
**Pengaruh Variasi Tingkat Daya Dan Waktu Pemanasan *Microwave* Terhadap Karakteristik Tepung
Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.)**

***Effect of Variation in Microwave Power Level and Heating Time on the Characteristics of Jelai Flour
(Coix lacryma-jobi L.)***

Ratih Mardiatuzzakiah, Sukmiyati Agustin

*Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan
Timur, Indonesia*

Email: sukmiyati.agustin@faperta.unmul.ac.id

Abstract

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) is a cereal crop belonging to the group of grains (Poaceae). The starch content in jelai plants is very high, around 52%, so it has the potential to be processed into flour. The natural starch found in jelai seeds has the disadvantage that it takes a long time to process and is not resistant to acid treatment. Heating using the microwave method to modified native jelai flour is considered more efficient because it provides faster heating, more homogeneous treatment, and minimizes energy consumption. This study was conducted to determine the effect of power level and microwave heating time on the physicochemical and functional characteristics of jelai flour. This study used a completely randomized design (CRD) with two factors, i.e. power level 20p, 60p, 100p and heating time (5, 10, 15 minutes) with three replications. This study showed that the variation of microwave power level had a significant effect on bulk density, swelling volume, and solubility, but no significant effect on moisture content and viscosity levels of modified jelai flour. Meanwhile, the variation in microwave heating time has a real effect on solubility, but no significant effect on moisture content, bulk density, swelling volume, and viscosity of modified jelai flour. Microwave power level 20p and heating time of 15 minutes resulted in jelai flour with characteristics closest to wheat flour based on bulk density and solubility value.

Keyword: *jelai flour, starch modification, microwave heating*

Abstrak

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah tanaman jenis serealia yang masuk golongan suku padi-padian (*Poaceae*). Jelai merupakan jenis tanaman biji-bijian atau serealia. Kandungan pati dalam tanaman jelai sangat tinggi yaitu berkisar 52% sehingga berpotensi dapat diolah menjadi tepung- Pati alami yang terdapat pada biji jelai memiliki kekurangan yakni proses pengolahan dengan waktu yang lama dan tidak tahan pada perlakuan asam. Pemanasan menggunakan metode *microwave* merupakan salah satu metode untuk memodifikasi pati yang dinilai lebih efisien karena memberikan pemanasan yang lebih cepat, perlakuan yang lebih homogen, dan meminimalisir konsumsi energi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung jelai. Percobaan faktorial dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu tingkat daya (20p, 60p, 100p) dan waktu pemanasan (5, 10, 15 menit) serta tiga kali ulangan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa variasi tingkat daya *microwave* berpengaruh nyata terhadap densitas kamba, *swelling volume*, dan *solubility*, tetapi pada kadar air dan viskositas tidak berpengaruh nyata pada tepung jelai termodifikasi. Sedangkan pada variasi waktu pemanasan *microwave* berpengaruh nyata terhadap *solubility*, tetapi pada kadar air, densitas kamba, *swelling volume*, dan viskositas tidak berpengaruh nyata pada tepung jelai termodifikasi. Perlakuan tingkat daya 20p dan waktu pemanasan 15 menit merupakan perlakuan terbaik karena dari hasil analisis densitas kamba dan *solubility* hampir mendekati tepung terigu.

Kata kunci: *tepung jelai, modifikasi, microwave*

PENDAHULUAN

Jelai (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah jenis tanaman serealia atau biji-bijian tropis dari suku padi-padian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Tanaman jelai telah dikenal lama oleh masyarakat Indonesia sebagai pakan ternak dan hanya dipandang

sebagai rumput liar, padahal kandungan gizi jelai mampu menjadikan jelai sebagai bahan pangan alternatif (Nuraeni, 2019). Jelai diolah menjadi tepung karena memiliki kandungan pati yang tinggi dibandingkan dengan serealia lainnya. Kandungan nutrisi dari jelai terdiri dari pati sekitar 67,2%,

protein 14,2%, kandungan lemak sekitar 3,6%, total kandungan gula 10,84%, kalsium, vitamin B1, antioksidan, antikanker, dan antihipertensi. (Fiqtinovri et al., 2023). Fungsi pati pada pangan olahan salah satunya yaitu mampu membentuk tekstur menjadi lebih kuat pada pangan olahan tersebut. Selain itu, tepung jelai juga memiliki kandungan amilosa sekitar 8,36% yang mempengaruhi sifat gel sehingga pangan olahan memiliki sifat tidak lengket dan kokoh (Aini et al., 2022).

