

Kajian Kinerja Mesin Ekstraksi Tipe Ulir Pada Proses Pembuatan Pati Aren (*Arenga pinnata Merr.*)¹

Bambang Purwantana², Nursigit Bintoro³, Puji Wahyuningsih⁴

ABSTRAK

Pembuatan pati aren secara umum dilakukan melalui tahapan pemarkisan, perendaman dan pengadukan, penyaringan, pengendapan, dan pengeringan. Tahap pengadukan dan penyaringan merupakan proses yang memerlukan banyak input energi dan sangat menentukan kualitas produk. Pada skala industri kecil menengah, tahap pengadukan dan penyaringan tersebut umumnya masih dikerjakan secara manual pada kondisi lingkungan dan sanitasi yang kurang terkontrol. Untuk mengatasi permasalahan tersebut sebuah mesin ekstraksi tipe ulir yang dilengkapi dengan sistem penyemprotan air dikembangkan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pati yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengkaji kinerja mesin ekstraksi tersebut pada proses pembuatan pati aren. Percobaan dilakukan dengan variasi kecepatan ulir dan debit air semprotan. Pati yang dihasilkan diukur berdasarkan rendemen dan sifat fisiknya meliputi diameter partikel, modulus kehalusan, dan indeks keragaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas optimal mesin ekstraksi adalah 397 kg-empulur/jam. Debit air secara nyata memberikan pengaruh terhadap kuantitas dan kualitas pati yang dihasilkan. Semakin besar debit air semprotan, rendemen pati semakin besar, diameter partikel dan modulus kehalusan semakin besar, sedangkan keragaman butiran semakin kecil. Debit air semprotan sebesar 18 lt/menit direkomendasikan untuk memperoleh hasil yang terbaik.

Kata kunci: *pati aren, mesin ekstraksi, debit air, rendemen, sifat fisik*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Dosen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta 55281. E-mail: bambang_pw@ugm.ac.id

³ Dosen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta 55281.

⁴ Alumni Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

A. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terletak di daerah tropis yang kaya akan tanaman penghasil karbohidrat. Pada umumnya karbohidrat tersebut diperoleh dari biji-bijian seperti beras, gandum, jagung, sorgum dan sebagainya. Disamping itu, juga diperoleh dari umbi-umbian seperti ubi kayu, ubi jalar, talas dan sebagainya, serta dari empulur batang seperti aren (*Arenga pinnata* dan *Arenga saccharifera*), sagu (*Metroxylon s.*) dan sebagainya.

Tepung aren banyak digunakan untuk bahan makanan, pakan, kosmetik, bahan baku industri kimia dan pengolahan kayu. Tepung aren diperoleh melalui beberapa tahapan pengolahan, mulai dari penebangan pohon, pamarutan batang, penyaringan atau ekstraksi hingga pengeringan dan penggilingan. Pengolahan aren sampai sekarang pada umumnya masih dilakukan secara manual dengan alat-alat sederhana sehingga kuantitas dan kualitas tepung yang diperoleh belum optimal.

Kualitas tepung biasanya ditentukan oleh ukuran butiran (granula pati) dan komponen yang terkandung dalam pati tersebut. Ukuran butiran dinyatakan dalam keseragaman butiran tepung (indeks keragaman) serta modulus kehalusan (*fineness modulus*). Keseragaman bentuk, jenis, ukuran, dan rasa sangat penting untuk keperluan industri baik industri pangan, industri farmasi, industri bangunan ataupun industri lainnya karena dapat mempengaruhi hasil akhir dari suatu produk.

Pengayakan merupakan salah satu cara untuk memperoleh keseragaman. Dalam proses pengayakan dilakukan pemisahan ukuran-ukuran dari butiran partikel suatu bahan dari ukuran kasar sampai ukuran yang paling halus. Proses ini dilakukan untuk menentukan ukuran rata-rata setiap partikel dan kelembutan butiran-butiran partikel. Untuk tepung aren, sekurang-kurangnya harus lolos ayakan 80 *mesh*.

Suatu model mesin ekstraksi tipe ulir yang dilengkapi dengan sistem penyemprotan air telah dikembangkan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pengolahan pati. Penelitian ini bertujuan mengkaji kinerja mesin ekstraksi tersebut pada proses pembuatan pati aren. Penelitian difokuskan pada kajian pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap rendemen tepung aren yang dihasilkan, kajian pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap sifat fisik tepung, dan penentuan kombinasi kecepatan putar ulir dan debit air optimum agar diperoleh kuantitas serta kualitas tepung terbaik.

B. AREN DAN PENGOLAHANNYA

Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) merupakan tanaman dari suku Palmae yang tersebar pada hampir di seluruh wilayah Indonesia, terutama terdapat di 14 provinsi, seperti: Papua, Maluku, Maluku Utara, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Banten, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Bengkulu, Kalimantan Selatan dan Nangroe Aceh Darussalam. Total luas di 14 provinsi sekitar 70.000 Ha (Anonim¹, 2008). Aren juga terkenal dengan nama yang lama *Arenga saccharifera* Labill. Semua bagian tanaman aren dapat dimanfaatkan; akarnya untuk bahan anyaman dan untuk cambuk, batang yang dibelah untuk talang (saluran air), kayunya untuk tongkat jalan dan usuk genting, pondoh untuk sayur, tulang daun untuk sapu dan kranjang, daun muda untuk ganti kertas rokok, serabut pelepah untuk tali ijuk, untuk genting, kranjang, sapu, sikat, terasnya dibuat “sagu” (Anonim², 2008).

Aren dapat tumbuh di dataran rendah, tapi hasil terbaik ditunjukkan apabila aren tumbuh pada ketinggian antara 500 sampai 1200 m di atas permukaan laut. Tanaman aren menginginkan suhu udara yang relatif tinggi yaitu rata-rata diatas 25 °C. Aren lebih senang ditanam di daerah yang curah hujannya merata sepanjang tahun atau yang hujannya jatuh 7-10 bulan dalam setahun. Air hujan akan berpengaruh terhadap kelembaban tanah tempat tumbuh aren. Kelembaban tanah inilah yang diinginkan aren (Soeseno, 2000).

