

Optimasi Suhu dan Kecepatan Putar *Ball mill* Pada Proses Pengolahan *Milk Chocolate*

Optimization of Temperature and Ball mill Rotational Speed In Milk Chocolate Processing

Sara Nur Hasanah, Enrico Syaefullah, Shaf Rijal Ahmad*

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia
Jl. Sinarmas Boulevard, Situ Gadung, Kec. Pagedangan, Tangerang, Banten 15338

*E-mail: shafrijal_ahmad@yahoo.com

Diterima: 23/04/2024

Disetujui: 22/05/2024

Diterbitkan: 31/05/2024

Kata kunci: *ball mill*;
kecepatan putar; milk
chocolate; refining; suhu.

ABSTRAK

Refining adalah proses pembuatan pasta cokelat yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel menjadi kurang dari 30 μm agar diperoleh tekstur yang lebih halus. Studi ini bertujuan untuk menentukan suhu dan kecepatan putar optimal *ball mill* pada proses refining. Mesin refining yang digunakan pada pengujian adalah *ball mill* tipe BMV-10 dengan kapasitas 10 kg. Proses refining dilakukan dengan kombinasi suhu dan kecepatan putar yang berbeda yaitu 50°C (T1), 60°C (T2) dan 90 rpm (V1), 186 rpm (V2). Parameter mutu pasta yang diuji dalam studi ini adalah tingkat kehalusan, kadar air, dan kadar lemak. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA dan DMRT. Studi menunjukkan bahwa tingkat kehalusan, kadar air dan kadar lemak pada pasta cokelat yang dihasilkan dari kombinasi ini berbeda nyata ($P < 0,05$). Studi menunjukkan bahwa suhu dan kecepatan putar yang paling optimal adalah suhu 60°C dengan kecepatan putar 186 rpm (T2.V1). Pada perlakuan tersebut kadar air (0,72%), kadar lemak (31,89%) dan tingkat kehalusan 100% (ukuran partikel $< 25 \mu\text{m}$) dapat dicapai dalam waktu 73 menit.

ABSTRACT

Refining is a process in chocolate paste production that aims to reduce the particle size to less than 30 μm to obtain a smoother texture. This study aims to determine the optimal temperature and rotational speed of the ball mill in the refining process. The refining machine used in this study is a ball mill type BMV-10 with a capacity of 10 kg. The refining process was conducted under different combinations of temperature and rotation frequency, that are 50°C (T1), 60°C (T2) and 90 rpm (V1), and 186 rpm (V2). The paste quality parameters assessed in this study were fineness, moisture content, and fat content. The data obtained were analyzed using the ANOVA and DMRT tests. This study shows that the level of fineness, moisture content, and fat in the chocolate paste resulting from these

Keyword: ball mill; milk chocolate; refining; rotating speed; temperature.

combinations was significantly different ($P < 0.05$). This study suggests that the most optimal temperature and rotational speed is 60°C with a rotational speed of 186 rpm (T2.V1). In this treatment, the moisture content (0.72%), fat content (31.89%), and 100% fineness (particle size $< 25\mu\text{m}$) can be achieved within 73 minutes.

PENDAHULUAN

Cokelat merupakan salah satu olahan jadi biji kakao yang dibuat melalui tahapan pencampuran bahan baku, penghalusan (*refining*), *conching*, *tempering*, pembentukan pasta cokelat, pencetakan dan kristalisasi [1, 2]. Refining adalah proses pengecilan ukuran partikel cokelat yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel bahan baku cokelat agar diperoleh tekstur cokelat yang halus dan memiliki ukuran partikel kurang dari $30\mu\text{m}$ (Wijaya, 2020). Proses pengecilan ukuran dalam proses pengolahan cokelat dapat dilakukan menggunakan beberapa alat seperti *roll refiner*, *macintyre refiner*, *conches*, *discs mill*, *extruders*, dan *ball mill* [2-4].

Pengolahan cokelat dengan menggunakan *ball mill* merupakan salah satu metode alternatif dalam pembuatan cokelat yang membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode konvensional. *Ball mill* merupakan mesin pembuat cokelat skala kecil dimana pada *ball mill* proses refining dan *conching* berjalan secara bersamaan [5, 6]. Pada proses pembuatan cokelat menggunakan *ball mill*, formula cokelat akan dipanaskan dan dihaluskan oleh bola - bola *stainless steel* yang bergerak akibat putaran agitator [7].

