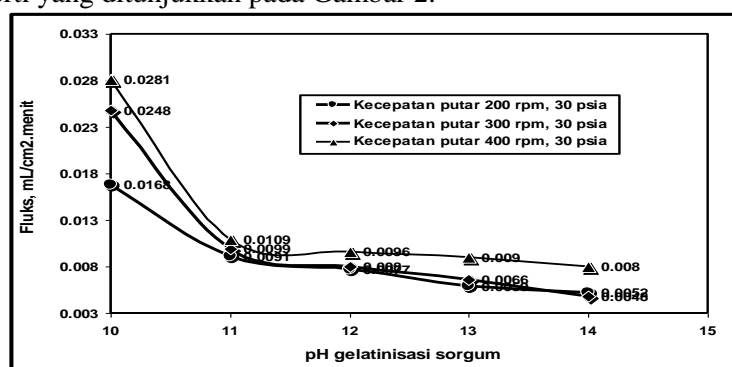
Proses homogenisasi selama 15 menit pada kecepatan putar 4000 rpm menghasilkan suspensi kental, berwarna antara coklat sampai dengan biru-keunguan. Semakin tinggi alkalinitas akan menghasilkan suspensi yang semakin gelap. Proses homogenisasi dilakukan untuk memperkecil ukuran partikel gel menjadi partikel pati tidak tercernakan yang kecil. Perolehan suspensi ini kemudian difiltrasi melalui High Separator Frequency selama 15 menit lolos 200 mesh untuk memperoleh suspensi pati tidak tercernakan (pati resistan) sebagai umpan/feed dalam pemekatan pati tidak tercernakan sebagai serat makanan terlarut (SDF) dan tak terlarut (IDF). Komposisi suspensi gel sebagai feed ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi gel sorgum B-100 lolos 200 mesh sebagai feed (umpan) dalam proses pemekatan serat makanan (SDF/IDF) melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk 30000 MWCO.

Komposisi	Jenis Gel sorgum (pH) lolos 200 mesh				
	10	11	12	13	14
Padatan kering (%)	1.69	1.78	1.88	1.7	1.7
Pati (%)	28.66	8.18	6.6	4.32	6.64
Gula Pereduksi (mg/g)	31.85	7.33	9.09	4.80	7.37
Serat Kasar (%)	0.09	0.01	0.31	0.32	0.20
Polifenol (%)	1.6898	1.8847	1.6973	1.7860	1.6973

## 2. Pengaruh kondisi proses pemekatan terhadap kinerja membran

Proses pemekatan serat pangan melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk pada kecepatan putar 200, 300 dan 400 rpm, tekanan proses 30 dan 40 psia, suhu ruang pada suspensi gel sorgum dari gelatinisasi dengan pH 10, 11, 12, 13 dan 14 menghasilkan fluks, yaitu sejumlah bagian dari larutan/suspensi yang lolos dari membran [6] yang semakin menurun sejalan dengan perlakuan pH gelatinisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



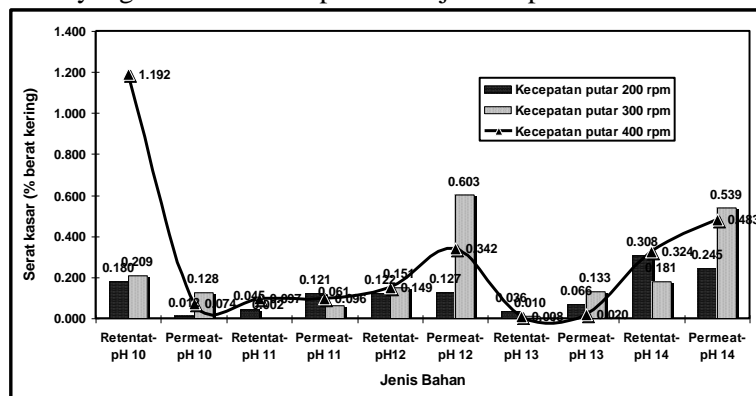
Gambar 2. Hubungan kecepatan putar dengan pH gelatinisasi sorgum terhadap fluks dalam pemekatan serat makanan melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk.