Pati alami yang terdapat pada biji jelai memiliki kekurangan yakni proses pengolahan dengan waktu yang lama dan tidak tahan pada perlakuan asam (Nurmala, 2011). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik tepung jelai adalah modifikasi terhadap sifat pati alami tepung jelai. Metode modifikasi yang efisien ialah modifikasi secara fisik yang dapat dilakukan melalui perlakuan hidrotermal dengan kelebihan cenderung lebih aman, alami, dan murah jika dibandingkan dengan modifikasi dengan penambahan bahan kimia dan tidak meninggalkan residu (Hervelly et al., 2020). Salah satu modifikasi panas yang dapat digunakan untuk memperbaiki karakteristik fungsional pati jelai yaitu dengan menggunakan pemanas *microwave*. *Microwave* merupakan alat pemanasan yang menggunakan perambatan energi gelombang mikro dan termasuk salah satu teknik pemanasan yang efektif dan efisien yang digunakan pada produk pangan tertentu (Michalak et al., 2020). Penggunaan *microwave* telah banyak diaplikasikan dalam pengolahan produk olahan pangan karena memiliki kemampuan menghasilkan panas yang cepat (Rahman et al., 2019).

Penelitian tentang modifikasi pati menggunakan *microwave* telah banyak dilakukan diantaranya yaitu pada pati kentang yang memiliki derajat polimerisasi amilosa yang sangat besar sehingga gel mengalami kekerasan setelah gelatinisasi. Setelah dilakukan pemanasan menggunakan *microwave* menyebabkan terjadinya degradasi pada morfologi dan struktur pati kentang (Yanli et al., 2013). Penelitian selanjutnya tentang pengaruh pemanasan *microwave* pada tepung ikan tembakau memperlihatkan bahwa perlakuan pemanasan pada *microwave* dapat mempengaruhi sifat fisikokimianya (Rahman et al., 2019). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung jelai termodifikasi.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah biji jelai yang diperoleh dari petani jelai yang ada di Jalan Loh Sumber, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Bahan lainnya yang digunakan adalah aquadest. Alat yang digunakan adalah *microwave* (Sharp R-728), cawan porselen, oven, desikator, neraca analitik (Hochoice), tabung sentrifus, sentrifuse (DM0412), gelas ukur, *beaker glass*, *moisture analyzer* (Guardian 3000), *magnetic stirrer*, vortex (mixer H-VM-300), *thermometer*, *hot plate*, viskometer (Brookfield) dan *waterbath* (Techne Tempette Junior TE-8J).

Metode Penelitian

Rancangan percobaan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor, yaitu tingkat daya (*power level*) dengan tiga taraf (20p, 60p, dan 100p) dan waktu pemanasan dengan tiga taraf (5, 10, dan 15 menit). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*two way*), bila berbeda nyata di antara perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Tukey menggunakan *software Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 22 tahun 2013.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Tepung Jelai

Proses pembuatan tepung jelai diawali dengan sortasi biji jelai dan pengupasan kulit. Setelah itu, biji jelai dicuci dengan air mengalir, lalu ditiriskan di bawah sinar matahari selama 8 jam hingga tiris. Selanjutnya biji jelai dikeringkan menggunakan oven selama 12 jam pada suhu 60°C. Kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga halus (lolos ayakan 80 mesh). (Aini et al., 2022).

Pembuatan Tepung Jelai Termodifikasi *Microwave*

Proses pembuatan tepung jelai termodifikasi menggunakan *microwave* diawali dengan mendispersikan tepung jelai dalam aquadest di dalam wadah *beaker glass* untuk mendapatkan konsentrasi padatan akhir 20% berdasarkan berat kering dan diaduk selama 2 menit, kemudian dipanaskan dalam *microwave* pada tingkat daya 20p, 60p, dan 100p dan dengan variasi waktu 2 menit, 4 menit, dan 6 menit. Posisi sampel dalam *microwave* diusahakan selalu berada di tempat yang sama untuk menghindari adanya perubahan daya yang diserap (Zailani et al., 2021). Setelah itu, tepung jelai dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 21 jam. Tepung jelai yang telah kering dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 80 mesh.