Pada skala industri meningkatkan efisiensi merupakan salah satu sasaran yang harus dicapai untuk meningkatkan jumlah produksi dan nilai tambah [8]. Mempertimbangkan pentingnya proses refining untuk menghasilkan cokelat bermutu dan pentingnya mesin *ball mill* dalam proses refining tersebut maka diperlukan pengetahuan mengenai waktu, suhu, dan kecepatan putar yang optimal untuk menghasilkan ukuran partikel yang ingin dicapai. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi suhu dan kecepatan putar optimal pada mesin *ball mill* dalam proses refining milk chocolate sehingga menghasilkan tingkat kehalusan, kadar air, dan kadar lemak yang sesuai dengan syarat mutu dengan waktu yang paling efisien.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah *cocoa butter* sebanyak 44,5% yang diperoleh dari UGM *cocoa Teaching and Learning Industry* dengan biji kakao yang berasal dari Gorontalo. Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan cokelat adalah *milk powder* (krimer) 13%, *cocoa powder* 12,5%, gula 30%, vanili, garam dan lesitin.

Peralatan yang digunakan adalah mesin *ball mill* tipe BMV-10 kapasitas 10 kg, neraca analitik *Kern Analytical Balance* ABJ 220-4NM, Bruker FT – NIR Spectrometer TANGO II untuk pengujian kadar air, kadar lemak dan tingkat kehalusan pasta cokelat,

ayakan 600 mesh untuk pengujian tingkat kehalusan pasta coklat, laptop, jangka sorong, mistar (penggaris), termometer raksa, kemasan plastik, dan kertas label.

Metode

Proses *refining* dilakukan dengan cara memasukkan dan menghaluskan bahan formula coklat ke dalam mesin *ball mill* dengan variasi suhu dan kecepatan putar *ball mill* adalah suhu 50°C (T1) dan 60°C (T2) dengan kecepatan putar 90 rpm (V1) dan 186 rpm (V2) dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada tiap perlakuan (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan dalam pengujian *ball mill*

Perlakuan	Suhu (°C)	Kecepatan putar (rpm)
T1.V1	50	186
T1.V2	50	90
T2.V1	60	186
T2.V2	60	90

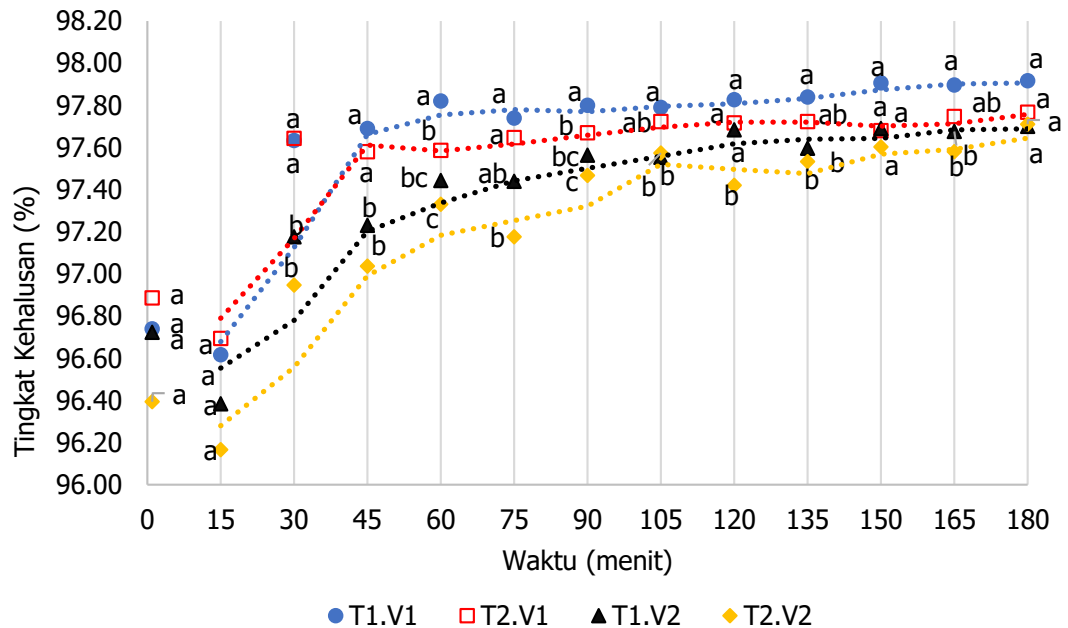
Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap *milk chocolate* yang diproses dalam *ball mill* dilakukan setiap 15 menit. Pengujian dilakukan untuk mengetahui mutu hasil *refining*. Parameter mutu yang dievaluasi adalah tingkat kehalusan, kadar air, dan kadar lemak. Untuk uji tingkat kehalusan dilakukan dengan 2 pendekatan, yaitu dengan alat uji Bruker FT – NIR Spectrometer TANGO II dan ayakan 600 mesh. Sedangkan untuk pengujian kadar air dan kadar lemak hanya menggunakan Bruker- FT NIR Spectrometer Tango II.

