

PERUBAHAN KIMIA FISIKA DAN UKURAN GRANULA PATI TAPE UBIKAYU PASCA FERMENTASI

Physicochemical and Granule Size Changes of Post-Fermentation Cassava Tape Starch

Anwar Kasim^{1*}, Deivy Andika Permata¹, Sri Mutiar²

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas

² Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Dharma Andalas

Email: anwarkasim@ae.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kimia fisika ubikayu setelah proses fermentasi lanjutan selama 10 hari selesai untuk memperoleh tape ubikayu. Perubahan yang diamati adalah perubahan berat kering, perubahan kadar pati, berat cairan, pH cairan, densitas cairan, kadar gula cairan, kadar amilosa, kadar amilopektin dan perubahan ukuran granula pati. Ukuran granula pati diharapkan termasuk nano pati. Pengamatan terhadap parameter dilakukan sampai 10 hari setelah fermentasi selesai untuk menghasilkan tape ubikayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan berat bahan kering, kandungan pati, pH, densitas, kadar gula, dan kadar amilosa sedang kadar amilopektin terlihat sedikit meningkat. Pada hari kesepuluh diperoleh berat bahan kering 25,94%, kadar pati 17,06%, berat cairan 74,06%, pH cairan 4,1, kadar gula cairan 24,2%, kadar amilosa 6,72% dan kadar amilopektin 93,28%. Khusus untuk ukuran granula pati akibat fermentasi sangat berkurang jauh dibandingkan dengan granula pati dimana pada hari kesepuluh pati hasil fermentasi lanjutan ubikayu hanya berukuran rata-rata 722,8 nm yang sudah tergolong partikel halus tapi belum nanopati. Perlakuan dengan homogenizer terhadap pati yang diperoleh dari hasil fermentasi dapat diperkecil ukuran granula patinya.

Kata kunci: amilosa; pangan fermentasi; pati; sukrosa; ubikayu

ABSTRACT

This research aims to determine the changes in physical chemistry of cassava after the advanced fermentation process for 10 days is completed to obtain cassava tape. The changes observed were on dry weight, change in starch content, liquid weight, liquid pH, liquid density, liquid sugar content, amylose content, amylopectin content and change in starch granule size. The starch granule size is expected to include nano starch. The parameters were observed until 10 days after fermentation was completed to produce cassava tape. The results showed that there was a decrease in dry matter weight, starch content, pH, density, sugar content, and amylose content while amylopectin content seemed to increase slightly. On the tenth day, the dry matter weight was 25.94%, starch content 17.06%, liquid weight 74.06%, liquid pH 4.1, liquid sugar content 24.2%, amylose content 6.72% and amylopectin content 93.28%. Especially for the size of starch granules due to fermentation is greatly reduced compared to starch granules where on the tenth day the starch from advanced fermentation of cassava only has an average size of 722.8 nm which is classified as fine particles but not yet nanoparticles. Treatment with a homogenizer of starch obtained from fermentation can reduce the size of the starch granules.

Keywords: amylose; cassava; fermented food; starch granules; sucrose

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) salah satu bahan pangan yang banyak mengandung pati (*starchy food*). Beberapa contoh produk olahan ubi kayu yang sudah diindustrikan diantaranya yaitu tepung tapioca, tepung ubi kayu, tepung ubi kayu terfermentasi (MOCAF/*Modified Cassava Flour*) dan beras ubi kayu. Fermentasi ubi kayu juga dapat menghasilkan produk seperti tape, peuyeum, gatot, growol, fufu dan lafun (Widyatmoko *et al.*, 2018). Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu tempat penyimpanan pati pada bagian akar dan merupakan bahan yang potensial bagi masa depan dalam tatanan pengembangan agribisnis dan agroindustri (Augustyn dan Polnaya, 2007).

Tape adalah salah satu makanan fermentasi yang berasal dari Indonesia. Proses fermentasi pada tape ubi kayu menggunakan mikroorganisme yang berasal dari ragi tape dimana proses fermentasi berlangsung dalam keadaan anaerob. Proses ini akan menghasilkan enzim amilase dan enzim amiloglukosidase, dua enzim yang berperan dalam penguraian karbohidrat menjadi glukosa dan maltosa. Mikroorganisme yang berperan yaitu *Saccaromyces cerevisiae* dalam mengurai komponen kompleks menjadi sederhana yaitu glukosa menjadi CO₂ dan alkohol (Erika, 2022).

Mikroorganisme yang terdapat dalam ragi tape meliputi kapang seperti *Amylomyces rouxii*, *Mucor* sp. dan *Rhizopus* sp.; khamir seperti *Saccharomycopsis fibuligera*, *Saccharomycopsis malanga*, *Pichia burtonii*, *Sacharomyces cereviceae* dan *Candida utilis* serta bakteri seperti *Pediococcus* sp. dan *Bacillus* sp. Kelompok mikroorganisme tersebut bekerja sama dalam menghasilkan tape (Muhidin *et al.*, 2019). Menurut Faridah dan Sari, (2019), mikroorganisme dalam ragi berperan memecah amilum menjadi glukosa kemudian diteruskan oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida. Selain itu fermentasi juga dipengaruhi oleh bakteri *Acetobacter aceti* yang berperan memecah alkohol menjadi asam asetat menyebabkan tapai terasa asam). Menurut Widyatmoko *et al.*, (2018) dan Devindo *et al.*, (2021), proses pembuatan tape dapat dilakukan dengan menginokulasikan ragi pada ubi kayu rebus yang telah didinginkan, sehingga mikroorganisme dalam ragi dapat memfermentasi ubi kayu. Fermentasi berlangsung dalam wadah gelap pada suhu kamar selama 48-72 jam sehingga menjadi tape.