Parameter Pengujian

Adapun parameter yang diuji pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Densitas Kamba (Arygunartha et al., 2022)

Gelas ukur dengan volume 10 ml disiapkan lalu ditimbang dan dicatat beratnya (a gram). Kemudian sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai tanda tera sambil dipadatkan. Lalu, gelas ukur + sampel ditimbang dan dicatat beratnya (b gram). Perhitungan densitas kamba, yaitu:

$$\text{Densitas kamba} = \frac{b - a \text{ (g)}}{\text{volume sampel (ml)}}$$

Kadar Air

Moisture analyzer diatur pada suhu 105°C dan waktu selama 10 menit. Sampel diletakkan sebanyak 1 gram di atas plat aluminium yang ada di dalam alat *moisture analyzer*. Alat ditutup dan ditunggu selama 10 menit sampai alat *moisture analyzer* berbunyi (Rodhiyah et al., 2024). Hasil pengukuran kadar air yang tertera pada alat dicatat.

Swelling Volume dan Solubility

Sampel ditimbang sebanyak 0,35 g ke dalam tabung sentrifus. Ditambahkan 12,5 ml aquadest lalu divortex selama 30 detik. Sampel dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 80°C selama 30 menit, kemudian sampel direndam dalam air dingin (5°C) selama 1 menit. Sampel yang telah dingin disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 15 menit. Setelah disentrifugasi, didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang sehingga terjadi pemisahan gel dan supernatan, kemudian diukur volume supernatannya. Supernatan selanjutnya dikeringkan pada suhu 110°C selama 24 jam, ditimbang beratnya dan dicatat (Subroto et al., 2021).

$$\text{Swelling Volume} = \frac{\text{volume gel}}{\text{gram gel}}$$

$$\text{Solubility} = \frac{\text{berat kering supernatan}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\%$$

Viskositas

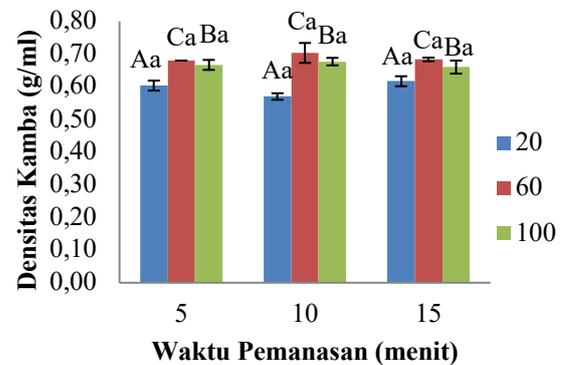
Sampel ditimbang sebanyak 30 g dan ditambahkan aquadest sebanyak 375 ml, lalu dipanaskan menggunakan hot plate sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai suhu mencapai 90°C. Viskometer disiapkan dan dipasang *spindle 3* dengan *speed 30*. Pengukuran dimulai saat *torque* mencapai minimal 10% dan data yang muncul stabil (Fadhilillah et al., 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas Kamba

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data densitas kamba diketahui bahwa variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* berpengaruh nyata

terhadap nilai densitas kamba tepung jelai termodifikasi. Nilai densitas kamba tepung jelai termodifikasi *microwave* tertinggi pada tingkat daya 60p dan waktu pemanasan 10 menit, sedangkan densitas kamba tepung jelai termodifikasi *microwave* terendah pada tingkat daya 20p dan waktu pemanasan 10 menit. Data densitas kamba tepung jelai termodifikasi *microwave* dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Grafik Densitas Kamba Tepung Jelai Termodifikasi Microwave

Keterangan :

Data disajikan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi.

Huruf kapital yang berbeda menunjukkan tingkat daya berpengaruh nyata pada faktor tingkat daya.