Pengelolaan dan pembudidayaan tanaman aren perlu dilakukan mengingat tanaman aren memiliki keunggulan dalam mencegah erosi tanah terutama pada daerah-daerah yang terjal karena akar tanaman aren dapat mencapai kurang lebih enam meter pada kedalaman tanah. Pemanfaatan tanaman aren di Indonesia sudah berlangsung lama, namun agak lambat perkembangannya menjadi komoditi agribisnis karena sebagian tanaman aren yang dihasilkan adalah tumbuh secara alamiah atau belum dibudidayakan (Anonim³, 2008). Pada umumnya aren digunakan untuk menghasilkan gula (gula aren), pati (tepung) dan minuman beralkohol.

Pati merupakan salah satu komponen penting sumber gizi dan penghasil energi yang tersedia dalam jumlah yang sangat melimpah dengan harga yang relatif murah. Pada industri makanan, pati digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kue atau roti, sirup glukosa/fruktosa, mutiara pati, grits untuk makanan bayi, puding, kembang gula dan lain-lain. Untuk industri non-pangan seperti pada industri kertas, digunakan sebagai pelicin permukaan. Pada industri kayu sebagai perekat dan lem, pada industri kimia sebagai alkohol, dekstrin dan lain-lain (Suharsono, 1999). Secara histologis pati dalam sel dapat ditemukan di dalam

plastida-plastida yang sering disebut amiloplas atau kloroplas (Esau, 1965). Dengan mikroskop terlihat bahwa plastida sel pada beberapa tanaman terisi granula yang akan keluar jika sel tersebut dirusak. Pati dari berbagai tanaman mempunyai sifat kimia yang tidak sama akan tetapi mempunyai komposisi kimia yang hampir sama (Meyer, 1973).

Tahapan proses pengambilan pati yang secara umum dilakukan pada beberapa tanaman penghasil pati adalah meliputi: pamarutan, penyaringan dengan penambahan air, pengendapan, pengeringan dan penggilingan (Radley, 1954). Pemecahan sel dan pemisahan granula pati dari bagian lain yang yang tidak larut biasanya dilakukan dengan pamarutan. Dengan pamarutan maka dinding-dinding sel bahan akan rusak dan pecah. Dengan pecahnya dinding sel maka granula pati bersama dengan komponen lain akan keluar. Pamarutan juga menyebabkan ukuran bahan menjadi lebih kecil sehingga jarak perpindahan granula pati ke permukaan lebih pendek. Akibatnya granula pati yang terekstrak lebih banyak (Suharsono, 1999).

Untuk mengambil dan memisahkan granula pati yang telah keluar dilakukan penyaringan disertai penambahan air. Penambahan air tersebut dimaksudkan untuk mengekstrak sekaligus mempercepat aliran granula pati melalui penyaringan (Suharsono, 1999). Pada beberapa industri pengolahan pati, kecukupan akan air bersih sangat diperlukan untuk menghasilkan pati dengan kualitas terbaik. Hal ini akan mempengaruhi bentuk ukuran butiran pati (baik pati tapioka ataupun sagu), karena air kotor akan meninggalkan butiran tanah yang sangat halus seperti misalnya tanah liat yang berbentuk koloid yang sukar dihilangkan hingga proses selanjutnya. Air yang mengandung mineral akan menurunkan viskositas (daya rekat) pati dikarenakan adanya penyerapan ion kalsium, sedangkan air yang mengandung besi akan menimbulkan warna keabu-abuan atau kebiru-biruan pada pati dikarenakan ion besi mudah sekali bereaksi dengan asam hidrosianik walaupun dalam jumlah kecil (Radley, 1954).

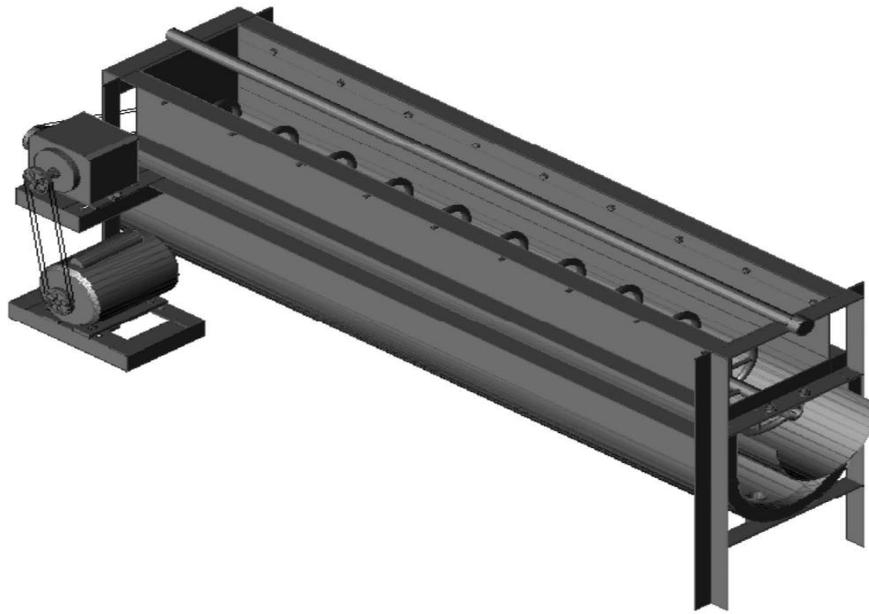
Proses penyaringan bubur pati berbeda-beda pada beberapa skala industri. Pada industri kecil (skala rumah tangga), penyaringan dilakukan dengan menggunakan anyaman dari bambu, pada industri yang cukup besar menggunakan ayakan putar yang terkadang dilengkapi dengan sistem pompa air bertekanan untuk membantu proses penyaringan serta penambahan sistem pembersih otomatis. Sedangkan industri yang lebih besar lagi biasanya menggunakan ayakan getar dengan beberapa ayakan yang disusun berdasarkan kehalusan bukaan ayakan mulai dari yang terbesar hingga bukaan terkecil secara berurutan dari atas ke

bawah. Proses sedimentasi atau pengendapan, pada sebagian industri besar dilakukan dengan menggunakan konsentrator dan separator tipe sentrifugal modern. Dengan menggunakan alat ini akan menghemat waktu proses sekitar 1 jam. Dengan menggunakan separator sentrifugal akan dihasilkan campuran yang seragam dari keseluruhan ukuran butiran pati yang dihasilkan. Pada proses pengendapan biasanya juga ditambahkan bahan kimia untuk meningkatkan konsistensi pengendapan dan kelengkapannya, akan tetapi penggunaannya hanya untuk kondisi tertentu saja. Apabila proses sudah bisa berjalan dengan cepat dan pati yang dihasilkan cukup bersih, maka penambahan bahan kimia tidak diperlukan. Pengeringan pasta pati dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti dengan membiarkannya pada udara terbuka begitu saja atau dengan sinar matahari langsung atau dapat juga dengan menggunakan oven (Radley, 1954).