Nilai gizi tape ubi kayu lebih baik dibandingkan dengan ubi kayu tanpa fermentasi. Kandungan protein pada ubi kayu tanpa fermentasi sebesar 1%, sedangkan tape ubi kayu mengandung protein 3,67%. Selain peningkatan nilai protein, fermentasi ubi kayu juga menghasilkan senyawa organik, senyawa anorganik dan beberapa unsur, contohnya karbohidrat sederhana, glikosida (Marminah, 2012). Menurut Hariyati (2017) Tape mengandung alkohol, asam keto, hidrokarbon, asam amino dan amina, sejumlah garam Fe, Mn, dan As, unsur karbon, dan belerang. Selain itu, mikroorganisme fermentatif juga dapat mensintesis beberapa vitamin yang kompleks dan faktor-faktor pertumbuhan, misalnya produksi dari beberapa vitamin seperti riboflavin, vitamin B12 dan provitamin A.

Sifat kimia fisika bahan akibat fermentasi memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya perencanaan proses pengolahan lebih lanjut. Karakterisasi sifat-sifat tersebut diperlukan untuk beberapa tujuan seperti pendugaan sifat pati atau tepung akibat pengolahan, identifikasi *set up* peralatan pengolahan, dan identifikasi perubahan respon amilografi akibat perbedaan variabel dan proses termasuk juga dimensi granula pati. Proses fermentasi memerlukan waktu fermentasi yang bervariasi dan akan mempengaruhi sifat fisik, kimia dan fungsionalnya dari tape (Widyasaputra dan Yowono, 2013).

Hidrolisis pati melalui proses fermentasi akan menyebabkan pengurangan ukuran granula pati ataupun dimensi granula. Menurut (Molenda *et al.*, 2006) ukuran butirannya, pati dapat dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu besar (> 25 µm), sedang (10-25 µm), kecil (5-10 µm), dan sangat kecil (<5 µm). Menurut (Warsiki *et al.*, 2020) Pada ukuran yang lebih kecil (*nanosize*) proses penyusupan partikel-partikel akan lebih cepat dan merata sehingga struktur partikel menjadi lebih solid, luas permukaan interaksi menjadi lebih besar dan partikel-partikel yang berinteraksipun bertambah. Hal ini merupakan modifikasi yang dapat dilakukan agar menghasilkan film yang bersifat hidrofobik dan kuat secara fisis dan mekanis dalam pembuatan bioplastik.

Ukuran granula pati yang kecil dari 100 nm atau yang disebut juga dengan nanopati sangat diharapkan untuk pembentukan bioplastik yang dapat menggantikan plastik konvensional. Sebagai contoh yang dikemukakan oleh (Fitriany *et al.*, 2023) pati singkong bioplastik didapatkan produk yang terbilang efektif untuk membantu mengurangi penggunaan kemasan plastik konvensional dimana bioplastik tersebut memiliki struktur yang kuat dan elastis berbentuk standing pouch.

Proses pembuatan tape biasanya telah dianggap selesai setelah 2 hari dan tape dapat dikonsumsi. Fermentasi akan menyebabkan penguraian pati menjadi molekul lebih kecil apalagi setelah proses fermentasi selesai lalu dilanjutkan hingga beberapa hari kemudian. Berdasarkan pengamatan ternyata proses fermentasi lanjutan dapat terus berlangsung jika kondisi fermentasi tidak dirubah. Pada penelitian ini telah dilanjutkan proses fermentasi 10 hari dan diamati perubahan yang terjadi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan sifat kimiafisika ubikayu akibat fermentasi lanjutan yaitu perubahan berat bahan kering, kandungan pati dan ukuran granula pati setelah proses fermentasi hingga 10 hari serta peluang penyediaan nanopati dari pati hasil fermentasi dengan menggunakan homogenizer.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif dengan melihat perubahan kimia fisika yang terjadi pada pra dan pasca fermentasi ubi kayu. Adapun waktu pengamatan dilakukan setiap 24 jam dari waktu ke-0 hingga waktu ke 240 jam dengan 2 kali ulangan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan atau grafik yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

B. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu ubi kayu, baskom, wadah tertutup, panci, pisau, sendok, saringan dan kompor, ragi tape, air, plastik wrap, aluminium foil dan tisu. pH meter (Horiba Navi pH meter), timbangan analitik, homogenizer, mikroskop cahaya Zeiss Primostar USA dengan perbesaran 1000 x, dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

C. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan penelitian ini adalah penyediaan bahan baku, fermentasi ubi kayu dan pembuatan nanopati hasil fermentasi. Pengamatan dilakukan terhadap sifat kimia fisika tape yaitu kadar air, amilosa, amilopektin, density, kadar gula dan ukuran partikel pati. Terhadap granula pati juga dicoba pengecilan ukurannya untuk mendapatkan granula pati yang lebih halus. Penjabaran pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Proses Penyediaan Bahan Baku dan Fermentasi Ubi Kayu (Modifikasi (Widyatmoko *et al.*, 2018))

Pengupasan ubi kayu dilakukan, dilakukan pencucian untuk menghilangkan kotoran pada bahan baku. Dilanjutkan proses perendaman dan pengukusan. Setelah bahan dingin, ditaburi ragi dan dibiarkan pada wadah tertutup. Pati ubi kayu difermentasi pada suhu 28 °C. Dilakukan pengamatan tiap 24, 48, 72, 96, 120, 144,168, 192, 216 dan 240 jam. Selanjutnya tape dikempa sesuai dengan hari pengamatan hingga diperoleh residu dan filtrat. Bungkilnya atau padatannya diproses untuk memperoleh pati dengan cara homogenisasi terlebih dahulu lalu disaring untuk memperoleh endapan pati. Endapan pati dikeringkan menggunakan alat pengering (oven). Pati ubi kayu terfermentasi diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh dan pati yang lolos selanjutnya dikarakterisasi sifat-sifat fisikokimianya.

2. Proses Pengecilan Ukuran Granula Pati

Pati yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran dengan Homogenizer pada kecepatan 24000 rpm. Pati didispersikan dalam air dengan konsentrasi 1%. Homogenisasi dilakukan selama 10 menit. Campuran yang telah dihomogenisasi diamati distribusi partikelnya dengan *Particle size analyzer*.