Huruf kecil yang sama menunjukkan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata pada faktor waktu pemanasan.

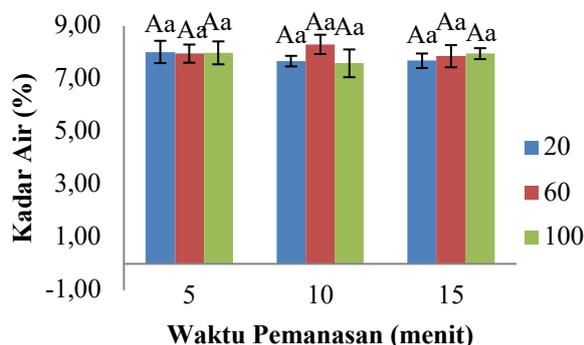
Densitas kamba merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kekompakan serta tekstur bahan pangan. Tekstur yang kasar menyebabkan porositas tepung jelai semakin tinggi. Fenomena ini disebabkan karena partikel dengan nilai porositas yang besar membentuk rongga antar partikel yang berisi udara sehingga densitas kamba yang dihasilkan kecil (Jufri et al., 2006). Berdasarkan uraian tersebut menunjukkan bahwa densitas kamba berbanding terbalik dengan nilai porositas. Densitas kamba tepung jelai termodifikasi berkisar antara 0,60-0,70 g/ml. Hal ini tidak jauh berbeda dengan densitas kamba jelai kontrol sebesar 0,72 g/ml dan tepung terigu sebesar 0,63 g/ml. Faktor yang mempengaruhi densitas kamba antara lain ukuran bahan, wadah, bentuk, sifat permukaan bahan, cara pengukuran, hingga geometri bahan (Fera et al., 2021). Densitas kamba tepung jelai yang dihasilkan cukup kecil, yaitu 0,72 g/ml. Hal ini dikarenakan struktur biji jelai yang keras akibat adanya ikatan antara protein dan pati sehingga tepung yang dihasilkan bertekstur kasar (Dewardari et al., 2020). Berdasarkan hasil analisis data densitas kamba diketahui bahwa variasi tingkat daya *microwave* berpengaruh nyata terhadap nilai densitas kamba tepung jelai modifikasi. Hasil analisis densitas kamba menunjukkan bahwa densitas kamba tepung jelai

mengalami peningkatan seiring penambahan daya, namun penggunaan daya 100p menyebabkan penurunan densitas kamba. Fenomena ini diduga karena pemanasan *microwave* menyebabkan degradasi gaya antarmolekul antara pati sehingga komponen pati mengalami peningkatan kerusakan yang menyebabkan viskositas akhir meningkat. Hal ini mengindikasikan kemungkinan peningkatan nilai retrogradasi pati (Michalak et al., 2020).

Retrogradasi dapat menyebabkan fraksi amilopektin dan amilosa berinteraksi dengan membentuk rantai heliks ganda sehingga terjadi perubahan struktur pati yang lebih keras (Waluyo et al., 2021). Hal tersebut diduga menyebabkan densitas kamba yang dihasilkan semakin kecil karena tekstur tepung jelai yang dihasilkan menjadi lebih kasar.

Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data kadar air diketahui bahwa variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air tepung jelai termodifikasi. Data kadar air tepung jelai termodifikasi *microwave* dapat dilihat pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Grafik Kadar Air Tepung Jelai Termodifikasi Microwave

Keterangan:

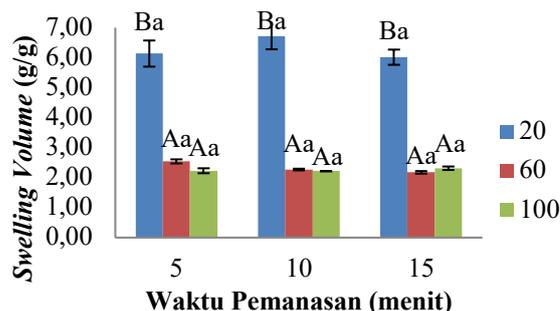
- Data disajikan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi.
- Huruf kapital yang sama menunjukkan tingkat daya tidak berpengaruh nyata pada faktor tingkat daya.
- Huruf kecil yang sama menunjukkan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata pada faktor waktu pemanasan.

