

Mesin Pembuat Tepung SRC Dengan Mata Pisau Pada Arah Radial

Irwan Syakari¹, Dwi Indriana², Yuliansyah³

¹Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Logam dan Mesin, Kementerian Perindustrian, Indonesia

²Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim, Kementerian Perindustrian, Indonesia

³Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

¹Jl. Sangkuriang No.12 Bandung 40135

²Jl. Prof. Abdurahman Basalamah No.28 Makassar 90231

³Jl, PHH Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail : irwansyakari@kemenperin.go.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan tepung karaginan dalam industri pengolahan makanan terus meningkat, termasuk karaginan semi-murni (SRC) yang diakui dunia dengan standar E407A. SRC cukup diminati karena harganya yang lebih murah daripada karaginan murni (RC). SRC didapatkan dari ATC (Alkali Treated Cottonii) kering melalui proses penepungan. ATC chips tidak mudah diubah menjadi bentuk tepung karena sangat keras dan ulet. Mesin pembuat tepung SRC ini pun tidak mudah diperoleh di pasaran di Indonesia. Penelitian lanjutan ini bertujuan untuk mendapatkan mesin pembuat tepung SRC yang lebih efektif, yang mana pada penelitian ini lebih diarahkan pada penyempurnaan pisau penepung untuk meningkatkan kapasitas produksi dari mesin yang pernah dibuat. Pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pisau dengan mata potong pada arah radial menghasilkan kinerja yang lebih baik, yaitu mampu menghasilkan 11 gram tepung SRC untuk masukan awal 20 gram ATC chips, dan 32 gram tepung SRC untuk masukan awal 50 gram ATC chips. Persentase penghasilan tepung SRC juga meningkat, yaitu mampu mencapai menjadi 55% dan 64%. Kapasitas produksi meningkat, mampu mencapai 0,021 kg/jam untuk masukan sebanyak 20 gram ATC chips dan 0,116 kg/jam untuk masukan sebanyak 50 gram ATC chips. Perbaikan rancangan pisau mesin pembuat tepung SRC ini menunjukkan adanya peningkatan kinerja mesin walaupun masih belum memuaskan.

Kata kunci: Karaginan, Alkali Treated Cottonii, Semi-Refined Carrageenan, mesin penepung.

ABSTRACT

The need for carrageenan in the food industry continues to increase, including Semi-Refined Carrageenan (SRC) that recognized by the world standard of E407A. SRC was quite attractive because of lower price, compared to Refined Carrageenan (RC). SRC flour was obtained from dried Alkali Treated Cottonii chips through grinding process. However, the grinding process to obtain SRC flour is quite difficult and challenging because of its hard and ductile property. The grinding machine was also not easy to get on the market in Indonesia. This advance research aims to obtain a more effective SRC flour grinding machine, which in this study is more directed at improving the grinding blade to increase the production capacity of the machine that was previously made. Tests in this research showed that the newly modified blade with cutting edges in the radial direction was able to provide better performance. The machine was capable of producing 11 grams of SRC flour with an input of 20gram ATC chips, and 32 gram of SRC flour with an input of 50 gram ATC chips. The percentage of SRC flour production also increased, which was able to reach 55% and 64%. Production capacity has increased, reaching 0.021 kg/hour for an input of 20 grams of ATC chips and 0.116 kg/hour for an input of 50 grams of ATC chips. Improvements in the design of the blades of the SRC flour grinding machine show an increase in machine performance, although it is still not satisfactory.

Key words: Carrageenan, Alkali Treated Cottonii, Semi-Refined Carrageenan, grinding machine

1. Pendahuluan

Karaginan adalah senyawa hidrokoloid yang banyak dimanfaatkan di industri pengolahan pangan karena mampu mengentalkan larutan, membentuk gel serta menjaga kestabilan larutan yang berbentuk suspensi ataupun emulsi. Salah satu jenis senyawa hidrokoloid yang pemanfaatannya cukup mendominasi industri pengolahan pangan adalah karaginan jenis kappa. Karaginan jenis kappa ini memiliki kelebihan dalam hal *gell strength* dan viskositas yang lebih tinggi dibanding karaginan jenis lain. Karaginan kappa merupakan olahan dari rumput laut merah jenis *Euchema Cottonii* yang dikenal juga dengan nama *Kappaphycus Alvarezii*.

Jika dilihat dari kemurniannya, karaginan dapat dibedakan menjadi karaginan murni (*Refined Carrageenan*) dan karaginan semi-murni (*Semi-Refined Carrageenan*). *Semi-Refined Carrageenan* (SRC) adalah produk karaginan yang memiliki kemurnian lebih rendah daripada *refined carrageenan*, karena masih mengandung gugus sulfat. Kandungan sulfat dalam SRC ini berdampak kepada rendahnya kemampuan untuk membentuk gel. *Semi-refined carrageenan* (SRC) juga sering disematkan pada karaginan yang masih mengandung selulosa sehingga penampakannya lebih keruh dibanding karaginan murni (RC). SRC biasanya dibuat dalam bentuk tepung atau bubuk dan bentuk chip atau kepingan. SRC dalam bentuk chip juga dikenal dengan nama *ATC chip* [1][2].