Tampak bahwa fluks pada ketiga perlakuan kecepatan putar pengaduk tersebut menurun sejalan dengan peningkatan pH gelatinisasi. Fluks optimum terjadi pada perlakuan gelatinisasi dengan pH 10 pada kecepatan putar pengaduk 400 rpm yang lebih tinggi (0,0281 mL/cm<sup>2</sup>.menit) dari pada gelatinisasi pada pH 11, 12,13 dan 14 pada seluruh perlakuan. Fluks bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah tekanan proses, kecepatan putar pengaduk dan jenis bahan dimana konsentrasi total padatan akan berpengaruh terhadap viskositas secara keseluruhan. Total padatan gel sorgum pada pH 10 (1,69%) adalah terendah dibandingkan dengan gel sorgum pada pH 11, 12, 13 dan 14 berturut-turut sebesar 1,78, 1,88, 1,7 dan 1,7%. Pada kecepatan putar yang semakin tinggi akan meningkatkan fluks atau semakin tinggi permeat yang lolos sehingga laju alir bahan akan lebih cepat dari pada bahan dengan total padatan yang lebih tinggi. Interaksi antara perlakuan tekanan proses dan waktu proses yang sama (30 psia, 30 menit) dengan konsentrasi bahan dan kecepatan putar pengaduk yang berbeda akan menyebabkan polarisasi partikel gel pada permukaan membran yang berbeda. Semakin tinggi kecepatan putar akan semakin besar gaya dorong yang menyebabkan partikel gel akan lebih terkonsentrasi pada permukaan membran. Suspensi dengan kandungan total padatan yang rendah atau kandungan air yang tinggi yang tinggi akan lebih mudah untuk lolos dan gel dengan ukuran partikel atau BM yang semakin besar akan semakin sulit untuk lolos dari permukaan membran. Total padatan merupakan komponen polisakarida berupa selulosa/hemiselulosa kecuali lignin dengan perkiraan BM > 20.000-2.000.000 Da [4].

### 3. Pengaruh kondisi proses pemekatan terhadap komposisi.

#### a. Serat kasar

Serat kasar merupakan bagian dari seluruh komponen serat sorgum yang dapat dihidrolisis oleh asam kuat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan asumsi bahwa komponen-komponen tersebut adalah seluruh komponen yang juga dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan [12, 4]. Protein, Lemak, mineral dan seluruh komponen sorgum yang dapat dihidrolisis oleh asam kuat/enzim termasuk dalam serat kasar, sehingga serat terlarut/SDF dan serat tidak terlarut/IDF tidak termasuk sebagai serat kasar. Proses pemekatan serat pangan dari gel sorgum dari proses gelatinisasi pada pH 10, 11, 12, 13 dan 14 melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk menghasilkan retentat dan permeat dengan kandungan serat kasar yang berfluktuatif seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



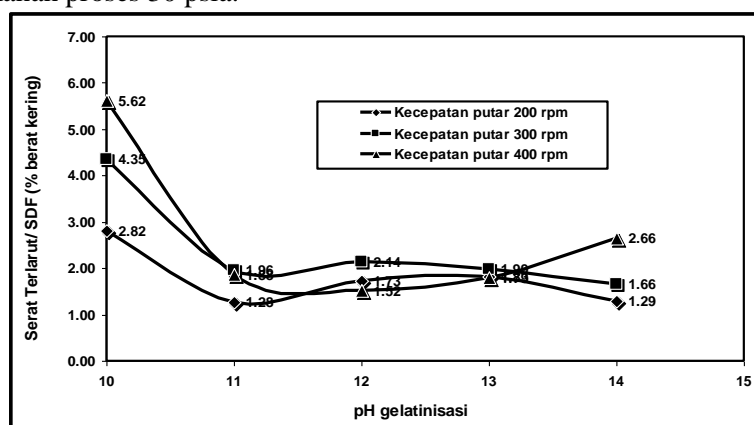
Gambar 3. Hubungan antara kecepatan putar pengaduk dan hasil pemekatan gel sorgum pada berbagai pH gelatinisasi terhadap kandungan serat kasar melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk.