Kadar air tepung jelai termodifikasi berkisar 7,6-8,3%, sedangkan jelai kontrol memiliki kadar air yang lebih rendah yaitu 6,89%. Kondisi tersebut disebabkan adanya penambahan air pada proses modifikasi pati sehingga terjadi peningkatan penyerapan air oleh granula selama proses gelatinisasi dan terperangkap dalam struktur pati yang ditandai dengan pembengkakan pati (Fitriani et al., 2023). Hal ini menyebabkan kadar air pada

tepung jelai termodifikasi lebih tinggi dibandingkan jelai kontrol. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa kadar air tepung jelai lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu yaitu 11,64%. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan pengukuran kadar air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi sumber pati, tipe kristalisasi pati, kadar amilosa, suhu pemanasan, media pemanasan, dan lama waktu pemanasan (If'all et al., 2021).

Swelling Volume

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data *swelling volume* diketahui bahwa variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* berpengaruh nyata terhadap nilai *swelling volume* tepung jelai termodifikasi. Nilai *swelling volume* tepung jelai termodifikasi *microwave* tertinggi pada tingkat daya 20p dan waktu pemanasan 10 menit, sedangkan *swelling volume* tepung jelai termodifikasi *microwave* terendah pada tingkat daya 60p dan waktu pemanasan 15 menit. Data *swelling volume* tepung jelai termodifikasi *microwave* dapat dilihat pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. Grafik Swelling Volume Tepung Jelai Termodifikasi Microwave

Keterangan:

- Data disajikan sebagai nilai rata-rata ± standar deviasi.
- Huruf kapital yang berbeda menunjukkan tingkat daya berpengaruh nyata pada faktor tingkat daya.
- Huruf kecil yang sama menunjukkan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata pada faktor waktu pemanasan.

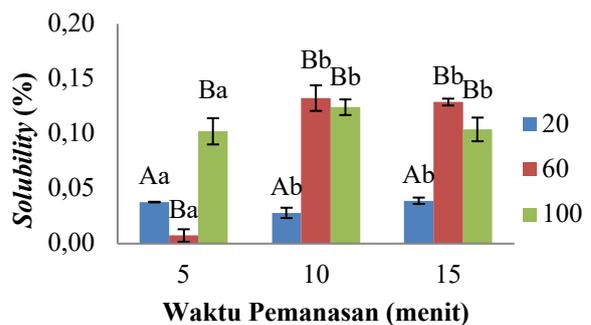
Swelling volume diketahui sebagai daya kembang pati. Analisis *swelling volume* menunjukkan hasil yang fluktuatif namun cenderung mengalami peningkatan pada pemanasan 10 menit dan penurunan pada pemanasan 15 menit. Kondisi ini dapat disebabkan oleh peningkatan suhu yang menstimulasi peningkatan penyerapan air pada granula pati selama proses gelatinisasi sehingga terjadi pembengkakan pati. Peristiwa tersebut merupakan hasil dari pelemahan ikatan hidrogen granula pati selama pemanasan, sehingga ukuran pembengkakan granula pati semakin besar serta bersifat *irreversible*. Proses pemanasan yang terus

berlanjut setelah suhu gelatinisasi tercapai menyebabkan granula pecah hingga air keluar kembali (Fitriani et al., 2023).

Peningkatan daya dapat memicu peningkatan suhu sehingga diduga terjadi penyerapan air oleh granula pati hingga membentuk ikatan hidrogen antara air dan molekul pati yang terputus. Nilai *swelling volume* bergantung pada kadar amilosa. Hasil pengujian amilosa menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan kadar amilosa seiring dengan peningkatan daya selama 10 menit dan kembali mengalami penurunan pada 15 menit, namun mengalami penurunan pada penggunaan daya 100p seiring peningkatan waktu. Fenomena ini terjadi berhubungan dengan daya serap air oleh struktur pati terutama komponen amilosa. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan degradasi pati menjadi amilosa sehingga air masuk dalam pati yang ditandai dengan pembekakan pati. Hal ini dikarenakan pada saat pemanasan, penyerapan air akan lebih mudah sehingga granula pati dapat mengembang lebih besar apabila memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh amilosa sebagai penyusun ikatan hidrogen sehingga menghasilkan pati mudah larut (Fitriani et al., 2023). Hasil analisis menunjukkan bahwa *swelling volume* pada tepung jelai termodifikasi berkisar 2,1-6 g/g tidak jauh berbeda dengan tepung jelai kontrol sebesar 5,39 g/g dan tepung terigu sebesar 4,63 g/g. Faktor yang mempengaruhi *swelling volume* meliputi rasio kadar amilosa dan amilopektin, distribusi granula pati, hingga struktur granula. Peristiwa pembekakan berkaitan dengan reaksi gelatinisasi (Subroto et al., 2021).