Karaginan semi-murni dalam bentuk tepung bisa diperoleh melalui tahapan proses mulai dari alkalisasi rumput laut jenis *Euchema Cottonii*, netralisasi, pengeringan, pencacahan dan penepungan. Hasil akhir dari rangkaian proses ini adalah tepung karaginan semi-murni (SRC). Produk setengah jadi yang didapatkan setelah *Euchema Cottonii* melewati proses pemasakan dalam larutan alkali, proses penetralan, pengeringan dan pencacahan adalah *ATC* (*Alkali Treated Cottonii*) chips. Tepung SRC diperoleh dengan cara menggiling *ATC* chips menjadi tepung. SRC dalam bentuk tepung memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi karena lebih mudah digunakan pada industri pengolahan makanan.

Pengolahan *ATC chip* menjadi tepung merupakan langkah terakhir dalam rantai proses pengolahan rumput laut *Euchema Cottonii* untuk memperoleh tepung SRC. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin penepung (*grinding machine*). Masalah yang muncul kemudian adalah bahwa di Indonesia saat ini tidak mudah mendapatkan mesin pembuat tepung SRC, yang mana *ATC* memiliki sifat keras yang ulet sehingga tidak dapat diproses dengan mesin penepung yang menggunakan metode *crushing*. Kendala lain yang juga ditemui dalam proses pengolahan *ATC* chips menjadi tepung SRC di Indonesia adalah teknologi proses penepungan *ATC/SRC* yang masih dirahasiakan oleh industri penghasil tepung karaginan sehingga tidak bisa ditiru dengan mudah.

Mesin penepung yang dikembangkan dalam penelitian ini telah melalui beberapa kali modifikasi sejak pertama kali dibuat. Sejak pertama kali dirancang dan dibuat [3][4], kemudian dilakukan modifikasi pada pisaunya [5]-[7], namun belum mampu mendapatkan kehalusan tepung yang diinginkan. Keluaran yang didapatkan hanya berupa serbuk yang sangat kasar bahkan hanya berupa potongan *ATC* yang sangat kasar, berukuran 1 mm sampai 10 mm [7].

Modifikasi yang terakhir dilakukan pada mesin pembuat tepung SRC adalah dengan membuat pisau dengan ukuran mata potong yang lebih kecil, lebih halus dengan jarak antar mata potong lebih dekat dan rapat. Pada penelitian ini kedalaman alur di antara mata potong kurang dari 3 mm dan garis mata potong pisau penepung dibuat pada arah 33° terhadap arah radial diameter pisau. Modifikasi pisau ini sudah berhasil mencapai kehalusan tepung yang diinginkan, yaitu 100 mesh dan 200 mesh. Namun efektivitas mesin yang didapatkan dari modifikasi pisau ini masih belum memuaskan karena tepung yang dihasilkan hanya mencapai 20% dari bahan *ATC* yang dimasukkan ke dalam mesin. Sisa *ATC* chips sebanyak 80% masih tertahan di dalam mesin dan belum tergiling menjadi tepung SRC [8].

Untuk memperbaiki kinerja mesin penepung ATC ini, dilakukan modifikasi pada pisau. Pada penelitian ini dibuat pisau penepung dengan kedalaman alur di antara mata potong pisau yang lebih dangkal daripada modifikasi pisau sebelumnya. Alur di antara mata potong yang lebih dangkal akan membentuk mata potong pisau dengan ukuran yang lebih kecil dan lebih rapat. Tujuan utama dari modifikasi pisau penggerus pada mesin ini adalah untuk meningkatkan efektivitas proses penepungan sehingga bisa diperoleh persentase tepung SRC yang dihasilkan menjadi lebih banyak relatif terhadap jumlah masukan ATC.

2. Metodologi

2.1. Rumput Laut *Euchema Cottonii*

Rumput laut yang ingin diolah menjadi tepung SRC melalui pemanfaatan mesin penepung berasal dari jenis *Euchema cottonii*. *Euchema cottonii* adalah salah satu spesies rumput laut merah (*Red Algae/ Rhodophyta*) yang banyak ditanam di perairan Indonesia, terutama di bagian timur Indonesia. *Euchema cottonii* atau yang dikenal juga dengan nama *Kappaphycus Alvarezii*, menyimpan senyawa hidrokoloid karaginan kappa yang berfungsi menjadi stimulan pengental, penstabil dan pengemulsi dalam proses pengolahan pangan di industri. Karaginan Kappa ini dimanfaatkan juga di industri lain, misalnya di industri farmasi dan industri tekstil, baik sebagai bahan pokok maupun sebagai bahan pelengkap.

Euchema Cottonii bisa diolah hingga didapatkan *Refined Carrageenan (RC)* dan *Semi-Refined Carrageenan (SRC)*. Kemurnian karaginan dibedakan berdasarkan kandungan selulosanya. Karaginan bisa dianggap murni jika sudah bersih dari selulosa, sedangkan karaginan dianggap semi-murni jika di dalamnya masih terdapat selulosa.