Retentat menghasilkan serat kasar lebih tinggi dari pada permeat pada gel dari pH 10, namun secara keseluruhan serat kasar lebih banyak lolos dalam permeat dari pada tertahan pada retentat pada gel dengan pH yang lebih tinggi. Dengan kata lain, semakin tinggi pH gelatinisasi akan menghasilkan gel dengan serat kasar dengan BM < 30000 MWCO oleh karena lolos pada membran UF 30000 MWCO. Hal ini kemungkinan selain disebabkan ukuran partikel gel sebagai serat kasar yang lebih besar dari 30000 MWCO juga kemungkinan terjadinya 'fouling' dimana terbentuk 'cake' [13] pada permukaan membran sehingga menahan komponen untuk lolos meskipun BM komponen polisakarida tersebut <30000 MWCO. Serat kasar merupakan akumulasi dari seluruh komponen gel

sorgum yang dapat dihidrolisis oleh asam kuat ( $H_2SO_4$ ) dan menjadi parameter komposisi keseluruhan serat sorgum [12]. Dalam proses pemekatan ini, tampak bahwa kecepatan putar sel berpengaduk 400 rpm menghasilkan konsentrasi serat kasar pada retentat yang lebih tinggi (1,1291%) dari pada kecepatan putar 200 (0,180%) dan 300 rpm (0,209%) pada gel dengan pH 10. Dari telaah pengaruh kondisi proses pemisahan (kecepatan putar, tekanan dan jenis gel) terhadap kandungan serat kasar diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan putar akan semakin tinggi tingkat pemekatan serat kasar. Gel dengan pH gelatinisasi 10 menghasilkan serat kasar optimum pada retentat sebesar 1,1921 pada tekanan proses 30 psia dengan kecepatan putar 400 rpm, dengan kata lain gel pada pH 10 mengandung komponen yang dapat dihidrolisis oleh asam kuat lebih tinggi dari pada gel sorgum yang lain. Dibandingkan dengan konsentrasi serat kasar dalam feed/umpan sebelum proses, proses pemekatan melalui UF sel berpengaduk pada kondisi optimum (gel pH 10) mampu meningkatkan serat kasar dalam retentat sebesar 92,55% dari feed sebesar 0,0888 % b.k menjadi 1,1921 % b.k.

### b.Serat terlarut (SDF)

Pemekatan serat makanan dari gel sorgum dengan pH gelatinisasi 10, 11, 12, 13 dan 14 dengan kecepatan putar 200, 300 dan 400 rpm pada tekanan proses 30 psia melalui membran ultrafiltrasi sel berpengaduk dengan UF 30000 MWCO menghasilkan retentat dengan kandungan serat terlarut/SDF yang bervariasi. Pada permeat tidak terdeteksi adanya serat terlarut yang ditunjukkan dengan tidak terbentuknya presipitat pada penambahan etanol, sehingga diketahui SDF hanya terdapat pada retentat. Diduga, permeat hanya mengandung komponen-komponen organik, mineral dan lain-lain dengan berat molekul < 30000 MWCO. Gambar 4 memperlihatkan pengaruh kecepatan putar pengaduk pada gel dengan berbagai pH gelatinisasi terhadap kandungan serat terlarut pada tekanan proses 30 psia.



Gambar 4. Hubungan antara kecepatan putar pengaduk dan hasil pemekatan gel sorgum pada berbagai pH gelatinisasi terhadap kandungan serat terlarut melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk.