Solubility

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data *solubility* diketahui bahwa variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* berpengaruh nyata terhadap nilai *solubility* tepung jelai termodifikasi. Nilai *solubility* tepung jelai termodifikasi *microwave* tertinggi pada tingkat daya 60p dan waktu pemanasan 10 menit, sedangkan *solubility* tepung jelai termodifikasi *microwave* terendah pada tingkat daya 60p dan waktu pemanasan 5 menit. Data *solubility* tepung jelai termodifikasi *microwave* dapat dilihat pada Gambar 4. berikut:



Gambar 4. Grafik Solubility Tepung Jelai Termodifikasi Microwave

Keterangan:

Data disajikan sebagai nilai rata-rata \pm standar deviasi.

Huruf kapital yang berbeda menunjukkan tingkat daya berpengaruh nyata pada faktor tingkat daya.

Huruf kecil yang berbeda menunjukkan waktu pemanasan berpengaruh nyata pada faktor waktu pemanasan.

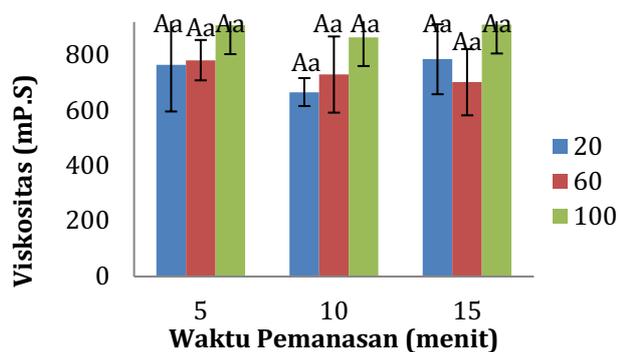
Analisis data *solubility* menunjukkan hasil yang fluktuatif namun cenderung mengalami peningkatan pada pemanasan 10 menit dan penurunan pada pemanasan 15 menit. Fenomena ini berkaitan dengan gelatinisasi pati. Peningkatan penggunaan suhu akan memicu peningkatan *solubility*. Peningkatan nilai *solubility* diduga dipengaruhi oleh peningkatan suhu yang distimulasi oleh peningkatan daya sehingga ikatan hidrogen terputus dan membentuk rantai yang lebih pendek dari fraksi pati yang pecah. Ukuran pati yang mengecil menyebabkan pati lebih mudah larut dalam air. Hal tersebut menyebabkan air dapat dengan mudah keluar masuk pada granula pati (Fitriani et al., 2023).

Hasil analisis diketahui bahwa tepung jelai termodifikasi memiliki *solubility* lebih tinggi berkisar 0,1-0,12% dibandingkan dengan tepung jelai kontrol sebesar 0,06% dan tepung terigu sebesar 0,06%. Faktor yang mempengaruhi nilai *solubility* adalah kandungan amilosa. Kondisi ini terjadi karena selama proses modifikasi pati terjadi perubahan struktur amilosa sehingga meningkatkan kelarutan amilosa dalam air (Haryanti et al., 2014). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak jumlah amilosa yang mengalami depolimerisasi menjadi amilosa berantai pendek maka nilai *solubility* cenderung mengalami peningkatan (Fitriani et al., 2023). Peristiwa ini akan menyebabkan penurunan kadar amilosa pada tepung jelai termodifikasi.