Menurut besar ukurannya. Mc Cabe et al (1993) mengatakan bahwa penyaringan (*screening*) adalah metode untuk memisahkan partikel menurut ukuran semata-mata. Dalam proses pengayakan yang dilakukan di industri, zat padat dijatuhkan atau dilemparkan ke permukaan pengayak. Partikel yang di bawah ukuran atau yang kecil (*undersize*) atau halus (*finness*), lolos melewati bukaan ayak, sedang yang di atas ukuran atau yang besar (*oversize*) tidak lolos. Bahan digoyangkan atau digerakkan di atas saringan halus atau kain penyaringan, sehingga partikel yang lebih kecil dari ukuran lubang saringan dapat lolos di bawah pengaruh gaya gravitasi. Laju penembusan saringan tergantung kepada beberapa faktor, terutama sifat alamiah partikel dan bentuk partikel, frekuensi dan jumlah penggerakan, metode yang digunakan untuk mencegah perlekatan partikel atau penutupan lubang saringan oleh partikel dan gaya tegang serta sifat alamiah alat bahan penyaring (Earle, 1969).

C. METODE PENELITIAN

Mesin utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin ekstraksi kontinyu tipe ulir yang dilengkapi dengan sistem penyemprotan air seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Mesin ekstraktor tipe ulir

Prinsip kerja mesin adalah meratakan bahan dan menyaringnya pada bak penyaring oleh putaran ulir yang dihasilkan dari motor penggerak. Pada saat yang bersamaan, air imbibisi disemprotkan ke bahan melalui pipa berlubang. Bahan yang telah tersaring kemudian dikeluarkan melalui saluran pengeluaran dan ditampung.

Kecepatan putar ulir berasal dari putaran motor listrik yang ditransmisikan menjadi gerakan putaran ulir dengan menggunakan *gear reducer* yang dihubungkan melalui *belt pulley* dengan perbandingan 50:1. *Gear reducer* mereduksi dan meneruskan putaran motor menjadi putaran ulir dengan kecepatan putar terendah 14 dan tertinggi 56. Variasi kecepatan putar diperoleh dengan mengganti cincin (*pulley*) yang menghubungkan antara *gear reducer* dengan motor listrik sesuai dengan kecepatan putaran yang diinginkan.

Mesin dan peralatan penunjang penelitian meliputi mesin pengaduk, mesin penggiling tepung, ayakan standar Tyler, penggetar (*vibrator*), ember (sebagai wadah penampung dan pengendapan), saringan (untuk menyaring kembali hasil saringan dari mesin ekstraksi), timbangan, oven, dan baki pengeringan (*loyang*). Adapun bahan utama yang digunakan untuk penelitian adalah parutan empulur batang aren dan air.

Perlakuan yang diberikan adalah perlakuan kombinasi antara kecepatan putar ulir dengan debit air campuran ketika proses ekstraksi. Setiap perlakuan diberikan 3 variasi yang berbeda sehingga jumlah perlakuan kombinasi seluruhnya ada 9 perlakuan. Masing-masing

kombinasi perlakuan tersebut diulang 3 kali. Pada penelitian ini digunakan variasi kecepatan putar ulir 14, 37 dan 56 rpm.

Pemberian debit air disesuaikan dengan kondisi tempat proses. Variasinya dibedakan dengan membuka kran dengan bukaan yang berbeda sehingga debit air yang keluar berbeda. Bukaan kran yang digunakan adalah $\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$ dan 1. Dari bukaan kran tersebut, diperoleh variasi debit air 13,52 ltr/mnt (bukaan $\frac{1}{2}$), 18,44 ltr/mnt (bukaan $\frac{3}{4}$) dan 22,2 ltr/mnt (bukaan 1). Berdasar hasil percobaan pendahuluan, waktu proses yang digunakan untuk mengekstrak aren adalah 3 menit dengan asumsi bahwa lama waktu tersebut sudah cukup untuk mengekstrak seluruh pati.

Secara ringkas prosedur penelitian dilakukan adalah sebagai berikut: 1) persiapan alat, 2) persiapan bahan, 3) pengadukan selama 2 menit, 4) ekstraksi (penyaringan), 5) pengendapan selama \pm 12 jam, 6) penjemuran sampai tepung sudah dianggap kering (kadar air \leq 14%), 7) penggilingan, 8) pengayakan dengan ayakan Tyler, 9) pengayakan dengan ayakan *mesh* 80. Data yang dikumpulkan meliputi berat endapan pati, berat pati setelah dikeringkan, berat pati setelah digiling, berat pati tertinggal pada tiap-tiap *mesh* ketika diayak, berat tepung lolos dan tertinggal pada *mesh* 80.

Analisa dilakukan untuk menentukan prosentase bahan lolos *mesh* 80, diameter rata-rata partikel, modulus kehalusan (*Fineness Modulus*), dan indeks keseragaman (*Uniformity Index*). Prosentase bahan lolos dihitung berdasarkan perbandingan berat tepung yang lolos *mesh* 80 terhadap berat tepung total. Diametere rata-rata partikel (d_{gw}) menunjukkan ukuran butiran rata-rata partikel tepung aren yang dihasilkan untuk masing-masing perlakuan kombinasi. *Fineness Modulus* (FM) menyatakan kehalusan butiran yang dihitung berdasarkan jumlah persen bahan tertinggal secara kumulatif. *Uniformity Index* (UI) menunjukkan tingkat keragaman butiran. Nilai UI ditentukan lewat grafik bukaan ayakan (mm) terhadap persentase kumulatif bahan lolos (%).

Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan percobaan dan interaksinya dilakukan analisa statistik dengan rancangan percobaan faktorial. Analisa dilakukan dengan menggunakan program SPSS 12. Pada program SPSS 12, percobaan faktorial dianalisa dengan Univariate General Linear Model.