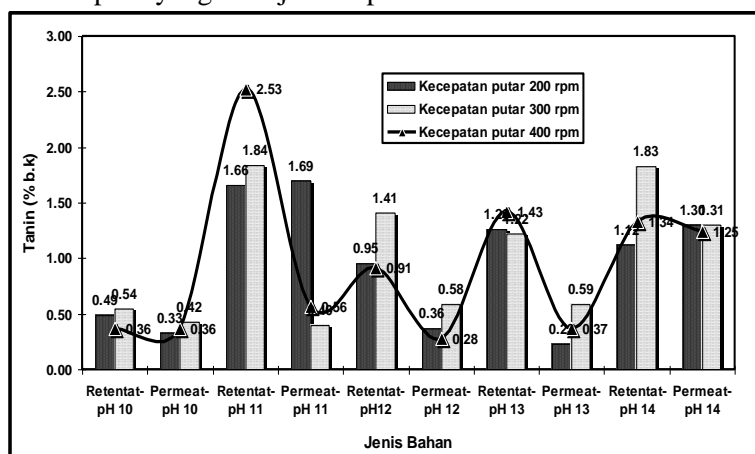
Gel pada pH gelatinisasi 10 menghasilkan serat terlarut tertinggi dibandingkan gel yang lain pada seluruh perlakuan kecepatan putar pengaduk. Optimisasi kecepatan putar tampak pada gel dengan pH gelatinisasi 10 dan 14 dimana semakin tinggi kecepatan putar pengaduk akan semakin tinggi perolehan serat terlarut gel masing-masing menghasilkan serat terlarut 5,62 dan 2,66% berat kering pada kecepatan putar pengaduk 400 rpm. Pada gelatinisasi dengan pH 11, 12 dan 13, optimisasi dicapai pada kecepatan putar 300 rpm berturut-turut menghasilkan serat terlarut 1,95, 2,13 dan 2,0% berat kering. Diduga, serat terlarut gel sorgum yang merupakan bagian dari selulosa sebagai D-xylan yaitu 1-4  $\beta$  xylosa, D-manan yaitu (1-4)  $\beta$ -D-mannosa, D-xyloglukan dan D-galactans yaitu 1-3  $\beta$ -D-galaktosa [14] memiliki perbedaan berat molekul dan ukuran partikel, sehingga oleh interaksinya dengan kondisi operasi pemisahan (kecepatan putar, tekanan) menghasilkan optimisasi pemisahan serat terlarut yang berbeda.

Dari keseluruhan telaah pemekatan serat terlarut melalui membran ultrafiltrasi sel berpengaduk diketahui bahwa gelatinisasi dengan pH yang semakin alkali dengan tekanan proses dan kecepatan putar pengaduk yang semakin tinggi akan memungkinkan penurunan perolehan

serat terlarut gel sorgum. Optimisasi proses pemekatan serat terlarut dicapai pada gel dari pH gelatinisasi 10 pada kecepatan putar 400 rpm, tekanan proses 30 dengan menghasilkan serat terlarut sebesar 5,62% (b.k).

### c. Tanin sebagai polifenol

Tanin dalam sorgum merupakan komponen bioaktif yang menjadi kendala dalam fungsinya sebagai makanan sumber karbohidrat dan protein bagi pertumbuhan badan dan kesehatan oleh karena komponen ini dapat menghambat aktifitas enzim amylase dan protease sehingga penyerapan karbohidrat dan protein terhambat [12]. Untuk kebutuhan gizi, kandungan tannin yang aman dalam sorgum untuk dikonsumsi berkisar antara 0,3-3% [15]. Dilain hal, komponen ini juga merupakan komponen bioaktif yang dapat menghambat terjadinya penyakit diabetes dan obesitas oleh karena kemampuan menghambat penyerapan karbohidrat, lemak dan protein [16]. Sebagai pati resistan berserat tinggi, konsentrasi tannin tidak menjadi halangan untuk peranannya sebagai anti kolesterol. Gelatinisasi whole grain sorgum dengan pH yang semakin meningkat secara keseluruhan menghasilkan gel dengan tanin yang semakin meningkat yang diduga disebabkan terjadinya reaksi alkali pada senyawa fenol seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Pemekatan gel sorgum melalui membran UF 30000 MWCO pada kecepatan putar 200, 300 dan 400 rpm, tekanan 30 psia untuk perolehan pati resisten berserat tinggi menghasilkan retentat dengan kandungan tannin yang fluktuatif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