Viskositas

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap data viskositas diketahui bahwa variasi tingkat daya dan waktu pemanasan *microwave* tidak berpengaruh nyata terhadap nilai viskositas tepung jelai termodifikasi. Data viskositas tepung jelai

termodifikasi *microwave* dapat dilihat pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Grafik Viskositas Tepung Jelai Termodifikasi Microwave

Keterangan:

Data disajikan sebagai nilai rata-rata \pm standar deviasi.

Huruf kapital yang sama menunjukkan tingkat daya tidak berpengaruh nyata pada faktor tingkat daya.

Huruf kecil yang sama menunjukkan waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata pada faktor waktu pemanasan.

Viskositas diketahui sebagai salah satu parameter sifat fungsional pati dalam mengentalkan serta membentuk gel. Sifat pengental pati dapat diidentifikasi melalui kemampuan pati dalam mencapai viskositas tertinggi selama proses pemanasan atau gelatinisasi (Dewi et al., 2022).

Tepung jelai termodifikasi memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung jelai kontrol dan tepung terigu. Hal ini mengindikasikan bahwa tepung jelai memiliki kekentalan yang lebih rendah berkisar 666-910 mP.S dibandingkan dengan jelai kontrol sebesar 1111 mP.S serta tepung terigu sebesar 2930 mP.S. Kondisi ini diduga karena selama proses modifikasi pati menggunakan pemanasan terjadi depolimerisasi amilosa yang terlepas sehingga meningkatkan kelarutan pati yang menstimulasi penurunan viskositas (Fitriani et al., 2023). Faktor yang mempengaruhi viskositas antara lain ukuran granula, granula mengembang tidak terfragmentasi, jumlah amilosa yang terlepas, serta rigiditas (Gaarnida et al., 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi tingkat daya *microwave* (20p, 60p, 100p) yang digunakan dalam memodifikasi tepung jelai menunjukkan pengaruh nyata terhadap peningkatan densitas kamba, *solubility*, dan penurunan *swelling volume*. Sementara variasi waktu pemanasan *microwave* (5, 10, 15 menit) yang digunakan dalam memodifikasi tepung jelai menunjukkan pengaruh nyata terhadap peningkatan *solubility*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S. N., Mulyani, R. I., & Sari, R. A. (2022). Evaluasi sensori dan kandungan gizi kudapan jelai crispy berbasis tepung jelai (*Coix lacryma-jobi* L) dan tepung kacang tanah (*Arachis hypogaea* L). *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(6), 683–696. <https://doi.org/10.55927/fjst.v1i6.1615>
- Arygunartha, G. Y., Setianingsih, N. L. P. P., & Sunarso, S. U. P. (2022). Pengaruh proses pengolahan terhadap sifat fisika dan kimia bubuk kedelai: Literature review. *Jurnal Impresi Indonesia*, 1(2), 89–94. <https://doi.org/10.58344/jii.v1i2.21>
- Dewardari, K. T., Munarso, J., & Rahmawati, R. (2020). Sifat fisikokimia berondong hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(3), 154–164.
- Dewi, K. L., Ery Aulina, D., Wulandari, F., & Maharani, S. (2022). Modifikasi pati dengan fermentasi (*S. cerevisiae*) pada tepung pisang, tepung ubi ungu, dan tepung ketan hitam. *Edufortech*, 7(2), 182–199.
- Fadhilillah, M., Ishmayana, S., Idar, I., Soemitro, S., & Subroto, T. (2016). Perubahan sifat fisikokimia tepung sorgum setelah hidrolisis parsial dengan enzim α -amilase dari *Bacillus* Sp. (termamyl). *Chimica et Natura Acta*, 4, 21–26.
- Fera, T., Ferdiansyah, M. K., Affandi, A. R., & Umiyati, R. (2021). Perbandingan karakteristik bulk density dan serat kasar pada tepung sukun serta tepung terigu. *Science And Engineering National Seminar*, 6(Sens 6), 4–7.
- Fiqtinovri, S. M., Adriansyah, D., & Risnafaty. (2023). Karakteristik struktur, amilograf, dan pencernaan pati alami jelai (*Coix lacryma-jobi* L). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 16(1), 29–40.
- Fitriani, S., Yusmarini, Riftyan, E., Saputra, E., & Rohmah, M. C. (2023). Karakteristik dan profil pasta pati sagu modifikasi pragelatinisasi pada suhu yang berbeda. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 16(2), 104. <https://doi.org/10.20961/jthp.v16i2.56057>
- Gaarnida, Y., Hervelly, & Rahma, R. N. (2019). Modifikasi tepung ganyong (*Canna edulis* Kerr.) Metode heat moisture treatment pada suhu dan waktu pemanasan berbeda dan aplikasi tepung pada pembuatan cookies. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), 65. <https://doi.org/10.23969/pftj.v6i1.1508>
- Haryanti, P., Setyawati, R., & Wicaksono, R. (2014). Pengaruh suhu dan lama pemanasan suspensi pati serta konsentrasi butanol terhadap