D. Pelaksanaan Pengamatan

1. Pengamatan pH filtrat hasil kempa

Keasaman atau pH air filtrat diukur dengan pH meter. Sebanyak 10 ml filtrat diambil dan diukur nilai pHnya secara periodik tiap 24, 48, 72, 96, 120,144, 168, 192, 216 dan 240 jam. Pengukuran nilai pH menggunakan Mettler Toledo MP220 pH meter. Sampel ditimbang sebanyak 5 gr dan dimasukkan ke dalam 10 ml aquades lalu dikocok sampai homogen. pH meter dikalibrasi terlebih dahulul dengan menggunakan buffer pH 4 dan 7.

2. Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan dengan menimbang 2 g sampel ditempatkan dalam cawan porselen dan dipanaskan dalam oven selama 30 menit pada suhu 105°C. Sampel selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang. Panaskan dan timbang hingga diperoleh massa konstan. Kadar air dihitung menggunakan persamaan.

$$Ka = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan Ka adalah kadar air (%), w1 adalah berat awal (g), dan w2 adalah berat akhir (g).

3. Kadar Amilosa

Kadar amilosa ditentukan dengan metode (AOAC (1995)). Ditimbang dengan teliti 0,1 g pati dalam labu takar 100 mL, ditambahkan 1 mL etanol 95% dan 9 mL larutan 1 N NaOH. Dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air mendidih untuk gelatinisasi pati. Didinginkan dan diencerkan sampai tanda dengan akuadest. Dipipet 5 mL larutan pati tersebut dan dipindahkan dalam labu takar 100 mL. Ditambahkan 1 mL asam asetat 1 N untuk mengasamkan larutan, kemudian ditambahkan 2 mL larutan iodine 0,2% dan selanjutnya diencerkan sampai tanda dengan akuadest. Digojog dan dibiarkan selama 10 menit. Ditentukan besar absorbansi larutan pada panjang gelombang 620 nm dengan spektrofotometer (Shimadzu, Kyoto, Japan). Kadar amilosa ditentukan dengan menggunakan bantuan kurva standar (berat kering).

4. Kadar Amilopektin

Pengukuran kadar amilopektin mengacu kepada metode (Saraswati dan Primadhamanti, 2022), untuk menentukan kadar amilopektin, serbuk ditimbang sebanyak 0,1 gram. Kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya ditambahkan 1 mL etanol 96%, lalu ditambahkan 9 mL NaOH 1 N dan di panaskan diatas penangas air kemudian di dinginkan. Setelah itu larutan diencerkan menjadi 100 mL. Larutan yang telah diencerkan tersebut dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan 1 mL asam asetat 1 N, 2 mL I2 2%, diencerkan sampai 100 mL dan dikocok hingga homogen. Kemudian dihitung absorbansinya dengan spektrofotometer dengan $\lambda = 290$ nm. Konversi perhitungan kadar Sampel (mg/100 g).

$$Kadar = \frac{c \times v}{w} \times 100\% \quad (2)$$

dengan c adalah konsentrasi amilopektin (mg/L), v adalah volume larutan sampel (L), dan w adalah berat sampel (mg).

5. Densitas

Ditimbang sebuah piknometer kosong. Kemudian dimasukkan sampel dan ditimbang kembali untuk mengetahui densitasnya dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{w_2 - w_1}{V_p} \quad (3)$$

dengan ρ adalah densitas (g/mL), w_1 adalah berat piknometer kosong (g), w_2 adalah berat piknometer dengan sampel (g) dan V_p adalah volume piknometer (mL).

6. Kadar Gula

Kadar gula diukur menggunakan alat Refraktometer Abbe.

7. Distribusi ukuran Partikel

Ukuran butiran pati (dinyatakan dalam% volume) ditentukan dengan *Dynamic Light Scattering* (DLS) dengan *Particle Size Analyzer* (PSA) (Malvern Mastersizer 2000E, Malvern Instruments Ltd., Worcestershire, Inggris).

8. Pengamatan Makroskopis Granula Pati Ubi Kayu Terfermentasi

Gambar morfologi granula pati diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya (Zeiss Primostar, USA). Sampel pati ubi kayu terfermentasi lanjutan 24 jam dan 240 jam diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000 x. Dengan demikian lebih nampak nyata pengaruh fermentasi terhadap pati. Preparasi dilakukan dengan meletakkan sampel pati pada kaca objek, kemudian ditetes iodine, dan ditutup dengan cover glass. Pemberian iodine berfungsi untuk mempertegas bentuk granula pati hasil fermentasi saat pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bahan Baku Ubikayu

Data komposisi kimia ubi kayu disajikan pada Tabel 1. Ubi kayu yang digunakan adalah varietas ubi kayu Roti A (*Manihot esculenta Crantz*) lokal Sumatera Barat. Ubi kayu di Indonesia banyak

dimanfaatkan sebagai penghasil pati tapioka. Menurut (Syarumsyah *et al.*, 2021) ubi kayu segar memiliki kandungan kimiawi terdiri dari kadar air 60 %, serat kasar 2,5 %, pati 35 %, protein 1%, lemak, 0,5 % dan abu 1 %. Kandungan kimia ubi kayu dipengaruhi oleh varietas ubi kayu tersebut. Hal ini mengakibatkan kadar nutrisi dan sifat fisik ubi kayu juga bervariasi.