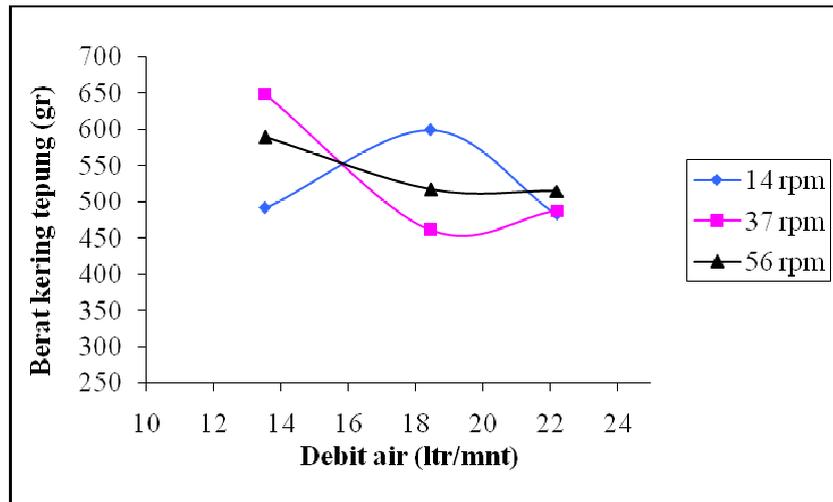
D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama penelitian ini adalah menentukan kombinasi kecepatan putar ulir dan debit air yang tepat pada proses pemisahan pati aren menggunakan mesin ekstraksi tipe ulir agar diperoleh kuantitas tepung yang optimal dengan mempertimbangkan kualitasnya. Dalam penelitian ini proses ekstraksi disini dibatasi hanya pada proses pemisahan pati, yaitu ketika bahan masuk mesin ekstraksi tipe ulir. Pengadukan bahan dan pencampurannya dengan air sebelum masuk mesin ekstraksi, diperlakukan dan diperhitungkan sama dan tidak berpengaruh terhadap proses selanjutnya. Parameter yang diamati untuk mengetahui bagaimana pengaruh perlakuan kombinasi tersebut adalah berat endapan pati, berat kering tepung, persentase tepung lolos ayakan *mesh* 80, diameter rata-rata partikel (d_{gw}), modulus kehalusan (*Fineness Modulus*), dan indeks keragaman (*Uniformity Index*).

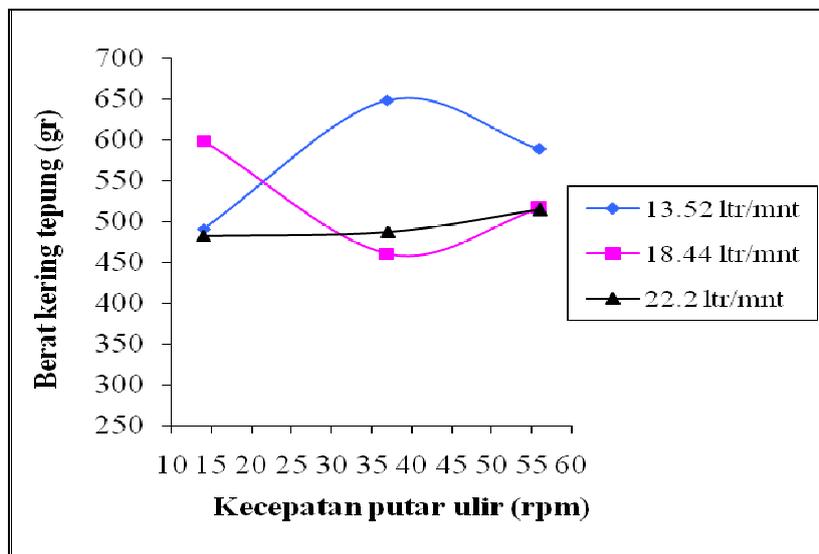
1. Berat Kering Tepung

Berat kering tepung adalah berat endapan (pasta) pati setelah dijemur. Menurut BPPT (2008), tepung yang telah kering akan gemerisik bila diremas-remas. Sebelum dijemur, pasta ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal sebelum dijemur sehingga dapat dibandingkan antara berat tepung sebelum dan sesudah dijemur.

Berat kering tepung yang dihasilkan diprediksi dipengaruhi oleh perlakuan kombinasi yang diberikan selama proses pemisahan. **Gambar 2** memperlihatkan pengaruh penambahan debit air imbibisi terhadap berat kering tepung yang dihasilkan. Secara nominal tampak bahwa penambahan debit air memperkecil berat kering tepung. Meskipun demikian hasil perhitungan statistik (**Tabel 1**) menunjukkan bahwa peningkatan debit air tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering tepung yang dihasilkan. **Gambar 3** memperlihatkan hasil pengamatan pengaruh kecepatan putar ulir terhadap berat kering tepung yang dihasilkan. Hasil analisa menunjukkan bahwa penambahan kecepatan ulir tidak secara nyata meningkatkan jumlah berat kering tepung yang dihasilkan. Interaksi kedua perlakuan juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat tepung yang dihasilkan.



Gambar 2. Pengaruh debit air imbibisi terhadap berat kering tepung



Gambar 3. Pengaruh kecepatan putar ulir terhadap berat kering tepung

Tabel 1. Hasil analisa pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap berat kering tepung

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecepatan putar ulir	1137,927	2	568,963	,009	,991
Debit air	30416,649	2	15208,324	,253	,779
Kecepatan putar ulir * Debit air	67577,591	4	16894,398	,281	,887

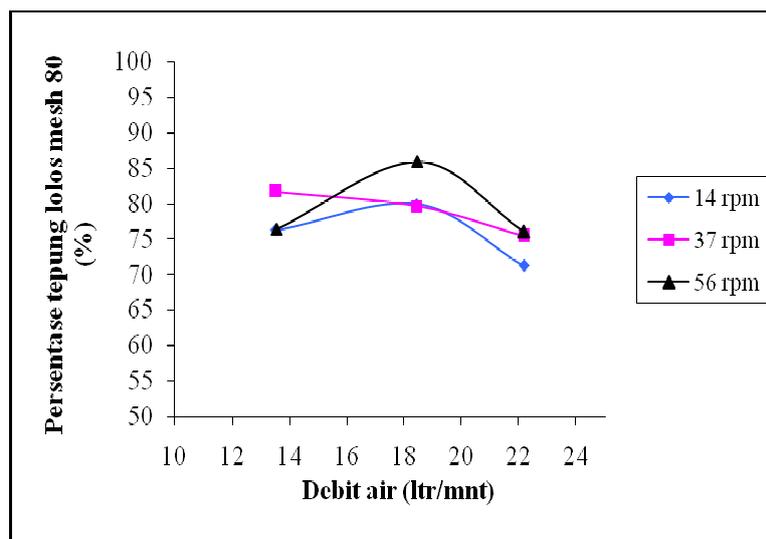
Dari hasil analisa di atas dapat dinyatakan bahwa perlakuan kecepatan ulir dan debit air serta kombinasinya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering tepung hasil ekstraksi. Dengan kata lain dalam aspek berat kering tepung yang dihasilkan tidak

dipengaruhi oleh kinerja mesin ekstraktor namun lebih dipengaruhi oleh perlakuan sebelum ekstraksi seperti proses perendaman dan pengadukan.