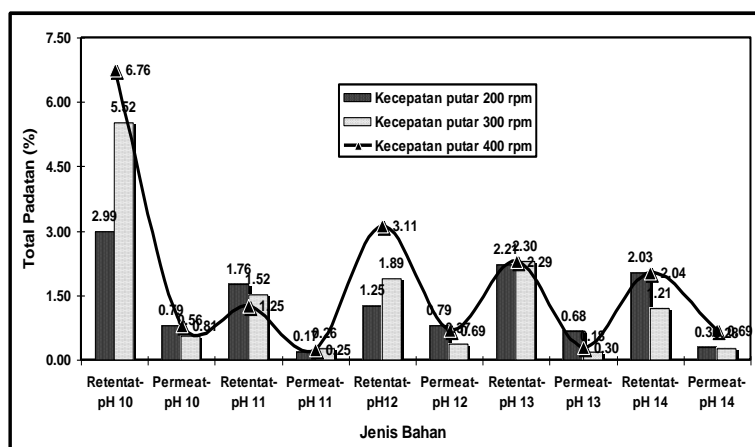
Gambar 5. Hubungan antara kecepatan putar pengaduk dan hasil pemekatan gel sorgum pada berbagai pH gelatinisasi terhadap kandungan tanin melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk.

Gel sorgum dengan pH 10 menghasilkan pemisahan tannin terendah (0,36% b.k) baik pada retentat maupun permeat pada kecepatan putar 400 rpm. Seharusnya tannin akan lebih banyak lolos dalam permeat oleh karena memiliki BM berkisar antara 200-600 Da [17]. Kemungkinan senyawa ini mengalami 'fouling' dan terikat dengan komponen yang lain sehingga tertahan dan terperangkap lebih banyak pada retentat dari pada lolos dalam permeat. Dibandingkan dengan konsentrasi tannin dalam feed/umpan sebelum proses, proses pemekatan gel sorgum melalui UF ini menunjukkan bahwa pada kondisi optimum (gel pH 10) dengan kecepatan putar 400 rpm, tekanan 30 psia mampu mereduksi tannin dalam retentat dan permeat masing-masing sebesar 78,7% dan 78,7% dari feed (1,69% b.k) menjadi 0,36% b.k (retentat) dan 0,36% b.k (permeat).

### d. Total Padatan

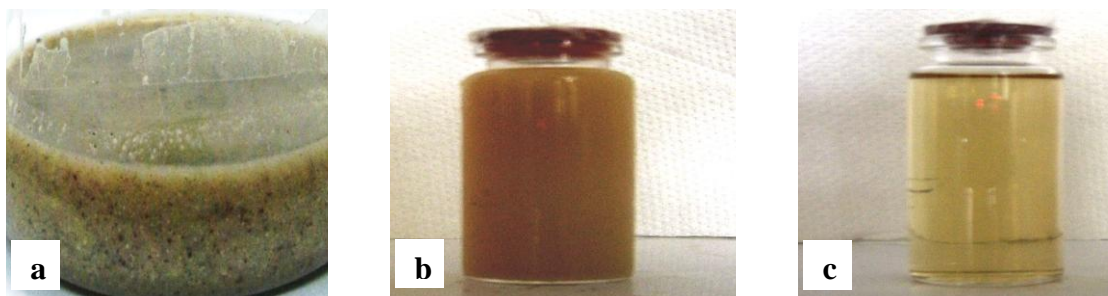
Total padatan merupakan akumulasi dari seluruh komponen gel sorgum (protein, lemak, karbohidrat, mineral, bahan-bahan organik dan lain-lain) baik terlarut maupun tidak terlarut yang menjadi parameter kinerja membran terhadap komposisi keseluruhan gel sorgum. Pemekatan gel sorgum untuk perolehan pati resisten berserat tinggi dengan pH gelatinisasi yang semakin meningkat pada tekanan operasi 30 psia, kecepatan putar pengaduk 200, 300 dan 400 rpm melalui UF 30000 MWCO pada membran UF sel berpengaduk menghasilkan pemisahan yang sempurna dimana total padatan lebih banyak tertahan pada retentat dari pada lolos dalam permeat untuk