Proses produksi *Semi-Refined Carrageenan* berbeda dengan proses ekstraksi *Refined Carrageenan*. Proses produksi karaginan semi-murni dilakukan dengan tata cara yang lebih sederhana, dimana kandungan karaginan tidak dipaksa keluar dari kulit cangkang nya (selulosa) sebagaimana yang dilakukan pada proses ekstraksi *Refined Carrageenan*. Proses yang lebih sederhana ini menjadikan karaginan semi-murni lebih murah daripada karaginan murni.

Tahap awal dalam pembuatan produk karaginan jenis kappa adalah proses alkalisasi, yaitu proses mereaksikan rumput laut *Euchema Cottonii* dengan larutan Kalium Hidroksida (KOH). Proses alkalisasi terutama bertujuan untuk meningkatkan *gell-strength* dari karaginan. Rumput laut *Euchema Cottonii* yang telah melalui proses alkalisasi kemudian dibilas untuk membersihkan sisa KOH pada rumput laut dan menurunkan kadar alkalinya (basa) hingga diperoleh pH netral atau mendekati pH netral. Proses pembilasan ini dikenal juga dengan proses netralisasi. *Euchema Cottonii* yang telah dimasak dalam larutan alkali KOH dan telah dinetralkan untuk mencapai pH mendekati normal dikenal dengan sebutan Alkali Treated Cottonii (ATC). Selanjutnya, ATC ini dikeringkan untuk mendapatkan ATC kering [9][10].

Untuk kemudahan pengemasan dan pengiriman, ATC kering ini biasanya dicacah kasar. Cacahan kasar ATC kering ini dikenal di dunia industri sebagai ATC *chips*. Sampai pada tahap ini, produk karaginan dalam bentuk ATC *chips* sudah bernilai ekonomi tinggi dan banyak diminati oleh industri pengolahan makanan. ATC *chips* ini akan semakin tinggi nilai ekonominya jika dihaluskan menjadi bentuk tepung karaginan semi-murni (SRC)

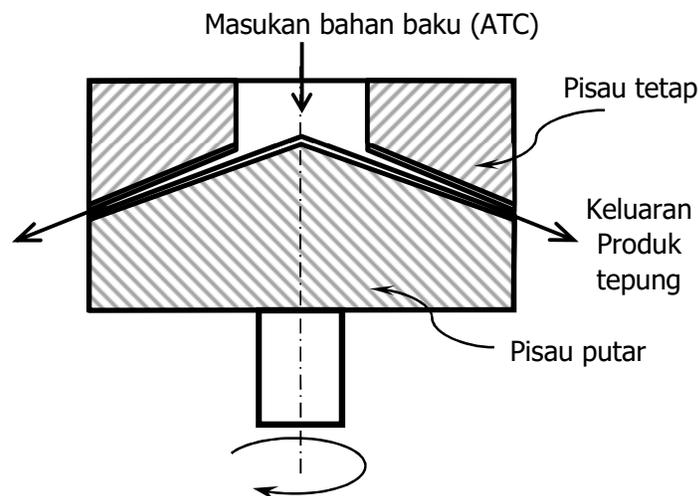
2.2. Mekanisme Proses Penepungan

ATC *chips* memiliki karakteristik yang unik, yaitu keras dan ulet. Dengan sifat seperti ini, ATC *chips* cukup sukar diubah menjadi bentuk tepung. Metode penggilingan atau penggerusan jenis *hammer mill*, *roller mill* ataupun *attrition mill* tidak cukup efektif mengubah ATC *chips* menjadi tepung, namun mengubah ATC *chips* menjadi gepeng. Oleh karena itu, mesin yang dikembangkan untuk dapat mengubah ATC *chips* menjadi tepung SRC dalam penelitian ini menggunakan metode pemotongan (*cutting*) atau lebih mirip dengan proses gerinda (*grinding*) dengan mata potong pisau berukuran kecil serta jarak yang rapat. Pisau pemotong dengan

ukuran kecil dan rapat diharapkan akan memotong ATC *chips* sedikit demi sedikit atau melakukan pemotongan mikro hingga dapat menghasilkan tepung SRC yang lebih halus.

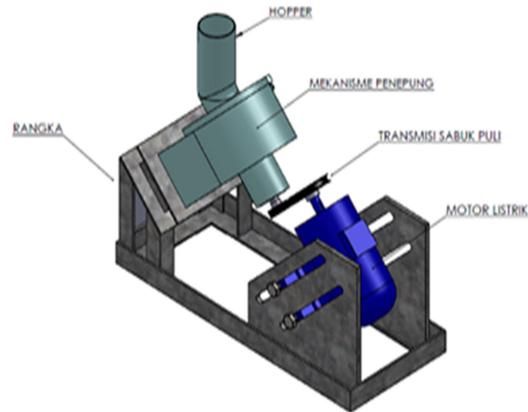
Mekanisme pemotongan yang terjadi dalam mesin penepung dihasilkan dari pisau putar dan pisau tetap pada pasangan piringan (*disc*) yang bergerak rotasi secara relatif antara satu dan lainnya. ATC *chips* yang diumpankan di antara kedua pisau akan terpotong karena pergerakan relatif antara kedua pisau tersebut.