Data kadar air, kadar lemak dan tingkat kehalusan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam/ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf signifikansi 5% (Prob<0,05). Anova digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil pengujian apabila ada beda nyata maka dilakukan uji lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian tingkat kehalusan menggunakan alat uji FT – NIR *Spectrometer* persentase tingkat kehalusan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *refining* (Gambar 1). Tingkat kehalusan pada beberapa bagian formula *milk chocolate* cenderung meningkat mulai dari menit pertama hingga menit ke-105 dan relatif stabil pada menit ke-105 hingga menit ke-180. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan kecepatan putar pada proses *refining* menghasilkan tingkat kehalusan yang berbeda nyata (P<0,05). Perbedaan tersebut mulai tampak pada menit ke-30 sampai menit ke-135 dan pada menit ke-165. Sedangkan pada menit ke-150 dan 180 cenderung tingkat kehalusannya cenderung stabil dan tidak berbeda nyata.

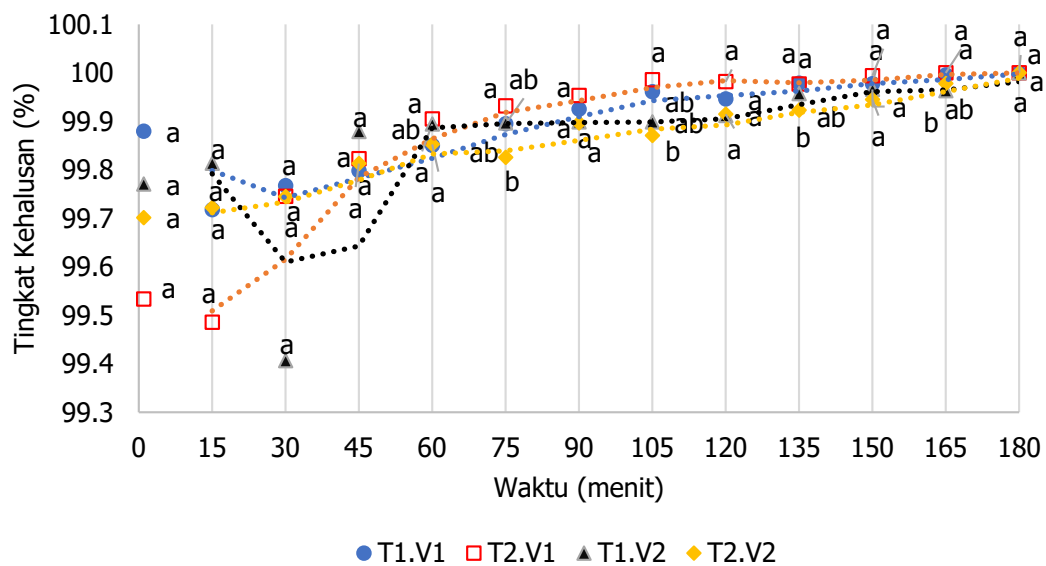
Selama proses *refining* selama 180 menit dihasilkan persentase tingkat kehalusan partikel cokelat pada tiap perlakuan masing-masing sebesar 97.92% (T1.V1), 97.77% (T2.V1), 97.70% (T1.V2) dan 97.71% (T2.V2). Hal tersebut menunjukkan bahwa tiap perlakuan yang diterapkan dalam proses *refining* telah menghasilkan persentase tingkat kehalusan sesuai dengan standar mutu. Perlakuan paling optimal untuk mencapai tingkat kehalusan tertinggi dengan metode NIR adalah suhu 50°C dan kecepatan putar 186 rpm (T1.V1) dengan waktu 180 menit



Titik yang diikuti dengan tanda huruf yang sama pada menit yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada hasil pengujian sedangkan titik yang diikuti dengan tanda huruf yang berbeda pada menit yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada hasil pengujian