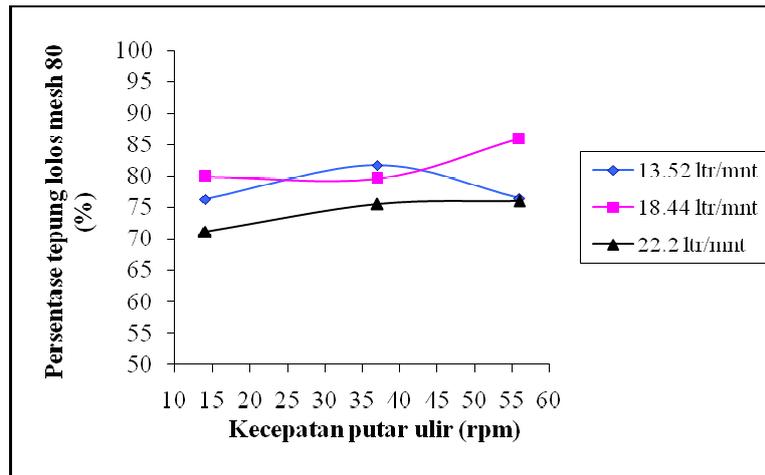
2. Persentase Tepung Lolos Mesh 80

Standar kehalusan tepung sagu (aren) menurut SII 0231-79 adalah lolos ayakan *mesh* 80 dengan persentase lolos 90%. Sedangkan menurut SNI 01-3729-1995, standar kehalusan sagu adalah lolos ayakan 100 *mesh* dengan persentase lolos minimum 95%. Namun disini, yang dipakai adalah *mesh* 80 dengan pertimbangan bahwa ukuran *mesh* inilah yang masih banyak digunakan oleh masyarakat dalam mengolah tepung. Persentase lolos *mesh* 80 adalah perbandingan berat tepung yang lolos *mesh* 80 erhadap berat tepung yang diayak.

Gambar 4 memperlihatkan hasil pengukuran pengaruh debit air imbibisi terhadap persentase tepung yang lolos mesh 80. Secara grafis terlihat adanya penurunan persentase tepung yang lolos akibat penambahan debit air imbibisi. Hasil analisa statistik memperlihatkan adanya pengaruh yang nyata penurunan persentase tepung oleh penambahan debit air. Adapun perlakuan penambahan kecepatan ulir seperti ditunjukkan melalui Gambar 5 meskipun secara nominal menambah persentase tepung yang lolos mesh 80 namun penambahannya tidak nyata. Interaksi kedua perlakuan tidak secara nyata berpengaruh terhadap persentase tepung yang lolos (**Tabel 2**).



Gambar 4. Pengaruh debit air imbibisi terhadap persentase tepung lolos mesh 80



Gambar 5. Pengaruh kecepatan putar ulir terhadap persentase tepung lolos mesh 80

Tabel 2. Hasil analisa pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap persentase tepung lolos mesh 80

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecepatan putar ulir	69,897	2	34,949	,994	,390
Debit air	260,179	2	130,089	3,699	,045
Kecepatan putar ulir * Debit air	105,589	4	26,397	,751	,571

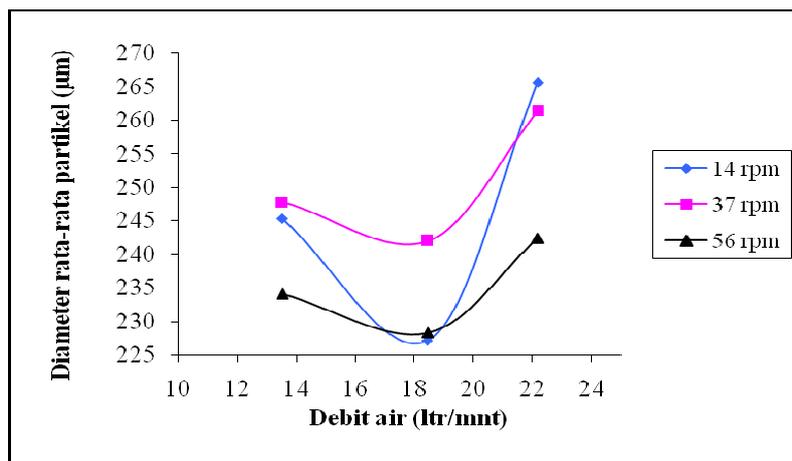
Untuk melihat seberapa besar perbedaan yang diberikan oleh perlakuan pemberian debit air, analisa selanjutnya dilihat berdasarkan tabel *multiple comparison*. Selisih rata-rata antara debit 13,52 ltr/nt dengan debit 18,44 ltr/mnt ataupun antara debit 13,52 ltr/mnt dengan debit 22,2 ltr/mnt, memberikan tingkat signifikansi $< \alpha$ (0,05), sedangkan selisih rata-rata antara debit 18,44 ltr/mnt dengan debit 22,2 ltr/mnt memberikan tingkat signifikansi $> \alpha$ (0,05) dengan selisih rata-rata 7,6. Artinya pemberian debit 18,44 ltr/mnt akan memberikan persentase tepung lolos 7,6 lebih besar daripada pemberian debit 22,2 ltr/mnt. Dalam hal ini, tujuan proses yang diinginkan adalah mendapatkan kuantitas pati maksimal, berarti persentase tepung lolos mesh 80 yang dihasilkan juga harus yang terbesar. Kesimpulannya adalah untuk mendapatkan persentase tepung lolos *mesh* 80 optimal, maka debit air yang dipilih adalah 18,44 ltr/mnt. Untuk perlakuan pemberian kecepatan putar ulir, karena tidak ada pengaruh maka kita dapat memilih salah satu kecepatan dari 3 variasi yang diberikan.