Mesin penepung hasil penelitian sebelumnya memiliki jalur masuk bahan baku ATC *chips* melalui lubang yang ada di sisi atas pisau tetap. Setelah mengalami proses pemotongan, tepung SRC keluar melalui celah di antara pisau tetap dan pisau putar yang ada di bagian samping. Gambar 1 memperlihatkan jalur aliran masuk bahan baku ATC *chips* ke dalam mekanisme penepungan dan tepung SRC yang keluar dari proses penepungan. ATC *chips* yang sudah berubah menjadi tepung akan bergerak ke arah samping (radial) karena efek gaya berat dan gaya sentrifugal.

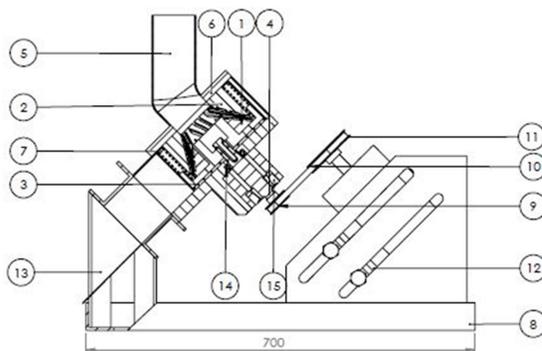


Gambar 1. Aliran masuk bahan baku (ATC) dan keluaran produk (SRC) [8]

Mesin penepung yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin telah dibuat dan digunakan pada penelitian sebelumnya. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama berupa ruang penepungan yang di dalamnya terdapat pisau putar dan pisau tetap, motor penggerak berupa motor listrik, rangka mesin serta sistem transmisi yang berupa puli dan sabuk. Tampilan mesin pembuat tepung SRC secara utuh terlihat pada gambar 2. Posisi poros penggerak pisau putar dan poros motor dibuat miring 45° terhadap garis horizontal bertujuan untuk membantu proses pengeluaran produk yang telah diubah menjadi tepung SRC yang mengandalkan gaya berat di samping gaya sentrifugal. Susunan rinci dari komponen-komponen mesin pembuat tepung SRC terlihat pada gambar 3.



Gambar 2. Rancangan mesin penepung ATC [3]



- | | |
|-------------------|------------------|
| 1 Pisau putar | 9 Puli 3 inch |
| 2 Pisau tetap | 10 V-Belt |
| 3 Ejector | 11 Puli 6 inch |
| 4 Poros penggerak | 12 Motor listrik |
| 5 Hopper | 13 Outlet |
| 6 Rumah pisau | 14 Bearing 6305 |
| 7 Saringan | 15 Bearing 32305 |
| 8 Rangka mesin | |

Gambar 3. Komponen mesin penepung ATC [3]

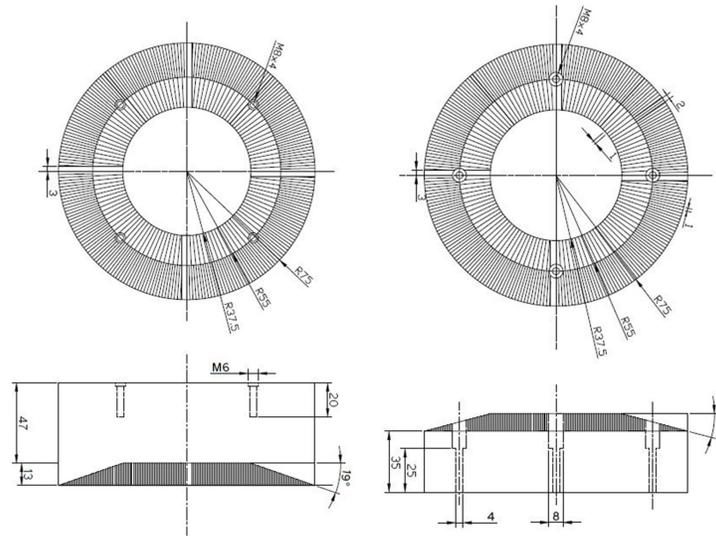
2.3. Rancangan Modifikasi Pisau

Modifikasi pisau penepung perlu dilakukan karena pisau yang terpasang pada mesin masih memiliki kekurangan, yaitu dalam hal efektivitasnya. Berat tepung SRC yang dihasilkan maksimal hanya sebanyak 20% dari total berat ATC yang dimasukkan ke dalam mesin penepung.