Gambar 1. Tingkat kehalusan partikel cokelat dengan metode NIR dan Ayakan

Konsisten dengan pengujian tingkat kehalusan menggunakan metode NIR, pengujian tingkat kehalusan dengan menggunakan ayakan 600 mesh juga menunjukkan bahwa persentase tingkat kehalusan meningkat seiring dengan waktu *refining* (Gambar 2). Namun demikian, berdasarkan analisis sidik ragam, perbedaan nyata dari kombinasi perlakuan suhu dan kecepatan putar pada proses *refining* baru tampak pada menit ke-75, 105, dan 135, serta menit ke-165. Pada pengujian tingkat kehalusan menggunakan ayakan 600 mesh pada menit ke 180 diperoleh tingkat kehalusan partikel cokelat mencapai 100% (< 25 μ m) untuk semua perlakuan. Rata rata waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kehalusan 100% pada perlakuan T1.V1 dan T2.V1 adalah selama 155 menit dan 130 menit sedangkan pada perlakuan T1.V2 dan T2.V2 dicapai pada menit ke-180. Perlakuan paling optimal untuk mencapai tingkat kehalusan (ayakan) 100% adalah suhu 60°C dan kecepatan putar 186 rpm (T2.V1) dengan waktu 130 menit.



Titik yang diikuti dengan tanda huruf yang sama pada menit yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada hasil pengujian sedangkan titik yang diikuti dengan tanda huruf yang berbeda pada menit yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada hasil pengujian

Gambar 2. Tingkat kehalusan partikel cokelat dengan metode Ayakan

Berdasarkan kedua metode pengujian, dapat diketahui bahwa tingkat kehalusan partikel formula cokelat dipengaruhi oleh kecepatan putar *ball mill*, dimana semakin tinggi putaran *ball mill* maka *steel ball* yang ada didalam tabung akan saling bertumbukan sehingga ukuran partikel bahan menjadi semakin kecil. Hal ini sesuai dengan kajian sebelumnya yang menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran maka semakin cepat proses penghalusan pada formula cokelat atau adonan cokelat mencair dan meleleh dengan cepat, sedangkan semakin rendah rpm yang digunakan semakin lambat proses pencapaian tingkat kehalusan formula cokelat [7]. Selain itu, proses *refining* dengan menggunakan *ball mill* ini juga telah menghasilkan tingkat kehalusan yang direkomendasikan, yaitu lebih kecil dari 25 μ m.

Tingkat kehalusan penting dalam proses pembuatan cokelat karena ukuran partikel cokelat menentukan terasa tidaknya tekstur berpasir di mulut [9] dan meningkatkan luas permukaan partikel dalam pengolahan cokelat [10]. Selain itu, cokelat yang memiliki ukuran partikel kecil (20 μ m) memiliki laju pembentukan *fat bloom* yang lebih lambat dibanding cokelat dengan ukuran partikel 35 μ m dan 50 μ m hal ini dikarenakan partikel memiliki sumbu kapiler yang kecil sehingga fraksi lemak yang ada dalam cokelat sulit untuk keluar ke permukaan dan membentuk *bloom* putih [11]. Perbedaan hasil pengujian tingkat kehalusan menggunakan NIR dan ayakan 600 mesh disebabkan karena pada pengujian tingkat kehalusan dengan ayakan, cokelat dilarutkan dengan air panas (suhu 50-60°C) hingga leleh, kemudian dibilas menggunakan air sabun untuk melarutkan lemak kakao yang menempel dipermukaan ayakan. Hal tersebut berbeda dengan metode NIR yang mendeteksi tingkat kehalusan berdasarkan serapan gelombang.

Kadar Air

Pada pengujian kadar air formula *milk chocolate* persentase sebaran kadar air meningkat dan stabil seiring dengan waktu *refining*. Pada perlakuan T1.V1 dan T2.V1, kadar air pada formula *milk chocolate* yang dihasilkan cenderung meningkat pada menit ke-1 sampai menit ke-30 dan relatif stabil dimenit ke-30 sampai menit ke-180. Sedangkan pada perlakuan T1.V2 dan T2.V2, kadar air meningkat mulai menit ke-1 sampai menit ke-60 dan relatif stabil pada menit ke-60 sampai menit ke-180.

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan kecepatan putar pada proses *refining* menghasilkan tingkat kehalusan yang berbeda nyata ($P < 0,05$) yaitu perlakuan suhu dan kecepatan putar *ball mill* menghasilkan sebaran kadar air yang berbeda nyata pada menit ke- 30, menit ke- 60, menit ke- 150, menit ke- 165, dan menit ke- 180. Perlakuan paling optimal untuk mencapai kadar air 0.72% adalah T1.V1 dengan lama waktu 30 menit.