Tabel 1. Hasil Analisis Ubi Kayu Pra Fermentasi

Pengamatan	Ubi Kayu
Kadar Air (%)	66,40 ± 0,34
Kadar Pati (%)	40,40 ± 0,44
Kadar Amilosa (%)	5,40 ± 0,08
Kadar Amilopektin (%)	94,60 ± 0,08

B. Komposisi Kimia Padatan Tape Hasil Fermentasi

Karbohidrat menjadi bahan menunjang utama dalam proses fermentasi, dimana prinsip dasar fermentasi mendegradasi komponen pati tersebut. Pati diperoleh dari residu hasil pengempaan yang kemudian diolah menjadi pati secara proses basah. Pati yang diperoleh kemudian dikeringkan. Komposisi kimia pati hasil olahan ubi kayu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Padatan Pati Tape Ubikayu

Analisis	Pati Ubi Kayu
Kadar Pati (%)	63,75 ± 0,41
Kadar Amilosa (%)	21,49 ± 0,31
Kadar Amilopektin (%)	78,50 ± 0,31

Pada Tabel 1 terlihat kadar amilopektin yang menurun dibanding ubikayu segar yakni dari 94,60% menjadi 78,50% dan sebaliknya untuk kadar amilosa yang meningkat akibat fermentasi. Fermentasi juga menyebabkan terjadinya penguraian pati menjadi glukosa dan etanol yang mungkin saja dari amilosa maupun dari amilopektin. Amilosa tersusun dari molekul-molekul α -glukosa dengan ikatan glikosida α -(1-4) membentuk rantai linier, sedangkan amilopektin terdiri dari rantai-rantai amilosa (ikatan α - (1-4)) yang saling terikat membentuk cabang dengan ikatan glikosida α -(1-6) (Hevikasari dan Yuwono, 2013). Amilosa memiliki struktur kristal yang dominan dibanding amilopektin, hal ini mengakibatkan amilosa mempunyai ikatan hidrogen yang lebih kuat (Christianty *et al.*, 2018). Hal itu dapat menyebabkan amilosa menjadi lebih tahan terhadap hidrolisis enzimatis. Ubi kayu dengan varietas Karet yang telah mengalami fermentasi memiliki karakteristik fisik kimia yaitu, kadar pati 75,49 %; kadar air 11,04 %; protein 2,45 %; HCN 0 ppm; kadar lemak 0,73 %; dan kadar abu 1,95 % (Amanu dan Susanto, 2014).

C. Kesempurnaan Fermentasi

Hasil fermentasi kemudian diaduk secara manual dan sekaligus memisahkan bahagian yang menggumpal dan sumbu ubikayu. Bagian yang menggumpal merupakan pati yang fermentasinya tidak sempurna. Bagian yang merupakan pasta dan yang bukan pasta dipisahkan dan ditimbang. Hasilnya terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bagian Pasta dan Bukan Pasta Hasil Penghalusan Tape

Pengamatan jam ke	Bagian pasta (%)	Bagian bukan pasta (%)
24 jam	98,51	1,49
48 jam	96,06	3,94
72 jam	97,45	2,55
96 jam	98,81	1,19
120 jam	98,73	1,27
144 jam	98,50	1,50
168 jam	98,37	1,63
192 jam	98,96	1,04
216 jam	96,63	3,37
240 jam	95,72	4,28

Lama proses fermentasi mempengaruhi tekstur dari ubi kayu yang difermentasi. Semakin lama fermentasi maka tekstur yang dihasilkan akan semakin lunak. Pada fermentasi selama 24 jam masih tersisa bagian yang bukan paste atau keras sebanyak 1,49%. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi ubi kayu dapat dikatakan sempurna karena kurang dari 5% yang bukan pasta yang homogen. Secara umum fermentasi berlangsung selama 30 – 70 jam, tergantung pada jumlah mikroorganisme, suhu, pH dan konsentrasi gula substrat. Tolak ukur keberhasilan fermentasi ialah terbentuknya alkohol setelah 12 jam inkubasi (Sahratullah *et al.*, 2017; Devindo *et al.*, 2021).

D. Perubahan Persentase Bahan Kering Dan Cairan Tape

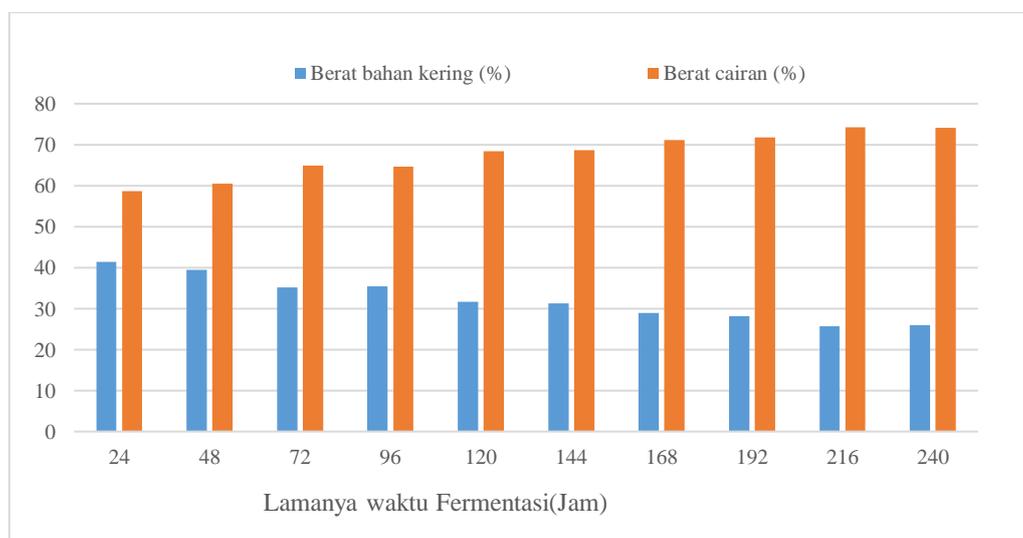
Berat bahan kering dan berat cairan tape selama 10 hari setelah fermentasi sebagai hasil pengempaan terhadap pasta tape ubikayu yang telah homogen dapat dilihat pada Tabel 4. Residu sisa pengempaan dikeringkan hingga berat tetap. Berat cairan merupakan selisih dari berat sampel yang digunakan dengan berat kering residu.