Berdasarkan analisis terhadap hasil dari penelitian sebelumnya, rendahnya efektivitas pemotongan diduga terjadi karena ukuran mata potong pisau yang masih terlalu besar. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efektivitas penepungan maka dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada pisau potongnya. Modifikasi yang dilakukan adalah membuat pisau pemotong dengan garis mata pisau pada arah radial. Di samping itu, jarak antara mata pisau dibuat serapat mungkin. Jarak antara mata potong pada radius terluar pisau dibuat kira-kira 1 mm.

Pembuatan mata potong yang banyak dengan jarak yang rapat cukup sulit untuk dibuat terlebih lagi mata potong pisau ini harus dibuat pada permukaan kerucut dengan kemiringan 75^o terhadap garis sumbu pisau. Oleh karena itu garis mata potong pisau dibuat berada pada arah radial agar pembuatannya menjadi lebih mudah.

Ketinggian ujung mata pisau pada jalan pemasukan ATC *chips* juga dibuat lebih tinggi dibandingkan ketinggian ujung mata pisau pada jalan keluaran tepung SRC. Bentuk pahat seperti ini dibuat agar bahan baku ATC akan mengalami gerusan yang semakin kecil pada saat bergerak dari bagian dalam (diameter dalam) pisau ke bagian keluaran (diameter luar) pisau. Rancangan pisau tetap terlihat pada gambar 4 dan rancangan pisau putar gambar 5.



Gambar 4. Rancangan Pisau Tetap Gambar 5. Rancangan Pisau Putar

2.4. Pembuatan Pisau Dan Pemasangan Pisau Pada Mesin

Sebagian besar proses pembuatan pisau tetap dikerjakan dengan proses permesinan. Bentuk dasar yang berupa silinder dikerjakan dengan proses bubut. Lubang untuk jalan pemasukan bahan baku ATC chips juga dikerjakan dengan proses bubut. Mata pisau yang berukuran kecil dan banyak dibentuk dengan proses frais. Proses pembuatan lubang-lubang untuk pemasangan pisau tetap pada ruang pemotongan dikerjakan dengan proses gurdi. Pisau tetap yang sudah selesai dibuat terlihat pada gambar 6.

Tahapan proses permesinan yang sama juga diterapkan dalam pengerjaan pisau putar. Bentuk dasar pisau putar yang berupa silinder dikerjakan dengan proses bubut. Lubang untuk pemasangan pada poros juga dikerjakan dengan proses bubut. Proses frais digunakan untuk pembuatan mata pisau yang berukuran kecil dan banyak. Pembuatan lubang-lubang baut dilakukan dengan proses gurdi. Pisau putar yang sudah selesai dibuat terlihat pada gambar 7.



Gambar 6. pisau tetap yang telah jadi



Gambar 7. pisau putar yang telah jadi

Pisau tetap (*fixed blade*) dan pisau putar (*rotating blade*) yang telah selesai dibuat, selanjutnya dirakit pada mesin penepung. Pisau tetap dipasang pada tutup rumah pisau (ruang pemotongan) yang terhubung dengan hopper. Pisau putar dipasang pada poros penggerak. Pemasangan pisau tetap dan pisau putar pada mesin pembuat tepung SRC tampak dalam Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. pemasangan pisau putar pada poros mesin penepung



Gambar 9. pemasangan pisau tetap pada tutup casing mesin penepung

2.5. Pengujian Mesin Pembuat Tepung SRC

Pengujian terhadap mesin pembuat tepung SRC dilakukan untuk mengetahui efek dari perubahan pisau terhadap kinerja mesin. Unjuk kerja yang ingin diketahui melalui pengujian ini adalah jumlah (berat) tepung yang dihasilkan, waktu penepungan serta kehalusan tepung yang dihasilkan. Dari berat keluaran tepung yang dihasilkan dan waktu penepungan dapat dihitung kapasitas penepungan yang dapat dicapai oleh mesin penepung. Pengujian dilakukan dengan masukan awal sebanyak 20 gram serta 50 gram ATC *chips*. Putaran pisau dijaga konstan pada 2445 rpm.

Pada pengujian yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa celah keluaran mesin penepung ATC ini cukup besar sehingga pada keluaran produknya masih terdapat potongan-potongan ATC yang masih kasar [8]. Oleh sebab itu, prosedur pengujian mesin penepung ini sedikit dimodifikasi, yaitu pada prosedur pemasukan ATC *chips* ke dalam mesin. Pemasukan ATC *chips* dilakukan secara berulang, dimana keluaran mesin yang masih berupa potongan kasar akan dimasukkan lagi untuk digerus lagi di dalam mesin. Pengulangan pemasukan ATC *chips* ini dilakukan sampai tidak ada lagi potongan kasar yang keluar dari mesin.

Batasan kehalusan tepung hasil penggerusan ditentukan pada 100 mesh, sesuai dengan kehalusan minimal yang umumnya dibutuhkan di pasaran karaginan. Untuk mendapatkan kehalusan minimal 100 mesh, maka keluaran dari mesin penepung ini disaring dengan ayakan 100 mesh sebelum ditimbang beratnya. Pengambilan data berupa penimbangan produk keluaran mesin penepung diambil setiap selang waktu 30 detik. Keluaran yang masih berupa campuran antara tepung halus dan potong ATC kasar ditampung pada wadah dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Tepung yang lolos ayakan 100 mesh ditimbang dan dipisahkan pada wadah yang telah disiapkan sedangkan potongan ATC kasar yang sudah sebagian tergerus, dimasukkan lagi ke dalam mesin penepung melalui hopper. Pengujian dihentikan jika sudah tidak ada lagi produk tepung yang keluar dari mesin.