Gambar 3. Menunjukkan pada menit ke-1 dan menit ke-15 kadar air formula cokelat lebih rendah dibanding pengujian di menit lainnya, hal ini diduga karena formula cokelat belum tercampur secara merata. Pada awal proses pencampuran bahan yang pertama kali dimasukkan kedalam tabung silinder adalah gula dan *cocoa butter* sehingga dibagian bawah tabung silinder didominasi oleh kedua bahan tersebut dan saat proses pengujian sampel yang diuji banyak yang terbaca sebagai partikel gula dan *cocoa butter* bukan air sehingga hasil pengujian menunjukkan kadar air yang rendah. Spektra NIR membaca senyawa organik maupun an-organik kimia yang memiliki pola serapan yang khas dan berbeda satu dengan lainnya pada setiap panjang gelombang infra merah yang diberikan [12].

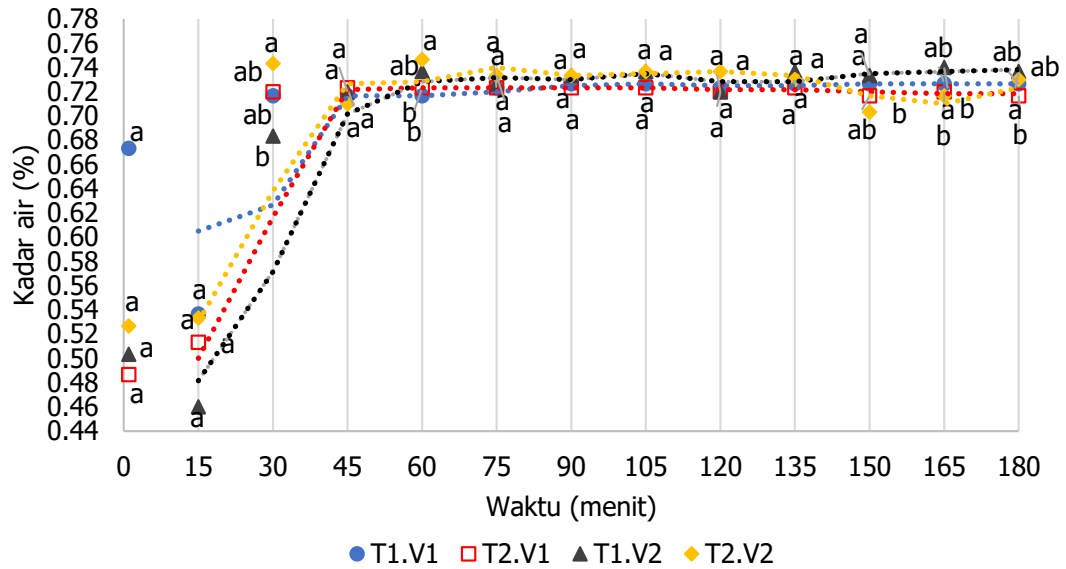
Kadar air formula *milk chocolate* berkisar 0.717-0.7367% dan telah memenuhi persyaratan yang ada. Kadar air akan mempengaruhi tekstur dan pembentukan *sugar bloom* pada cokelat. Kadar air yang tinggi pada cokelat dapat menyebabkan *sugar bloom*. Air mengakibatkan gula menyerap kelembaban dan larut di air. Saat air menguap gula akan membentuk kristal yang lebih besar dan membentuk lapisan putih dipermukaan cokelat.

Kadar Lemak

Fraksi lemak dalam formulasi cokelat memberikan peranan penting dalam menentukan tekstur, kenampakan, penanganan proses dan penyimpanan produk cokelat [13]. Persentase sebaran lemak meningkat dan stabil seiring dengan waktu *refining*. Pada perlakuan T1.V1 dan T2.V2, kadar lemak pada formula *milk chocolate* yang dihasilkan cenderung meningkat pada menit ke-1 sampai menit ke-60 kemudian menurun dan relatif stabil pada menit ke-60 sampai menit ke-180. Sedangkan pada perlakuan T1.V2 dan T2.V1, kadar lemak meningkat pada menit ke-1 sampai menit ke-45 kemudian menurun dan relatif stabil dimenit ke-45 sampai menit ke-180. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.