Tabel 4. Berat bahan kering dan berat cairan Tape Ubi Kayu selama fermentasi

Pengamatan jam ke	Bagian pasta (%)	Bagian bukan pasta (%)
24 jam	41,39 ± 0,22	58,61
48 jam	39,46 ± 0,07	60,54
72 jam	35,11 ± 0,08	64,89
96 jam	35,38 ± 0,27	64,62
120 jam	31,61 ± 0,14	68,39
144 jam	31,30 ± 0,49	68,70
168 jam	28,88 ± 0,32	71,12
192 jam	28,20 ± 0,34	71,80
216 jam	25,71 ± 0,25	74,29
240 jam	25,94 ± 0,50	74,06

*Hasil pengurangan berat total dengan berat cairan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi jumlah bahan kering dan cairan didalam tape. Secara umum jumlah bahan kering berbanding terbalik dengan jumlah cairan pada tape. Fermentasi selama 24 jam menunjukkan persentase bahan kering yang tertinggi dan sebaliknya berat cairan yang terendah. Seiring dengan proses fermentasi yang semakin lama 240 jam (10 hari) menunjukkan bahan kering dalam bahan semakin sedikit. Data hasil penelitian juga digambarkan pada Gambar 1. Menurut Sahratullah *et al.* (2017) ragi memanfaatkan komponen bahan dasar ubi kayu sebagai substrat untuk menghasilkan energi dan komponen seluler, serta meningkatkan populasi. Pada awal pengamatan berat bahan kering 41,39% dan turun terus sampai menjadi 25,94%. Artinya telah terjadi penguraian pati yang terkandung dalam ubikayu.



Gambar 1. Histogram berat bahan kering dan berat cairan tape ubi kayu selama fermentasi

E. Karakteristik Kimia Fisika Cairan Tape

Pengamatan cairan selama 10 setelah fermentasi dilakukan terhadap pH terlihat pada Tabel 5. Densitas dan kadar gula cairan yang diperoleh dengan cara pengempaan pasta tape.

Tabel 5. Hasil Analisis Cairan Ubi Kayu Pasca Fermentasi

Pengamatan	pH	Densitas (g/cm ³)	Kadar Gula (°Brix)
24 jam	4,8 ± 0,00	1,12 ± 0,00	29,4 ± 0,28
48 jam	4,6 ± 0,00	1,09 ± 0,00	28,45 ± 0,00
72 jam	4,5 ± 0,07	1,10 ± 0,07	27,5 ± 0,14
96 jam	4,2 ± 0,00	1,10 ± 0,00	27,2 ± 0,28
120 jam	4,3 ± 0,00	1,09 ± 0,00	26,0 ± 0,00
144 jam	4,3 ± 0,00	1,10 ± 0,00	25,95 ± 0,14
168 jam	4,3 ± 0,00	1,08 ± 0,00	25,2 ± 0,28
192 jam	4,3 ± 0,00	1,08 ± 0,00	25,1 ± 0,00
216 jam	4,3 ± 0,00	1,08 ± 0,00	24,65 ± 0,14
240 jam	4,1 ± 0,00	1,08 ± 0,00	24,2 ± 0,00

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi menurunkan nilai pH, densiti dan kadar gula tape. Waktu fermentasi yang sesuai akan menghasilkan rasa tape yang khas, rasa yang manis dengan sedikit rasa asam dan adanya aroma alkohol. Rasa manis karena perubahan karbohidrat menjadi glukosa sebagai karbohidrat yang lebih sederhana, sedangkan rasa asam karena dalam proses fermentasi terbentuk asam, sehingga semakin lama proses fermentasi maka akan terjadi peningkatan alkohol dan total asam. Pembentukan gel optimum pati terjadi pada pH 4-7. *The Cassava Institute of America* (TIA) menetapkan standar pH pati ubi kayu sekitar 4.5-6.5. Cahyaning (2017), melaporkan dalam penelitiannya waktu lama fermentasi sampai 6 hari dapat menurunkan nilai pH dan kadar gula. Gula adalah hasil dari fermentasi pati. Jika fermentasi berlanjut maka gula berubah menjadi alkohol/etanol. Etanol densitinya kecil dari pada densiti larutan gula sehingga densitinya menurun dengan semakin lamanya fermentasi. Menurut Khodijah dan Abtokhi (2015) waktu fermentasi mempengaruhi besar kecilnya nilai densitas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan lama fermentasi memiliki pengaruh terhadap densiti alkohol yang diuji dimana pengaruh tersebut berupa suatu penurunan dalam nilai densiti.

F. Hasil Analisis Bungkil Tape

Bungkil tape diperoleh dari pengempaan pasta tape dan kemudian dikeringkan. Padatan yang diperoleh lalu digiling, disaring dengan saringan 80 mesh. Partikel yang lolos dianalisis. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Bungkil Tape Ubikayu

Pengamatan	Kadar Air (%)	Kadar Pati (%)	Kadar Amilosa (%)	Kadar Amilopektin (%)
24 jam	5,83 ± 0,03	33,36 ± 0,29	9,15 ± 0,00	90,85 ± 0,00
48 jam	7,22 ± 0,04	31,07 ± 0,29	8,24 ± 0,03	91,76 ± 0,03
72 jam	6,45 ± 0,19	31,36 ± 0,57	8,12 ± 0,04	91,88 ± 0,04
96 jam	6,24 ± 0,07	28,79 ± 0,29	7,85 ± 0,00	92,15 ± 0,00
120 jam	8,07 ± 0,05	26,21 ± 0,57	7,38 ± 0,08	92,61 ± 0,08
144 jam	7,13 ± 0,02	24,21 ± 0,29	7,39 ± 0,10	92,61 ± 0,10
168 jam	6,14 ± 0,03	24,21 ± 0,29	6,88 ± 0,09	93,12 ± 0,09
192 jam	6,08 ± 0,03	20,78 ± 0,29	6,94 ± 0,12	93,06 ± 0,12
216 jam	6,36 ± 0,10	17,91 ± 0,29	6,73 ± 0,06	93,27 ± 0,06
240 jam	5,47 ± 0,09	17,06 ± 0,57	6,72 ± 0,15	93,28 ± 0,15

Kadar air kesetimbangan pati yang diperoleh berkisar antara 5,47 sampai 8,07%. Jika dibandingkan dengan SNI tepung tapioca maka mutu dari bungkil tape ubi kayu termasuk kedalam kelas mutu 1 yaitu kadar air maksimal 15%. Demikian juga dengan kadar pati yang dihasilkan juga

memenuhi standar tepung tapioca yaitu minimal 75%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian kadar pati dari bungkil tape ubi kayu dapat dijadikan sebagai pengganti tepung tapioka. Menurut (Devindo *et al.*, 2021). Perbandingan antara amilosa dan amilopektin akan berpengaruh terhadap sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi. Kadar patinya makin menurun dan sesuai dengan data tabel 4 dimana berat bahan kering makin berkurang yang berarti terjadi penguraian pati. Rendahnya kadar pati mungkin disebabkan peningkatan kadar protein dalam tape ubikayu dan komponen lainnya hasil fermentasi.