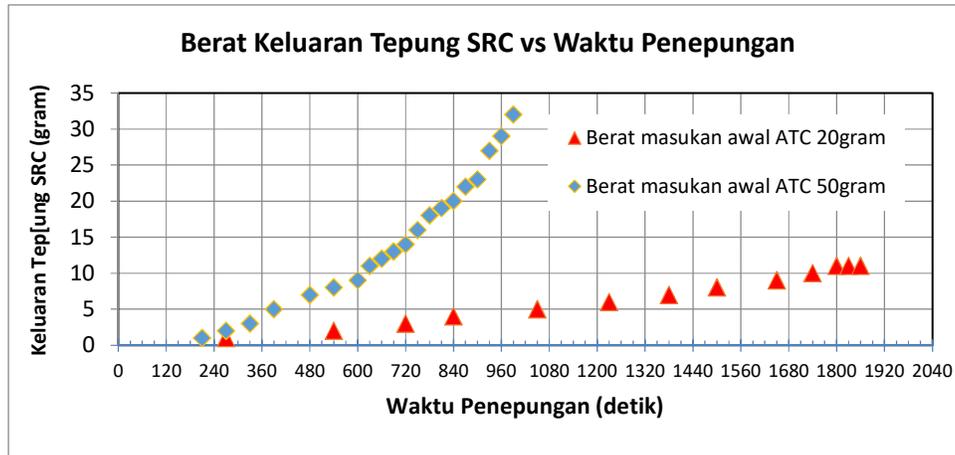
3. Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil berupa data berat produk (tepung SRC) yang dihasilkan dan waktu penepungan untuk dua variasi masukan awal sebanyak 20 gram dan 50 gram ATC *chips*. Data hasil pengujian mesin tertera dalam tabel 1. Data yang ditampilkan dalam tabel 1 tidak sepenuhnya lengkap untuk semua pengukuran berat keluaran tepung SRC setiap 30 detik, tapi hanya berupa cuplikan-cuplikan data penting dimana terdapat perubahan data berat penghasilan tepung SRC yang signifikan agar lebih ringkas. No. urut yang tercantum pada tabel adalah no. urut pengambilan data berat keluaran tepung SRC setiap 30 detik.

Tabel 1. Penghasilan tepung SRC terhadap waktu dengan variasi berat masukan awal TC *chips* sebanyak 20 gram dan 50 gram

Nomor urut pengambilan data	Waktu Penepungan (akumulasi) (detik ke-)	Berat keluaran tepung SRC	
		Berat masukan awal ATC 20 gram (gr)	Berat masukan awal ATC 50 gram (gr)
1	0		
2	180		
3	210		1
5	270	1	2
7	330		3
9	390		5
12	480		7
14	540	2	8
16	600		9
17	630		11
18	660		12
19	690		13
20	720	3	14
21	750		16
22	780		18
23	810		19
24	840	4	20
25	870		22
26	900		23
27	930		27
28	960		29
29	990		32
31	1050	5	
34	1230	6	
37	1380	7	
39	1500	8	
41	1650	9	
43	1740	10	
47	1860	11	

Data dari tabel 1 juga diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik penghasilan tepung SRC terhadap waktu penepungan seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik penghasilan tepung SRC terhadap waktu penepungan

Data pengujian yang tercantum pada tabel 1 memperlihatkan perbedaan hasil yang cukup signifikan antara masukan awal sebanyak 20 gram dan 50 gram ATC. Proses penepungan awal sebanyak 50 gram menunjukkan awal penghasilan tepung yang lebih cepat, yaitu penghasilan tepung dimulai pada detik ke-210 (3 menit 30 detik) sementara dengan masukan awal AC sebanyak 20 gram, tepung SRC baru terlihat pada detik ke 270 (4 menit 30 detik). Hal ini menunjukkan bahwa berat masukan yang lebih banyak akan memberikan dorongan yang lebih besar kepada ATC chips untuk lebih cepat masuk ke dalam celah antara pisau tetap dan pisau putar sehingga proses penepungan berlangsung lebih cepat dimulai. Proses penepungan dengan masukan 50 gram juga terlihat lebih progresif, dengan waktu yang lebih cepat tepung yang dihasilkan lebih banyak daripada proses penepungan yang diberi masukan awal 20 gram ATC chips.

Dilihat dari jumlah tepung SRC yang dihasilkan, penepungan dengan masukan awal 50 gram ATC chips juga mampu mencapai persentase tepung yang lebih banyak, yaitu 32 gram atau 64% dibandingkan masukan awalnya. Pada penepungan dengan masukan awal 20 gram ATC chips hanya menghasilkan 11 gram tepung SRC atau 55% dibandingkan berat awal masukan ATC chips.