seluruh perlakuan proses seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Hal ini dimungkinkan oleh karena polisakarida gel sebagai SDF maupun IDF berupa molekul linier dari  $\alpha$ -1,4-D-glukan yang secara esensial diturunkan dari retrogradasi fraksi amilosa serta memiliki berat molekul yang cukup tinggi ( $1,2 \times 10^5$  Da) [2]. atau  $>300000$  MWCO sehingga tertahan pada permukaan membran UF. Secara keseluruhan sistem ultrafiltrasi menghasilkan total padatan yang lebih tinggi konsentrasinya pada retentat dari pada dalam permeat untuk seluruh perlakuan kecepatan putar pengaduk pada seluruh gel sorgum. Semakin tinggi kecepatan putar pengaduk akan semakin tinggi perolehan total padatan, dilain hal semakin tinggi pH gelatinisasi akan semakin rendah perolehan total padatan pada retentat. Optimisasi proses terhadap total padatan dicapai pada kecepatan putar 400 rpm pada gel dari gelatinisasi dengan pH 10 yang menghasilkan total padatan tertinggi dalam retentat dan permeat masing-masing sebesar 6,76% dan 0,81%. Pada keadaan ini sistem membran mampu memekatkan total padatan dalam retentat sebesar 75% dibandingkan dengan konsentrasi total padatan dalam feed/umpan sebelum proses (1,69%).



Gambar 6. Hubungan antara kecepatan putar pengaduk dan hasil pemekatan gel sorgum pada berbagai pH gelatinisasi terhadap kandungan total padatan melalui ultrafiltrasi sel berpengaduk.

Dari keseluruhan kajian pengaruh kecepatan putar pengaduk dan interaksinya pada tingkat alkalinitas gelatinisasi gel sorgum yang semakin meningkat terhadap komposisi keseluruhan retentat dan permeat terutama terhadap konsentrasi serat terlarut/SDF sebagai pangan fungsional untuk anti kolesterol diketahui bahwa terdapat korelasi antara faktor-faktor tersebut. Kondisi optimum berdasarkan konsentrasi serat terlarut tertinggi dicapai pada penggunaan gel dengan pH 10 yang menghasilkan serat terlarut tertinggi dalam retentat sebesar 5,62 % berat kering dan tidak ditemukan dalam permeat. Gambar 7a, 7 b dan 7 c berturut-turut memperlihatkan gel sorgum dari gelatinisasi pada pH 10, konsentrat gel sorgum berupa suspensi keruh, kecoklatan dan permeat sebagai cairan jernih kecoklatan.



Gambar 7. Gel koloidal hasil proses gelatinisasi whole grain sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) pada pH 10 (a), konsentrat (b) dan permeat (c) gel sorgum dari gel sorgum pada pH gelatinisasi 10 hasil pemekatan melalui UF sel berpengaduk.