Hasil penelitian juga menunjukkan terjadi peningkatan kadar amilopektin seiring dengan makin lamanya proses fermentasi. Hal itu akan menyebabkan peningkatan kestabilan dari bioplastic sesuai dengan hasil penelitian (Nisah, 2018) tentang pengaruh amilosa dan amilopektin dari umbi-umbian dimana amilopektin mempengaruhi kestabilan bioplastik sedangkan amilosa mempengaruhi kekompakan dari bioplastic. Amilopektin memberikan sifat lengket dan amilosa memberikan sifat keras pada pati pada produk. Menurut (Anugrahwidya *et al.*, 2021) pada produk kandungan amilosa dan amilopektin berperan pada gelatinisasi, retrogradasi, dan karakteristik pasta. Amilosa berpengaruh terhadap pembentukan gel, pati dengan kadar amilosa lebih rendah akan bersifat lunak dan relatif tidak membentuk gel.

G. Granula Pati Tape

Ukuran granula pati tape ubikayu dengan dari beberapa lama fermentasi disajikan pada Tabel 7. Ukuran granula pati diukur dengan Particle Size Analyzer.

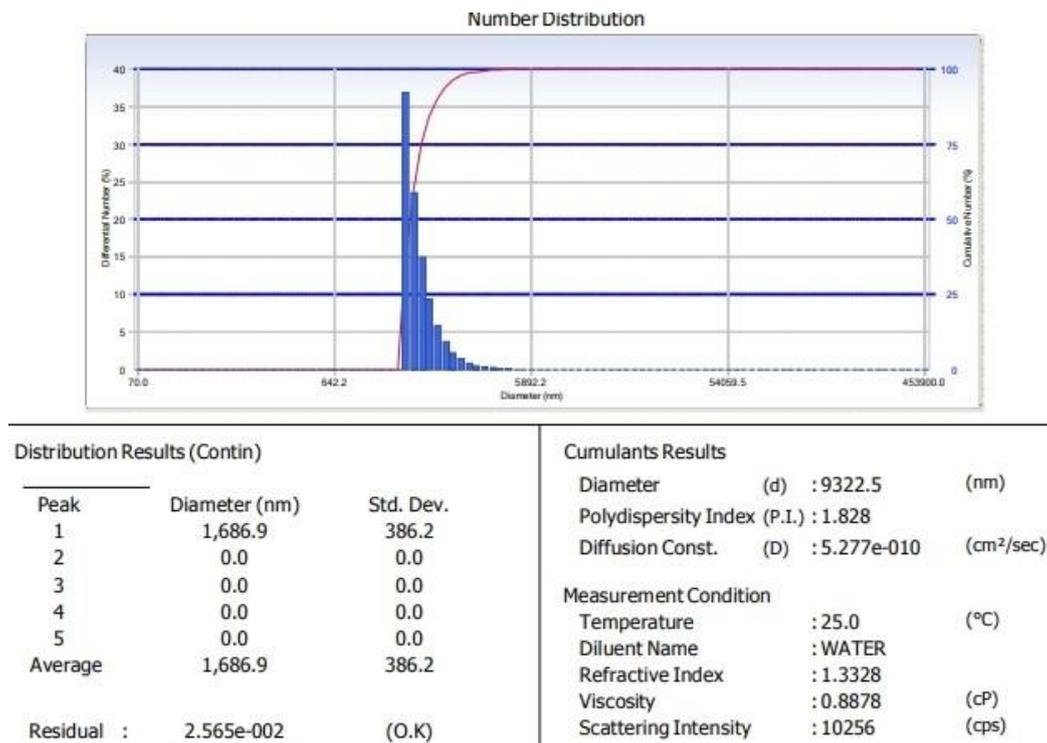
Tabel 7. Ukuran granula rata-rata pati setelah selesai fermentasi

Pengamatan	Ukuran granula (nm)	Micrometer (μm)
24 jam	1686,9	1,6869
48 jam	1644,4	1,6444
120 jam	1548,2	1,5482
192 jam	1444,2	1,4442
216 jam	722,8	0,7228

Sesuai dengan pendapat Molenda *et al.* (2006) maka granula pati hasil fermentasi ini adalah tergolong sangat kecil. Semakin lama fermentasi lanjutan maka granula pati juga menjadi semakin kecil ukurannya. Granula pati setelah fermentasi lanjutan 216 jam ukurannya sudah tergolong mikropati. Pati ubi kayu merupakan granula berwarna putih dengan ukuran diameter yang bervariasi dari 4-35 μm dan rata-rata 20 μm . Granula ini berbentuk mangkuk (cup) dan sangat kompak, tetapi selama pengolahan granula tersebut akan pecah menjadi komponen yang tidak teratur bentuknya.