Tepung yang dihasilkan dari mesin pembuat tepung SRC ini memiliki kehalusan minimal 100 mesh. Tepung yang dihasilkan dari mesin ini selanjutnya diayak lagi untuk mengetahui jika terdapat hasil tepung SRC yang lebih halus.

Dari pengayakan yang dilakukan dengan ayakan 200 mesh, didapatkan hasil bahwa di dalam 11 gram tepung SRC yang dihasilkan dari penepungan dengan masukan awal ATC *chips* sebanyak 20 gram terdapat tepung SRC dengan kehalusan 200 mesh sebanyak 5 gram SRC. Sedangkan untuk penepungan dengan masukan awal sebanyak 50 gram ATC *chips*, diperoleh tepung SRC dengan tepung kehalusan 200 mesh sebanyak 11 gram SRC dari total penghasilan tepung sebanyak 32 gram. Keluaran tepung yang diperoleh dari mesin pembuat tepung SRC terlihat dalam gambar 11 (a) dan 11 (b) untuk masukan awal sebanyak 20 gram ATC chips. Hasil tepung SRC yang didapatkan dari mesin penepung dengan masukan awal 50 gram ATC chips terlihat pada gambar 12(a) dan gambar 12(b)



a. 6 gram tepung SRC 100 mesh



b. 5 gram tepung SRC 200 mesh

Gambar 11. Tepung SRC hasil pengujian dengan masukan awal ATC 20 gr.



a. 21 gram tepung SRC 100 mesh



b. 11 gram tepung SRC 200 mesh

Gambar 12. Tepung SRC hasil pengujian dengan masukan awal ATC 50 gr.

Pada penelitian terdahulu, yaitu mesin penepung ATC dengan mata potong pisau pada sudut 33^o terhadap arah radial hanya mampu memberikan keluaran berupa 2 gram SRC 100 mesh dan 2 gram SRC 200 mesh untuk masukan awal sebanyak 20 gram ATC chips. Untuk masukan awal sebanyak 50 gram ATC chips diperoleh hasil sebanyak 6 gram SRC 100 mesh dan 3 gram SRC 200 mesh. Persentase penghasilan tepung SRC juga masih sangat rendah, yaitu hanya sebesar 20% dan 18% dari jumlah masukan ATC chips [8].

Jika dibandingkan dengan data tersebut, maka pisau dengan garis mata potong pada arah radial memberikan hasil yang lebih baik daripada pisau dengan garis mata potong pada sudut 33^o terhadap arah radial. Dilihat dari berat keluaran tepung SRC, modifikasi pisau yang terakhir ini mampu meningkatkan persentase berat keluaran tepung SRC dari 20% dan 18% menjadi 55% untuk input ATC chips sebanyak 20 gram dan 64 % untuk input ATC chips sebanyak 50 gram. Dilihat dari kapasitas produksinya, modifikasi pisau terakhir ini mampu mencapai 0,021 kg. Jam untuk masukan awal ATC chips sebanyak 20 gram dan 0,0116 kg/jam untuk masukan awal ATC chips sebanyak 50 gram. Hasil ini lebih baik dari modifikasi pisau sebelumnya (pisau dengan garis mata potong 33^o arah radial), yaitu sebesar 0,0036 kg/jam untuk masukan awal 20 gram ATC chips dan 0,0074 kg/jam untuk masukan awal 50 gram ATC chips. Modifikasi pisau terakhir ini sudah memperlihatkan adanya peningkatan kapasitas produksi walaupun masih belum dapat dikatakan baik, di mana masih ada sisa 45% ATC chips yang belum tergerus menjadi tepung SRC dari masukan awal 20 gram dan sisa 36% ATC chips dari masukan awal sebanyak 50 gram.

Peningkatan kapasitas produksi ini tidak lepas dari pengaruh modifikasi pisau penepung. Pembuatan pisau dengan mata potong pada arah radial memang lebih mudah daripada pembuatan pisau dengan mata potong pada sudut 33^o terhadap arah radial. Akurasi bentuk dan ukuran mata potong serta kerapatan mata potong pisau hasil modifikasi terakhir ini juga lebih baik daripada modifikasi pisau sebelumnya. Kesempurnaan bentuk serta ukuran mata potong ini

memiliki dampak yang signifikan terhadap keberhasilan proses penggerusan (penepungan) ATC *chips*.

Ketidaktepatan bentuk dan ukuran mata potong pisau juga ikut mempengaruhi akurasi celah yang terbentuk di antara pisau tetap dan pisau putar. Pisau dengan geometri yang tidak akurat akan memperlebar jarak (celah) antara pisau tetap dan pisau putar ataupun mengakibatkan ketidakteraturan jarak (celah) tersebut pada jarak jari-jari lingkaran yang sama. Penyebab lain yang juga ikut mempengaruhi akurasi celah di antara pisau tetap dan pisau putar adalah kesamaan sumbu (*concentricity*) antara silinder pisau tetap dan silinder pisau putar. Pisau tetap yang tidak satu sumbu dengan pisau putar akan membawa dampak berupa ketidaktepatan lebar celah yang terbentuk di antara kedua pisau tersebut pada jarak radius yang sama. Pada gilirannya, ketidakteraturan celah di antara pasangan pisau ini akan menurunkan efektivitas proses penggerusan.