3. Diameter rata-rata partikel (d_{gw})

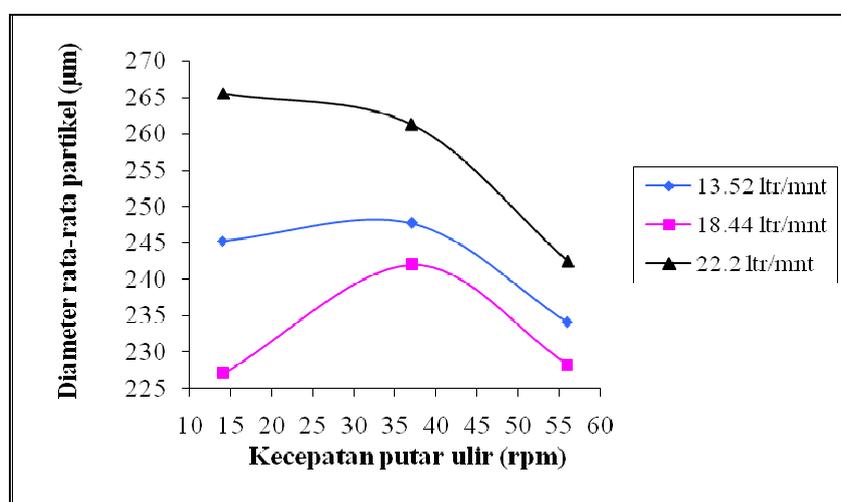
Bentuk granula tepung aren adalah oval agak terpotong dengan ukuran berkisar antara 15-65 μm (Radley, 1954). Diameter rata-rata partikel dihitung berdasarkan data hasil pengayakan dengan ayakan standar Tyler. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah diameter bukaan ayakan dan berat bahan tertinggal pada masing-masing ayakan (tidak termasuk yang tertinggal di *pan*).

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa diameter rata-rata partikel tepung pada semua perlakuan berkisar antara 220 – 270 μm . Perbedaan dari pustaka ini disebabkan karena diameter tersebut hanya diameter rata-rata tepung (bahan) yang tertinggal pada tiap ayakan, dimana dari semua ayakan yang dipakai memiliki diameter bukaan lebih besar dari *mesh* 80 (*mesh* 3/8, 4, 8, 14, 30 dan 50), kecuali *mesh* 100. Bahan yang tertinggal di ayakan selain *mesh* 100, dianggap bukan tepung melainkan serat aren. Pada ayakan *mesh* 100 masih terdapat kemungkinan bahwa masih mengandung tepung (masih mungkin lolos *mesh* 80). Standar kehalusan tepung aren adalah lolos *mesh* 80, dengan ukuran granula antara 15-65 μm . Jadi, dianggap bahwa tepung yang lolos *mesh* 100 sudah pasti akan memiliki kisaran diameter antara 15-65 μm , karena tepung lolos *mesh* dengan bukaan lebih kecil dari *mesh* 80.

Hasil analisa perlakuan menunjukkan bahwa penambahan debit air meningkatkan diameter rata-rata partikel, seperti ditunjukkan pada **Gambar 6**, sedangkan penambahan kecepatan ulir menurunkan nilai rata-rata diameter partikel (**Gambar 7**). Secara keseluruhan, diameter rata-rata partikel terbesar ada pada kecepatan putar ulir 37 rpm, sedangkan diameter rata-rata partikel terkecil ada pada kecepatan putar ulir 56 rpm. Diameter rata-rata terbesar pada variasi debit air terletak pada debit 22,2 ltr/mnt, sedangkan diameter rata-rata terkecil terletak pada debit 18,44 ltr/mnt.



Gambar 6. Pengaruh debit air imbibisi terhadap diameter rata-rata partikel



Gambar 7. Pengaruh kecepatan putar ulir terhadap diameter rata-rata partikel

Tabel 3. Hasil analisa pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap diameter rata-rata partikel.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecepatan putar ulir	1132,334	2	566,167	2,430	,116
Debit air	2617,668	2	1308,834	5,617	,013
Kecepatan putar ulir * Debit air	503,454	4	125,863	,540	,708

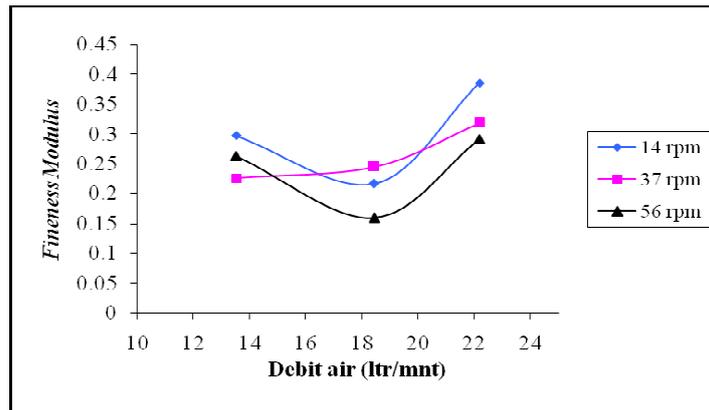
Pada tabel diatas, baris pertama menunjukkan bahwa variabel kecepatan putar ulir tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter rata-rata partikel, sedangkan pemberian debit air yang berbeda akan memberikan diameter rata-rata yang berbeda nyata. Hasil

pengujian tingkat signifikansi dari interaksi antar perlakuan menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara variabel kecepatan putar ulir dengan debit air terhadap diameter rata-rata partikel tepung yang dihasilkan. Dari *test of between-subject effects* diperoleh bahwa hanya variabel debit air saja yang mempengaruhi diameter rata-rata partikel.