- karakteristik fisikokimia pati tinggi amilosa dari tapioka. *Agritech*, 34(3).
- Hervelly, Garnida, Y., & Nastiti, A. G. (2020). Karakteristik flakes yang dihasilkan dari tepung hanjeli (*Coix lacryma jobi* L.) Termodifikasi dengan metode heat moisture treatment. *Pasundan Food Technology Journal*, 7(1), 33–37. <https://doi.org/10.23969/pftj.v7i1.2693>
- If'all, I., Hasanuddin, A., Rahim, A., & Kadir, S. (2021). Karakteristik fisik, kimia, dan fungsional pati ubi banggai asetat pada berbagai variasi waktu reaksi. *AgriTECH*, 40(4), 340. <https://doi.org/10.22146/agritech.48983>
- Jufri, M., Dewi, R., & Firli, A. R. (2006). Studi kemampuan pati biji durian sebagai bahan pengikat dalam tablet ketoprofen secara granulasi basah. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(2). <https://doi.org/10.7454/psr.v3i2.3401>
- Michalak, J., Czarnowska-Kujawska, M., Klepacka, J., & Gujska, E. (2020). Effect of microwave heating on the acrylamide formation in foods. *Molecules*, 25(18), 1–21. <https://doi.org/10.3390/molecules25184140>
- Nuraeni, E. (2019). Optimalisasi Formula Cookies Berbasis Tepung Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) Dengan Menggunakan Design Expert Metoda D-Optimal [Universitas Pasundan]. In *Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi dan Ilmu Ekonomi* (Vol. 2, Issue 1). http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_
- Nurmala, T. (2011). Potensi dan prospek pengembangan hanjeli (*Coix lacryma jobi* L.) sebagai pangan bergizi kaya lemak untuk mendukung diversifikasi pangan menuju ketahanan pangan mandiri. *Jurnal Pangan*, 20(1), 41–48.
- Rahman, R. F., Edison, & Ilza, M. (2019). Pengaruh pemanasan microwave terhadap kandungan protein tepung ikan tembakul (*Periophthalmus minutus*). *Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 2(1), 1–19. http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_
- Rodhiyah, Rahmatulloh, A., & Firdaus, R. C. (2024). Perbandingan analisis parameter moisture content flavour powder menggunakan moisture analyzer dan oven. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 287–295. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4877>
- Subroto, E., Indiarjo, R., Wulandari, E., & Astari, A. P. (2021). Modifikasi pati hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) berpori melalui ultrasonikasi dan ozonasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 117. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i2.54338>
- Waluyo, Pranoto, Y., Sardjonon, & Marsono, Y. (2021). Peningkatan pati resisten dan karakteristik tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Pratanak metode kombinasi pengukusan, oven microwave, autoclav dan pendinginan. *Jurnal Nutrisia*, 23(1), 32–43. <https://doi.org/10.29238/jnutri.v23i1.217>
- Yanli, X., Mingxia, Y., Shasha, Y., Shumin, S., & Quangong, H. (2013). Effect of microwave treatment on the physicochemical properties of potato starch. *Chemistry Central*, 7, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102613>
- Zailani, M. A., Kamilah, H., Husaini, A., & Razid, S. (2021). Physicochemical properties of microwave heated sago (*Metroxylon* sago) starch. *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 596–605. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1934550>