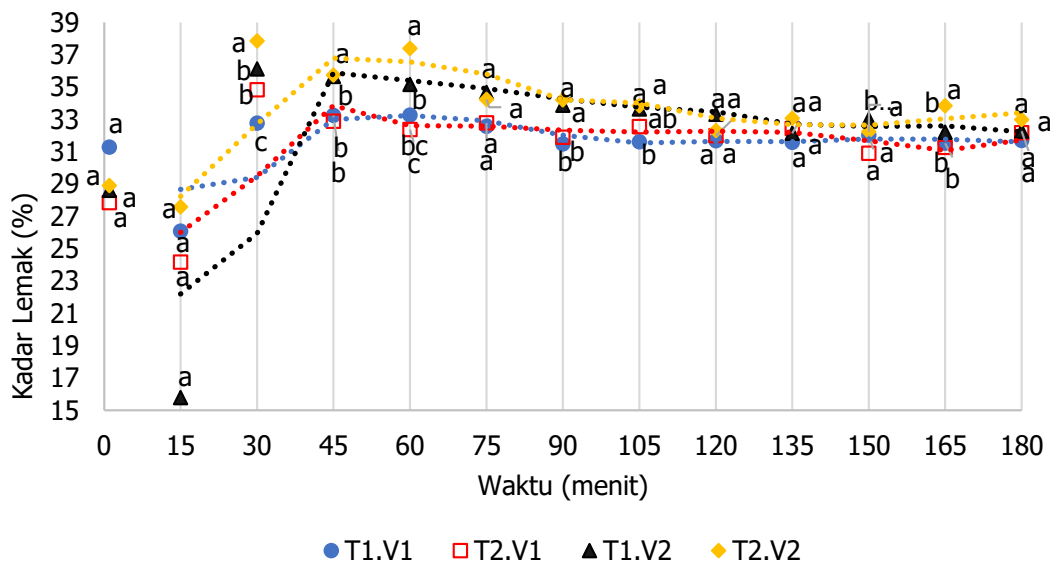
Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan kecepatan putar pada proses *refining* menghasilkan tingkat kehalusan yang berbeda nyata ($P < 0,05$) yaitu perlakuan suhu dan kecepatan putar *ball mill* menghasilkan sebaran

kadar lemak pada menit ke-30 sampai menit ke-60, menit ke-90, menit ke-105, dan menit ke-165. Perlakuan paling optimal untuk mencapai kadar lemak 31.89% adalah T2.V1 dengan lama waktu 45 menit.



Titik yang diikuti dengan tanda huruf yang sama pada menit yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada hasil pengujian sedangkan titik yang diikuti dengan tanda huruf yang berbeda pada menit yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada hasil pengujian

Gambar 3. Kadar air



Gambar 4. Kadar lemak

Berdasarkan pengujian, formulasi bahan baku yang sama pada setiap perlakuan ternyata tidak memberikan hasil pengujian kadar lemak yang sama. Suhu dan kecepatan putar *ball mill* pada proses refining cokelat mempengaruhi nilai dari hasil pengujian kadar lemak formula cokelat. Selain itu, formula cokelat akan homogen seiring dengan lama waktu refining. Pada campuran yang telah homogen kadar lemak akan sama pada seluruh bagian adonan [14]. Pada pembuatan krim lama pengadukan seiring dengan meningkatnya kecepatan putar akan memperluas bidang kontak sehingga dapat meningkatkan homogenitas dari suatu campuran [15]. Perbedaan hasil pengujian juga diduga karena sampel yang diuji memiliki ukuran partikel besar dan belum homogen, sehingga pada saat proses pengujian menggunakan NIRS radiasi gelombang banyak yang diserap oleh sampel yang memiliki ukuran partikel yang lebih besar. Menurut Karlinasari, et al. [12], bahan yang memiliki bentuk dan ukuran besar akan terjadi transmisi sedangkan pada bentuk serbuk halus akan terjadi juga pantulan (*reflectance*). Bahan dengan bentuk padat akan menyerap lebih banyak radiasi gelombang pada kisaran gelombangnya dibandingkan dengan bahan dengan bentuk serbuk. Selain itu suhu sampel yang berbeda diduga akan mempengaruhi hasil pengujian. Pengujian yang dilakukan oleh Gimbaro [16], peningkatan suhu pada sampel senyawa eugenol mempengaruhi besar getaran molekul eugenol dan mengubah panjang ikatan molekul, semakin tinggi suhu maka jarak dan getaran molekul semakin besar dan sebaliknya.

Optimasi Suhu Dan Kecepatan Putar *Ball mill*

Optimasi adalah proses pencarian satu atau lebih penyelesaian yang berhubungan dengan nilai-nilai dari satu atau lebih fungsi objektif pada suatu masalah sehingga diperoleh satu nilai optimal [17]. Berdasarkan analisa terhadap data proses refining dengan perbedaan suhu, diketahui bahwa waktu optimal untuk mencapai tingkat kehalusan yang dikehendaki tidak berbeda jauh antara perlakuan suhu 50°C dan 60°C, yakni membutuhkan waktu refining selama 100 menit dan 102 menit. Sedangkan untuk mencapai kadar air dan kadar lemak yang dikehendaki dibutuhkan waktu tidak lebih dari 75 menit (Tabel 2).