---

## KESIMPULAN

Sistem ultrafiltrasi dalam pemekatan pati resisten berserat tinggi sebagai pangan fungsional untuk anti kolesterol melalui membran ultrafiltrasi sel berpengaduk dipengaruhi oleh kondisi proses kecepatan putar pengaduk, tekanan proses dan jenis gel sorgum. Semakin tinggi kecepatan putar dan tekanan operasi akan meningkatkan komposisi retentat pada tingkat alkalinitas gel yang semakin rendah. Kondisi proses optimal berdasarkan SDF tertinggi dicapai pada kecepatan putar 400 rpm selama 30 menit dari gel sorgum dengan pH gelatinisasi 10 dengan menghasilkan konsentrat sebagai pati tidak tercernakkan (*resistance starch*) dengan konsentrasi SDF, Tannin, Total Padatan, Serat kasar berturut-turut sebesar 5,62 % (b.k), 0,36% (b.k) , 0,79%, 1,19% dan IDF sebesar 2,635% (by difference). Pada kondisi optimal ini dihasilkan perolehan kembali SDF sebesar 60,08% dari TDF sebesar 8,255%. Hasil ini diperoleh dari konsentrasi 30% pati kering whole grain sehingga untuk whole grain sorgum berdasarkan 100% pati kering diperoleh rendemen sebesar 27,52%.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Johnson, I. T., dan Southgate, D. A. T., 1994. *Dietary Fiber and Related Substances*, Chapman & Hall, London;
2. Soeranto, 2009. *Prospek dan Potensi Sorgum sebagai sumber Pangan dan Energi*, Badan Tenaga Nuklir.
3. Tharanathan RN, 2002., *Food-derived carbohydrates: Structural complexity and functional diversity.*, *Critical Reviews in Biotechnology* 22(1): 65-84. DOI:10.1080/ 07388550290789469;
4. Maria C.Linder, 2002. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*, Aminuddin Parakkasi (Penerjemah), A.Y.Amwila (Pendamping), Penerbit Universitas Indonesia, hal.51-56;
5. Fellows, P. J. 1992. *Food Processing Technology : Principles and Practices*, Ellis Hordwood, New York;
6. Cheryan, M. 1992. *Membrane Technology in Food Bioprocessing*, Di dalam R. P. Singh dan M. A. Wirakartakusumah, *Advances in Food Engineering*, CRC Press Inc., Boca Ratan, Florida;
7. Michael, A. S. 1989. *Handbook of Industrial Membrane Technology*, Noyes Publications, Park Ridge, U.S.A;
8. Anonim, 2002. *Katalog dan Manual Stirred Ultrafiltration Cells*, Amicon;
9. A.O.A.C. 1995. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, Washington D. C.;
10. Price dan Butler, 1977., *Penetapan kadar Tanin dengan metode spektrofotometri di dalam* Dedi Muhtadi 1989, *Evaluasi Nilai Gizi Pangan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Ditjen Perguruan Tinggi –PAU Pangan dan Gizi,IPB, Bogor ;
11. Raja Ghosh, *Protein Bioseparation using Ultrafiltrasi, Theory, Applications and New Developments*, Imperial College Press, London WC2H 9 HE, ISBN 1-86094-317-9;
12. Muchtadi, D, 1989. *Evaluasi Nilai Gizi Pangan*, Departemen Pendidikan & Kebudayaan, Dirjen Perguruan Tinggi- PAU, IPB, Bogor;
13. Mulder, M. H. V. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publishers, Dordecht, The Netherlands; Fellows, P. J. 1992. *Food Processing Technology : Principles and Practices*, Ellis Hordwood, New York;
14. Anonim , 2003., *Pati*, Virtual Chembook, Elnhurst E Ophandt,c. diunduh 15 Februari 2010;
15. Suarni & Patong R. 2002, ‘Komposisi kimia tepung beberapa varietas/galur sorgum sebagai bahan substitusi terigu’, *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 21(1), 43-48;
16. Awika, J.M. & Rooney, L.W. 2004, ‘Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health’, *Phytochemistry*, vol. 65, pp. 1199–1221, Elsevier, available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) 6 May 2004;
17. Liu, S. 2006. *New Techniques for Tea Catechins Extraction*. International Training Workshop of Tea Science, Hunan Agricultural University, Changsa, Hunan, P.R. China, 21 Juli-10 Agustus.