4. Kesimpulan

Untuk mencapai efektivitas dan efisiensi penepungan yang tinggi diperlukan pisau penepung yang memiliki ketelitian (akurasi) yang cukup tinggi, baik dalam hal bentuk (geometri) dan dimensinya. Kesalahan bentuk dan ukuran pisau akan berdampak langsung kepada efektivitas proses penepungan. Ketidaktepatan antara silinder pisau tetap dan silinder pisau putar akan berpengaruh langsung kepada ketidakteraturan lebar celah yang terbentuk di antara kedua pisau tersebut dan berdampak juga terhadap efektivitas proses penepungan.

Modifikasi yang dilakukan pisau pembuat tepung SRC dalam penelitian ini cukup memberikan peningkatan kinerja walaupun masih belum cukup baik. Terlihat adanya peningkatan jumlah keluaran tepung SRC dibandingkan modifikasi pisau sebelumnya. Pengujian mesin dengan awal masukan ATC *chips* sebanyak 20 gram diperoleh keluaran tepung SRC sebanyak 6 gram dengan kehalusan 100 mesh dan 5 gram dengan kehalusan 200 mesh. Untuk awal masukan ATC *chips* sebanyak 50 gram ATC diperoleh hasil tepung SRC sebanyak 21 gram dengan kehalusan 100 mesh dan 11 gram dengan kehalusan 200 mesh. Persentase penghasilan tepung SRC juga mengalami peningkatan, mampu mencapai 55% dan 64%. Kapasitas produksi meningkat, yaitu mencapai 0,021 kg. Jam dengan awal masukan 20 gram ATC *chips* dan 0,116 kg/jam dengan awal masukan 50 gram ATC *chips*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Adrianus O W Kaya, Ani Suryani, Joko Santoso, dan Meika Syahbana Rusli, 2014. *Karakteristik Dan Struktur Mikro Gel Campuran Semi-Refined Carrageenan Dan Glukomanan*, Jurnal Kimia dan Kemasan, Vol. 37 No. 1 April 2015 pp 19-28.
- [2] Lalu Danu Prima Arzani, Tjahja Muhandri dan Nancy Dewi Yuliana. 2020. *Karakteristik Karaginan Semi-Murni dari Rumput Laut Kappaphycus Sriatum dan Kappaphycus Alvarezii*, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, vol 31, no.2 pp 95-102.
- [3] Encu Saefudin, Marsono, Wahyu. 2016. “*Perancangan Mesin Penepung Rumput Laut Skala Laboratorium*”. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), Yogyakarta, 26 November 2016, ISSN : 1979 – 911X / eISSN : 2541 – 528X, hal 477-484.
- [4] Haefi. 2016. “*Pembuatan dan Pengujian Mesin Penepung Rumput Laut*”. Institut Teknologi Nasional Bandung. Tugas Akhir Program Strata 1 Teknik Mesin.
- [5] Ryan Panji Pratama. 2017. “*Perancangan dan Analisis Kekuatan pada Modifikasi Pisau Mesin Penepung Rumput Laut*”. Institut Teknologi Nasional, Bandung. Tugas Akhir Program Strata 1.
- [6] Zakka Qays Haniff. 2017. “*Pembuatan Modifikasi Mata Pisau Mesin Penepung Rumput Laut*”. Institut Teknologi Nasional, Bandung. Tugas Akhir Program Strata 1.
- [7] Dimas Herlambang, 2017. “*Pengujian Mesin Penepung Rumput Laut*”. Institut Teknologi Nasional, Bandung. Tugas Akhir Program Strata 1.
- [8] Encu Saefudin, Marsono, Erik Puji Nugraha, “*Modifikasi Pisau Mesin Penepung ATC Dengan Garis Mata Potong Pada Sudut 33^o Arah Radial*”. Machine; Jurnal Teknik Mesin

- Vol. 6 No. 2, Oktober 2020, pp 36-42.
- [9] Awang Bono, S.M. Anisuzzaman, Ong Wan Ding. 2014. “*Effect of Process Conditions on Gel Viscosity and Gell Strength of Semi-Refined Carrageenan (SRC) Produce from Seaweed (Kappaphycus Alcaezii)*”, Journal of King Saud University – Engineering Science (2014) 26, pp. 3 – 9 (www.sciencedirect.com).
- [10] Marsono Since, Septiam Septian, “Pengembangan prototipe mesin pencacah rumput laut yang telah melalui proses alkalisasi (ATC)”, Jurnal Teknik Mesin Indonesia, Vol. 13 No. 2 April 2018. Hal. 38-43.