Tabel 2. Optimasi suhu *ball mill* pada proses *refining milk chocolate*

Perlakuan	Suhu °C	Waktu (menit)			Waktu optimal (menit)
		Kadar Air (0.70-0.73%)	Kadar Lemak (31 - 32%)	Tingkat Kehalusan* (99.9%)	
T1	50	56-73	6.11-43	100	100
T2	60	65-75	12.47-36	102	102

* : Pengujian tingkat kehalusan dilakukan menggunakan ayakan 600 mesh

Berdasarkan analisa terhadap hasil refining dengan perbedaan kecepatan putar, diketahui bahwa kecepatan putar 186 rpm dapat menghasilkan tingkat kehalusan dengan waktu yang lebih singkat dibanding kecepatan putar 90 rpm, yakni 68 menit dengan 103 menit (Tabel 3).

Tabel 3. Optimasi kecepatan putar *ball mill* pada proses *refining milk chocolate*

Perlakuan	Kecepatan putar (rpm)	Waktu (menit)			Waktu optimal (menit)
		Kadar Air (0.70-0.73%)	Kadar Lemak (31 - 32%)	Tingkat Kehalusan* (99.9%)	
V1	186	53-59	28-34	68	68
V2	90	68-79	1.1-17.6	103	103

* : Pengujian tingkat kehalusan dilakukan menggunakan ayakan 600 mesh

Hasil analisis dari kombinasi dua perlakuan suhu dan kecepatan putar (Tabel 4) menunjukkan waktu *refining* paling singkat diperoleh pada perlakuan T2.V1 dengan lama waktu 73 menit. Data hasil pengujian sebagaimana terlihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik pada proses refining dengan kualitas pencapaian mutu formula cokelat yang paling singkat berturut-turut adalah perlakuan T2.V1 (60°C dan 186 rpm), T1.V1 (60°C dan 186 rpm), T2.V2 (50°C dan 90 rpm), dan T1.V2 (50°C dan 90 rpm).

Tabel 4. Optimasi suhu dan kecepatan *ball mill* pada proses refining milk chocolate

Perlakuan	Waktu (menit)			Waktu optimal (menit)
	Kadar Air (0.70-0.73%)	Kadar Lemak (31 - 32%)	Tingkat Kehalusan* (99.9%)	
T1.V1	52-58	18-28	90	90
T1.V2	67-95	7.1-24	107	107
T2.V1	66-89	40-44	73	73
T2.V2	87	7.1-19	106	106

* : Pengujian tingkat kehalusan dilakukan menggunakan ayakan 600 mesh

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan kecepatan putar *ball mill* memberikan perbedaan nyata pada kualitas mutu cokelat (Tabel 5). Analisis menunjukkan nilai-p yang signifikan untuk perlakuan suhu pada parameter mutu kadar air, kadar lemak dan tingkat kehalusan. Nilai-p juga signifikan untuk perlakuan kecepatan putar pada parameter mutu kadar air, kadar lemak dan tingkat kehalusan, sedangkan kombinasi suhu dan waktu memiliki nilai-p yang signifikan pada parameter mutu kadar lemak. Perlakuan suhu dan kecepatan putar memberikan perbedaan nyata pada kadar air, kadar lemak cokelat dan tingkat kehalusan cokelat. Semakin tinggi suhu *ball mill*

(60°C) maka kadar air dalam bahan semakin rendah karena terjadi penguapan kandungan air yang ada dalam bahan dan semakin tinggi kecepatan putar *ball mill* maka semakin tinggi kadar lemak dan tingkat kehalusan disetiap bagian formula cokelat. Penurunan kadar air adonan cokelat dapat terjadi selama proses penghalusan karena adanya pemanasan pada suhu 60°C [18]. Optimasi kecepatan dan lama pengadukan ukuran nanopartikel kitosan menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan maka ukuran partikel yang dihasilkan menjadi semakin kecil [19].