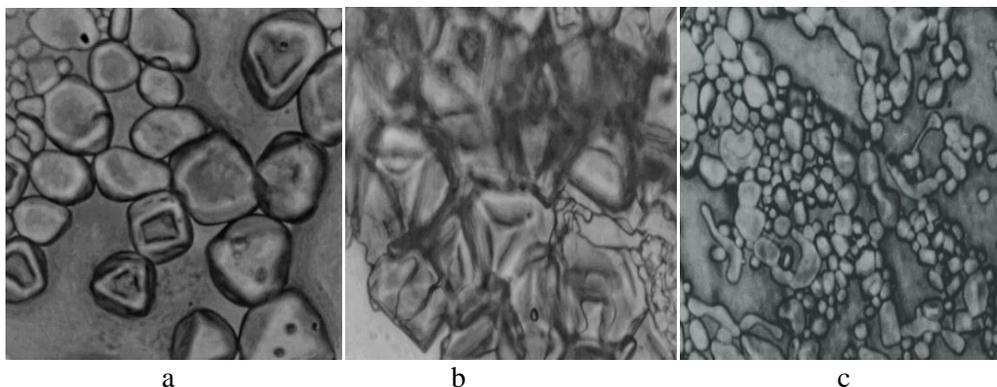
Proses fermentasi dapat mempengaruhi perubahan ukuran granula pati. (Haq *et al.*, 2019) ,modifikasi melalui fermentasi dapat merubah sifat pati seperti peningkatan viskositas, ukuran granula, kejernihan, kelarutan dan menurunkan tingkat sineresis pati. Proses fermentasi dapat menghidrolisis pati secara alami sehingga diperoleh molekul-molekul yang lebih sederhana. Molekul-molekul yang lebih sederhana ini diharapkan dapat meningkatkan gugus hidrofilik pati sehingga pati lebih mudah berinteraksi dengan air (Widyasaputra dan Yowono, 2013).

Hasil pengukuran PSA menunjukkan tapioka yang dihasilkan memiliki keragaman ukuran partikel yang tinggi. Hal ini disebabkan tapioka nanopartikel yang dihasilkan dari presipitasi belum terpisah secara sempurna dan masih berkumpul membentuk aglomerasi. Pola penyebaran granula pati hasil pengukuran dengan PSA sebagai contoh hasil fermentasi lanjutan setelah 24 jam pada Gambar 1



Gambar 1. Grafik ukuran rata-rata granula pati dari waktu fermentasi lanjutan 24 jam

Hasil pengamatan granula pati menggunakan mikroskop terlihat juga perubahannya akibat proses fermentasi. Gambar granula pati tanpa fermentasi, fermentasi lanjutan 24 jam dan fermentasi lanjutan 240 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Granula pati. Granula tanpa fermentasi (a), granula pati dari fermentasi lanjutan 24 jam (b), granula pati dari fermentasi lanjutan 240 jam (c)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa granula pati ubi kayu tanpa fermentasi memiliki bentuk bulat dan oval dengan permukaan halus yang dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut Widyatmoko *et al* (2018), granula pati ubi kayu yang difermentasi memiliki bentuk bulat kecil tidak beraturan (irregular) dengan ukuran 5µm-15µm. Bentuk yang demikian mengindikasikan granula pati terliberasi selama fermentasi.

Pengamatan morfologi cairan ubi kayu pasca fermentasi (tape) waktu ke 24 jam menunjukkan bentuk yang telah mengalami perubahan dari halus menjadi pecah, bentuk tajam dan tidak beraturan seperti granula awal. Begitu juga dengan ubi kayu pasca fermentasi waktu pengamatan ke 240 jam, dimana granula yang dihasilkan semakin kecil dari granula pati awal. Hal ini sesuai dengan penelitian Jayus *et al.* (2016), yang melaporkan bahwa pengamatan granula pati ubi kayu menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM) akan terlihat perbedaannya jika difermentasi lebih dari 48 jam.

Menurut Subagio (2006), perubahan granula pati yang difermentasi disebabkan oleh aktivitas enzim sellulolitik yang mulai intensif dalam mendegradasi sellulosa dinding sel, sehingga dinding sel rusak dan granula pati mengalami liberasi.

H. Perubahan Dimensi Granula Pati Akibat Homogenisasi

Seperti terlihat pada tabel 7 bahwa ukuran granula cenderung menurun dan pada pengamatan setelah 216 jam fermentasi lanjutan ukuran granulanya 722,8 nm. Untuk mengetahui apakah granula yang sudah mengalami fermentasi lanjutan masih dapat diperkecil ukurannya maka telah dilakukan pengecilan ukuran dengan menggunakan homogenizer selama 10 menit dengan kecepatan 24000 rpm. Hasil homogenisasi menunjukkan bahwa granula dari hasil fermentasi masih dapat diperkecil ukurannya. Homogenisasi dilakukan terhadap campuran pati dari fermentasi lanjutan 24 jam, 120 jam dan 192 jam, dengan hasilnya, yaitu tanpa dihomogenisasi ukuran granulanya sebesar 1657 nm dan dihomogenisasi ukuran granulanya menjadi 1162 nm. Terlihat bahwa homogenisasi dapat mengurangi ukuran granula pati 495 nm

KESIMPULAN

Penelitian telah dilakukan terhadap fermentasi tape ubikayu dimana yang menjadi perhatian adalah fermentasi lanjutan setelah fermentasi untuk menghasilkan tape selesai. Fermentasi dilanjutkan mulai 24 jam (2 hari) sampai 240 jam (10 hari). Tujuan penelitian untuk mengetahui perubahan kandungan pati, ukuran granula pati hingga 10 hari fermentasi lanjutan dan peluang untuk penyediaan nanopati dengan proses fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Terjadi penurunan berat bahan kering, kadar pati, pH cairan tape, densiti cairan tape, kadar gula cairan tape, dan kadar amilosa sedangkan kadar amilopektin terlihat sedikit meningkat. Pada hari kesepuluh fermentasi lanjutan diperoleh berat bahan kering tape 25,94%, kadar pati 17,06%, berat cairan 74,06%, pH cairan 4,1, kadar gula cairan 24,2%, kadar amilosa 6,72% dan kadar amilopektin 93,28%.
2. Ukuran granula pati ubikayu akibat fermentasi lanjutan sangat berkurang jauh dibandingkan dengan granula pati tanpa fermentasi dimana pada hari kesepuluh pati hasil fermentasi lanjutan tape ubikayu hanya berukuran rata-rata 722,8 nm yang sudah tergolong partikel halus tapi belum nanopati.
3. Perlakuan dengan homogenizer terhadap pati yang diperoleh dari hasil fermentasi lanjutan dapat memperkecil ukuran granula pati dari berukuran 1657 nm menjadi 1162 nm