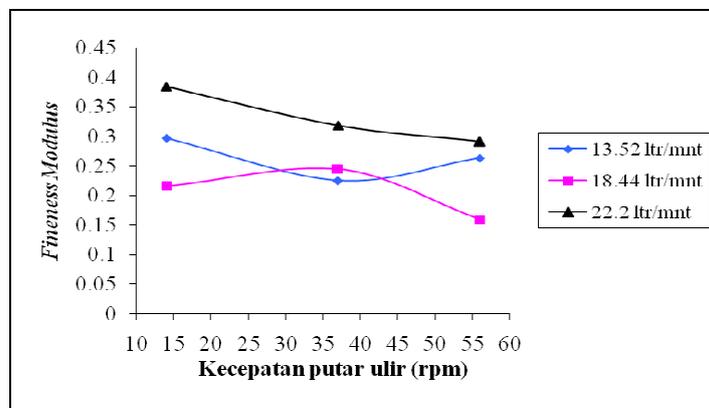
Analisa lebih lanjut (*post hoc test*) dengan menggunakan metode Duncan dan LSD menunjukkan bahwa hanya debit air 18,4 ltr/mnt dan 22,2 ltr/mnt saja yang menunjukkan hasil yang berbeda. Selisih rata-rata antara debit 18,44 ltr/mnt dengan debit 22,2 ltr/mnt adalah - 23,99. Artinya debit 22,2 ltr/mnt akan memberikan diameter rata-rata partikel 23,99 lebih besar daripada debit 18,44 ltr/mnt. Hal ini berarti semakin besar debit air yang diberikan, diperkirakan bahwa semakin banyak serat tepung yang terbawa ketika proses pemisahan pati sehingga banyaknya serat yang tertinggal ketika diayak semakin banyak akhirnya diameter rata-rata partikel pun akan semakin besar. Dalam hal ini, untuk mendapatkan hasil tepung maksimal, jumlah tepung yang lolos *mesh* 100 harus lebih banyak, artinya diameter rata-rata tepung juga harus sedemikian kecil (agar lolos *mesh* 100). Dengan demikian pemberian debit air yang cocok untuk tujuan tersebut, adalah debit 18,44 ltr/mnt yang memberikan diameter rata-rata partikel terkecil.

4. Fineness Modulus

Fineness Modulus adalah tingkat kehalusan butiran. Semakin kecil nilainya, maka butiran semakin halus (diameter partikel semakin kecil). *Finenes modulus* adalah jumlah persen bahan tertinggal kumulatif pada tiap ayakan (tidak termasuk *pan*) dibagi dengan 100. Hasil pengukuran pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap *Fineness Modulus* ditunjukkan pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**. Melalui gambar tersebut terlihat bahwa *Fineness modulus* terbesar terletak pada kecepatan putar ulir 14 rpm dan debit 22,2 ltr/mnt, sedangkan yang terkecil terletak pada kecepatan putar ulir 56 rpm dan debit 18,44 ltr/mnt. karena yang dicari adalah *fineness modulus* yang terkecil, berarti perlakuan yang dipilih adalah antara kecepatan putar ulir 56 rpm dengan debit 18,44 ltr/mnt.



Gambar 8. Pengaruh debit air terhadap *Fineness Modulus*



Gambar 9. Pengaruh kecepatan putar ulir terhadap *Fineness Modulus*

Analisa variansi (**Tabel 4**) memperlihatkan bahwa variabel kecepatan putar ulir tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap *fineness modulus* tepung, sedang variabel debit air memberikan pengaruh yang berarti terhadap *fineness modulus* tepung. Akan tetapi, interaksi antara kedua variabel (perlakuan kombinasi) menunjukkan tidak ada beda nyata atau tidak ada interaksi antara kedua variabel terhadap *fineness modulus* tepung. Dengan demikian hanya variabel debit air saja yang mempengaruhi *fineness modulus* tepung, maka analisis selanjutnya hanya membahas variabel tersebut.

Tabel 4. Hasil analisa pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap *Fineness Modulus*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecepatan putar ulir	,017	2	,009	1,502	,249
Debit air	,070	2	,035	6,079	,010
Kecepatan putar ulir * Debit air	,016	4	,004	,682	,613

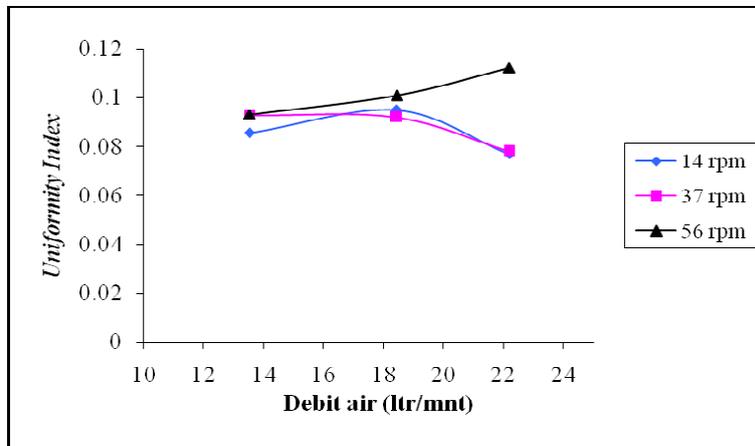
Berdasar hasil tabel *homogenous subsets* dan tabel *multiple comparisons*, bahwa antara debit 13,52 ltr/mnt dengan debit 18,44 ltr/mnt ataupun dengan debit 22,2 ltr/mnt, tidak memberikan perbedaan yang berarti terhadap *fineness modulus*. Selisih rata rata antara debit 13,52 ltr/nt dengan debit 18,44 ltr/mnt ataupun antara debit 13,52 ltr/mnt dengan debit 22,2 ltr/mnt, memberikan tingkat signifikansi $< \alpha$ (0,05), berarti perbedaan tersebut tidak signifikan. Sedangkan selisih rata-rata antara debit 18,44 ltr/mnt dengan debit 22,2 ltr/mnt memberikan tingkat signifikansi $> \alpha$ (0,05) dengan selisih rata-rata $- 0,1248$. Artinya pemberian debit 22,2 ltr/mnt akan memberikan *fineness modulus* 0,1248 lebih besar daripada pemberian debit 18,44 ltr/mnt. Tepung yang halus memiliki angka *fineness modulus* kecil. Dengan demikian pemberian debit 18,44 ltr/mnt-lah yang memberikan angka kehalusan paling kecil. Untuk kecepatan putar ulir, seperti pada pembahasan persentase tepung lolos *mesh* 80, diambil kecepatan putar ulir 56 rpm dengan pertimbangan yang sama bahwa semakin cepat putaran ulir, bahan akan semakin cepat merata hingga ujung silinder dan akan semakin cepat pula tersirami air sehingga pemisahan pati akan lebih optimal.