KESIMPULAN

Perlakuan kombinasi suhu dan kecepatan putar menghasilkan tingkat kehalusan, kadar air dan kadar lemak yang berbeda nyata pada proses refining formula cokelat. Pada pengujian ini, suhu dan kecepatan putar yang paling optimal adalah suhu 60°C dengan kecepatan putar 186 rpm (T2.V1). Pada perlakuan tersebut waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kehalusan 100% dengan partikel berukuran kurang dari 25µm, kadar air sebesar 0,72% dan kadar lemak sebesar 31.89% adalah selama 73 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dibuat ringkas sebagai ungkapan terima kasih kepada pihak yang membantu riset, penelaah naskah, atau penyedia dana riset.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. O. Afoakwa, A. Paterson, and M. Fowler, "Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 18, no. 6, pp. 290-298, 2007/06/01/ 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.02.002>.
- [2] S. Beckett, "2 - Chocolate manufacture," in *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*, G. Talbot Ed.: Woodhead Publishing, 2009, pp. 11-28.
- [3] B. Minifie, *Chocolate, cocoa and confectionery: science and technology*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [4] E. H. Reimerdes and H. A. Mehrens, "Milk," in *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, S. T. Beckett Ed. Boston, MA: Springer US, 1994, pp. 43-54.
- [5] C. Alamprese, L. Datei, and Q. Semeraro, "Optimization of processing parameters of a ball mill refiner for chocolate," *Journal of Food Engineering*, vol. 83, no. 4, pp. 629-636, 2007/12/01/ 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.04.014>.
- [6] S. Bolenz, K. Amtsberg, and E. Lipp, "New concept for fast continuous conching of milk chocolate," *European Food Research and Technology*, vol. 220, no. 1, pp. 47-54, 2005/01/01 2005, doi: 10.1007/s00217-004-1047-6.
- [7] E. Jassin and Y. Isma, "Efektifitas Kinerja Mesin Ball Mill Pada Formula Cokelat Berdasarkan Perbandingan Suhu dan RPM (*Rotation Per Minute*)," *Jurnal Galung Tropika*, vol. 3, no. 2, 2014.
- [8] S. Kristianto, "Analisis Efisiensi Usaha dan Implikasinya Terhadap Keberlangsungan Sektor Industri Rotan Balearjosari Kota Malang (Studi kasus

- pada industry kecil rotan di Kelurahan Balearjosari, Kecamatan Blimbing, Kota Malang)," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, vol. 1, no. 2, 2012.
- [9] J. C. Hoskin and P. S. Dimick, "Chemistry of flavour development in chocolate," in *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, S. T. Beckett Ed. Boston, MA: Springer US, 1994, pp. 102-116.
- [10] P. Wiguna, M. Aji, and A. Yulianto, "Sifat mekanik komposit cokelat batang dengan filler biji mete," *Indonesian Journal of Mathematics Natural Sciences*, vol. 37, no. 2, pp. 141-145, 2014.
- [11] Z. D. U. Kesuma, "Pengaruh Ukuran Partikel Pasta Kakao Terhadap Pembentukan Fat Bloom Pada Cokelat Batang," Sarjana Skripsi, Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2015.
- [12] L. Karlinasari, M. Sabed, N. J. Wistara, A. Purwanto, and H. Wijayanto, "Karakteristik spektra absorbansi nir (near infra red) spektroskopi kayu acacia mangium willd pada 3 umur berbeda," *Jurnal Ilmu Kehutanan*, vol. 6, no. 1, pp. 45-52, 2012.
- [13] M. Isyanti, A. Sudibyoy, D. Supriatna, and A. H. Suherman, "Penggunaan Berbagai *Cocoa Butter Substitute* (CBS) Hasil Hidrogenasi dalam Pembuatan Cokelat Batangan," *Indonesian Journal of Industrial Research*, vol. 32, no. 01, pp. 33-44, 2015.
- [14] H. A. Hasibuan, "Kombinasi *roll* dan *ball mill refiner* pada proses *conching* dalam pembuatan cokelat berbahan *cocoa butter substitute*," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 25, no. 3, 2015.
- [15] B. A. Khan, N. Akhtar, H. Khan, and V. d. A. Braga, "Development, characterization and antioxidant activity of polysorbate based O/W emulsion containing polyphenols derived from *Hippophae rhamnoides* and *Cassia fistula*," *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 49, pp. 763-773, 2013.
- [16] Y. Gimbaro, "Pengaruh Suhu terhadap Serapan Inframerah Dekat Senyawa Eugenol," Sarjana Skripsi, Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, 2017.
- [17] I. Berlianty and M. Arifin, *Teknik-teknik optimasi heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [18] S. Mulato, E. Suharyanto, S. Widyotomo, and Misnawi, *Pengolahan produk primer dan sekunder kakao, Edisi-4*. Jember: Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, 2010.
- [19] W. Taurina, R. Sari, U. C. Hafinur, S. Wahdaningsih, and I. Isnindar, "Optimization of Stirring Speed And Stirring Time Toward Nanoparticle Size of Chitosan-Siam Citrus Peel (*Citrus nobilis* L. var *Microcarpa*) 70% Ethanol Extract," *Majalah Obat Tradisional*, vol. 22, no. 1, pp. 16-20, 2017.