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Dekan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah memberikan dana untuk penelitian ini melalui dana DIPA tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanu, F.N., Susanto, W.H., 2014. Pembuatan Tepung Mocaf Di Madura (Kajian Varietas Dan Lokasi Penanaman) Terhadap Mutu Dan Rendemen 2.
- Anugrahwidya, R., Armynah, B., Tahir, D., 2021. Bioplastics Starch-Based with Additional Fiber And Nanoparticle: Characteristics And Biodegradation Performance: A Review. *Journal Of Polymers And The Environment* 29, 3459–3476. <https://doi.org/10.1007/S10924-021-02152-Z>
- Augustyn, G.H., Polnaya, F.J., 2007. Karakterisasi Beberapa Sifat Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta* Crantz). *Buletian Penelitian Biam* 3.
- Cahyaning, R.U, 2017. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tape Pisang Kepok. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8, 2, 99-106
- Christianty, M.A., Martono, Y., A, 2018. Validasi Metode Analisis Amilosa Secara Spektrofotometri Ultraviolet-Visible (Uv-Vis) Dalam Singkong. *Seminar Nasional Biologi Danpendidikan Biologi Uksw*.
- Devindo, Zulfa, C.S., Attika, C., Handayani, D., Fevria, R., 2021. Pengaruh Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Tape. *Prosiding Semnas Bio 2021 Universitas Negeri Padang* 1, 600–607.

- Erika, D.R., 2022. Uji Sesori Dan Ph Tapai Singkong (Manihot Esculenta L) Dengan Fermentasi Aerasi. *Jurnal Ilmiah Betahpa* 1.
- Faridah, H. D., Sari, S. Kurnia, 2019. Utilization of Microorganism on The Development of Halal Food Based in Biotechnology. *Jurnal Halal Product and Research* 2(1): 33–43.
- Fitriany, D.S., Annaziha, S., Syamsuddin, H.S.A., Khumaira, K., 2023. Bio-Pack: Biodegradable Packaging Pati Singkong Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Plastik Konvensional. *Journal Of Comprehensive Science* 2.
- Hariyati, S., 2017. Pengaruh Penggunaan Dosis dan Jenis Ragi Terhadap Kualitas Fermentasi Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa* var. Setail). [Skripsi]. Universitas Jambi.
- Haq, F., Yu, H., Wang, L., Teng, L., Haroon, M., Khan, R.U., Mehmood, S., Bilal-UI-Amin, Ullah, R.S., Khan, A., Nazir, A., 2019. Advances In Chemical Modifications of Starches and Their Applications. *Carbohydrate Research* 476, 12–35. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2019.02.007>
- Hevikasari, A.N., Yuwono, D.A., 2013. Isolasi Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati Kentang. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri* 2, 3, 57-62
- Jayus, Nurhayati, N., Subagio, A., dan Widyatmoko, H, 2016. Modifikasi pati ubi kayu secara fermentasi dengan *Lactobacillus manihotivorans* dan *L. fermentum* yang diisolasi dari gatot. *Prosiding Seminar Nasional BALITKABI Tahun Anggaran 2016*.
- Khodijah, S., Abtokhi, A., 2015. Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) Dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lemna Minor*) Sebagai Bioetanol Siti Khodijah1, Ahmad Abtokhi2. *Jurnal Neutrino* 7.
- Marminah, 2012. Perbedaan Kadar Protein Tapai Singkong (Manihot utilisima) Biasa dengan yang Diberi Penambahan Sari Buah Nanas (*Ananas comosus*). [Skripsi].
- Molenda, M., Stasiak, M., Horabik, J., Fornal, J., Błaszczak, W., Ornowski, A., 2006. Microstructure And Mechanical Parameters of Five Types of Starch. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 15, 161–166.
- Muhiddin, N.H., Ramlawati, Yanti, N.A., Mun'im, A., 2019. Analisis Kuantitatif Mikroorganisme pada Ragi Tape Lokal dan Daya Terima “Tape Jusinta” yang dihasilkan. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)* 6, (2), 1007-1016
- Nisah, K., 2018. Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Biotik* 5, 106. <https://doi.org/10.22373/Biotik.V5i2.3018>
- Sahratullah, Jekti, D.S.D., Zulkifli, L., 2017. Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air, Glukosadan Organoleptik Pada Tape Singkong. *Jbt.* <https://doi.org/10.29303/Jbt.V17i1.392>
- Saraswati, R.D.P., Primadhamanti, A., 2022. Determination Of Amilopectin Levels In Avocado Seed Flour (*Persea Americana* Mill) Using Uv-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi* 7, 185–191.
- Subagio, A., 2006. Ubi kayu substitusi berbagai tepung-tepungan. *Food Review*, 1, 18- 22
- Syarumsyah, H., Alhafidz, H., Marwati, M., 2021. Karakteristik Organoleptik Dan Kimia Tape Singkong (Manihot Esculenta) Varietas Mentega Dengan Pra-Perlakuan Perendaman Dalam Sari Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*). *J. Tropical. Agrifood.* 2, 90. <https://doi.org/10.35941/Jtaf.2.2.2020.4121.90-96>
- Warsiki, E., Setiawan, I., Hoerudin, H., 2020. Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong-Partikel Nanosilika Dan Karakterisasinya. *J. Kimia Kemasan* 42, 37. <https://doi.org/10.24817/Jkk.V42i2.3535>
- Widyasaputra, R., Yowono, D.S., 2013. The Effect of Chips Traditional Fermentation To Physical Characteristic Of Sweet Potato (*Ipomoea Batatas* L) Fermented Flour. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 1, 78–89.
- Widyatmoko, H., Subagio, A., Nurhayati, N., 2018a. Sifat-Sifat Fisikokimia Pati Ubi Kayu Terfermentasi Khamir Indigenus Tapai. *Agritech* 38, 140. <https://doi.org/10.22146/Agritech.26323>