5. *Uniformity Index*

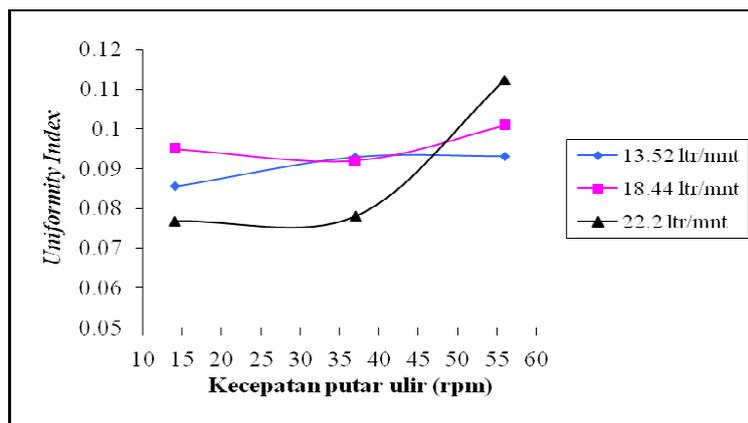
Uniformity Index (indeks keragaman) merupakan perbandingan ukuran diameter butiran yang lolos dari suatu ukuran saringan tertentu. *Uniformity index* dihitung sebagai D_5/D_{90} , dimana D_5 merupakan diameter ayakan dimana hanya 5% dari total bahan yang diayak lolos ayakan, sedangkan D_{90} adalah diameter ayakan dimana 90% dari total bahan yang diayak lolos ayakan. Ayakan yang dimaksud adalah ayakan yang digunakan dalam analisa, dan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan standar Tyler dengan nomor *mesh* 3/8, 4, 8, 14, 30, 50 dan 100. Nilai D_5 dan D_{90} diperoleh dari grafik antara diameter partikel vs persentase kumulatif bahan lolos. Diameter partikel disini adalah diameter bukaan tiap-tiap ayakan yang digunakan sesuai dengan nomor *mesh*-nya. Berbeda dengan *fineness modulus*, semakin besar nilai *Uniformity index* maka semakin rapat sebaran butiran tepung (diameter partikel semakin seragam/sama). Sebaliknya, apabila nilai *Uniformity index* kecil berarti sebaran butiran tepung lebar (diameter partikel banyak yang berbeda-beda).

Hasil percobaan, seperti ditunjukkan pada **Gambar 10** dan **Gambar 11** memperlihatkan bahwa indeks keragaman butiran terbesar terletak pada kecepatan putar ulir 56 rpm dan debit air 22,2 ltr/mnt, sedangkan yang terkecil terletak pada kecepatan putar ulir 14 rpm dan juga debit 22,2 ltr/mnt. Dari sini kita dapat memilih bahwa untuk menghasilkan

tepung dengan indeks keragaman butiran yang besar, maka perlakuan kombinasi yang dipilih adalah kecepatan putar ulir 56 rpm dan debit air 22,2 ltr/mnt.



Gambar 10. Pengaruh debit air terhadap *Uniformity Index*



Gambar 11. Pengaruh kecepatan putar ulir terhadap *Uniformity Index*

Hasil analisa statistik seperti ditampilkan pada **Tabel 5** menunjukkan bahwa pemberian kecepatan putar ulir yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap *uniformity index* tepung. Demikian juga variasi debit air juga tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap *uniformity index* tepung yang dihasilkan. Interaksi antara kedua variabel juga menunjukkan hasil yang sama. Dengan demikian berapapun besarnya kecepatan putar ulir dan debit air yang diberikan tidak berpengaruh terhadap indeks keragaman, atau perbedaan yang diperoleh tidak berarti.

Tabel 5. Hasil analisa pengaruh kecepatan putar ulir dan debit air terhadap *Uniformity Index*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kecepatan putar ulir	,001	2	,001	2,591	,103
Debit air	,000	2	,000	,431	,657
Kecepatan putar ulir * Debit air	,001	4	,000	1,113	,381

E. KESIMPULAN

1. Kapasitas kerja mesin ekstraksi adalah 397 kg-empulur aren / jam.
2. Kecepatan putar ulir tidak secara nyata berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas pati.
3. Debit air imbibisi berpengaruh terhadap jumlah dan kualitas pati hasil ekstraksi. Semakin besar debit air imbibisi rendemen pati, diameter partikel dan modulus kehalusan semakin besar, sedang keragaman partikel semakin rendah atau sebaran ukuran butirannya semakin lebar.
4. Debit air imbibisi optimal untuk menghasilkan kuantitas dan kualitas pati yang baik tepung, yaitu yang menghasilkan persentase tepung lolos *mesh* 80 terbesar, diameter rata-rata partikel relatif kecil, nilai *fineness modulus* yang kecil dan nilai *uniformity index* yang besar adalah debit air 18 ltr/mnt.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹. 2008. <http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/?p=berita.2.24>, didownload pada 05/03/2008 11:49 PM.
- Anonim². 2008. http://www.iptek.net.id/ind/pd_tanobat/view.php?id=273, didownload pada 05/03/2008 11:38 PM.
- Anonim³. 2008. http://www.warintek.ristek.go.id/pangan_kesehatan/tanaman_obat/depkes/I-033.pdf, didownload pada 05/03/2008 11:40 PM.
- Earle, R.L. 1969. *Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan*. Sastra Hudaya. IPB. Bogor.
- Esau, K., 1965. *Plant Anatomy*. John Wiley and Sons Inc. Newyork. Dalam Suharsono. 1999. *Perbaikan Proses Ekstraksi dan Karakteristisasi Pati Dari Ubi kayu (Manihot esculenta Crantz)*. Skripsi S1 (tidak diterbitkan). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas gadjah Mada Yogyakarta.
- Meyer, L.H., 1973. *Food Chemistry*. Affiliated East-West Press Pvt. Ltd, New Delhi. Dalam Suharsono. 1999. *Perbaikan Proses Ekstraksi dan Karakteristisasi Pati Dari Ubi kayu (Manihot esculenta Crantz)*. Skripsi S1 (tidak diterbitkan). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas gadjah Mada Yogyakarta.
- Radley, J. A. 1954. *Starch Production Technology*. Applied Science Publisher Ltd. London.
- Soeseno, Slamet. 2000. Bertanam Aren. Penebar swadaya, Anggota IKAPI. Jakarta.
- Suharsono. 1999. *Perbaikan Proses Ekstraksi dan Karakteristisasi Pati Dari Ubi kayu (Manihot esculenta Crantz)*. Skripsi S1 (tidak diterbitkan). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas gadjah Mada Yogyakarta.