

**PERBANDINGAN BENTUK UKURAN DAN STRUKTUR
BUTIR AMILUM PADA JENIS TEPUNG (BUATAN PABRIK
DAN BUATAN SENDIRI) DARI TANAMAN UMBI DAN
SEREAL**

SKRIPSI

oleh
SITI AISYAH FIRDANI
155090100111003



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2019

**PERBANDINGAN BENTUK UKURAN DAN STRUKTUR
BUTIR AMILUM PADA JENIS TEPUNG (BUATAN PABRIK
DAN BUATAN SENDIRI) DARI TANAMAN UMBI DAN
SEREAL**

PROPOSAL SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam Bidang Biologi**

oleh

**SITI AISYAH FIRDANI
155090100111003**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2019

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI
PERBANDINGAN BENTUK UKURAN DAN STRUKTUR
BUTIR AMILUM PADA JENIS TEPUNG (BUATAN PABRIK
DAN BUATAN SENDIRI) DARI TANAMAN UMBI DAN
SEREAL**

**SITI AISYAH FIRDANI
155090100111003**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada 7 November
2019 dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui
Pembimbing

Dr. Serafinah Indriyani, M.Si.
NIP. 196309091988022001

Mengetahui
Ketua Program Studi S1 Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dian Siswanto, S.Si., M.Sc., M.Si., Ph.D
NIP. 197703202005011002

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Aisyah Firdani

NIM : 155090100111003

Jurusan : Biologi

Penulis skripsi berjudul : Perbandingan Bentuk Ukuran dan Struktur Butir Amilum Pada Jenis Tepung (Buatan Pabrik dan Buatan Sendiri) dari Tanaman Umbi dan Sereal.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung segala resiko.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 20 November 2019

Yang menyatakan,

Siti Aisyah Firdani

155090100111003

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Keragaman Struktur Butir Amilum pada Jenis Tepung (Buatan Pabrik dan Buatan Sendiri) dari Tanaman Umbi dan Sereal

Siti Aisyah Firdani, Serafinah Indriyani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya

2019

ABSTRAK

Budaya mengonsumsi tepung sebagai bahan baku produk pangan oleh masyarakat Indonesia perlu ditindaklanjuti dengan mengembangkan aneka tepung lokal untuk tidak mengurangi penggunaan tepung terigu. Tujuan pada penelitian yaitu membandingkan bentuk, ukuran serta kerapatan butir amilum pada jenis tepung (buatan sendiri dan buatan pabrik) dari tanaman umbi dan sereal. Sampel segar umbi dan sereal dibersihkan, kemudian diambil bagian tengah. Sampel diiris setebal $\pm 0,01$ cm sebanyak tiga irisan. Kerapatan sel yang mengandung butir amilum dihitung dan diamati dengan mikroskop binokuler Olympus CX21 perbesaran 400x serta untuk mengukur butir amilum pada tepung. Amilum kentang berbentuk lonjong dan lonjong yang tak beraturan. Bentuk amilum dari beras dan ketan memiliki kemiripan yaitu poligonal atau tak beraturan. Ukuran butir amilum pada beras mencapai $6 \pm 2,6 \mu\text{m}$. Butir amilum dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yaitu kelompok besar pada tepung kentang dan jagung buatan pabrik, kelompok sedang pada tepung singkong, kelompok kecil pada jagung buatan sendiri, beras dan ketan. Ukuran butir buatan pabrik dan buatan sendiri pada kentang, singkong, beras dan ketan tidak memiliki perbedaan yang jauh kecuali pada jagung buatan pabrik dan buatan sendiri. Kerapatan butir amilum paling sedikit dari per satuan luas pada kentang ($9,56 \pm 1,64$ per μm^2) dan yang paling banyak pada beras ($267,13 \pm 22,85$ per μm^2). Ukuran butir amilum buatan sendiri relatif sama dengan ukuran amilum buatan pabrik.

Kata kunci : butir amilum, *corkbore*, kerapatan, mikroskop, tepung

Starch Grain Structure Variation in Flour Types (Artificial and Homemade) from Bulbs and Cereals

Siti Aisyah Firdani, Serafinah Indriyani

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Brawijaya University
2019

ABSTRACT

Indonesian culture of consuming flour as raw material for food products needs to be followed up by developing local flour variety without reducing the use of the flour itself. The purpose of this research is to compare the shape, size and density of starch grains in types of flour (homemade and factory-made) in tubers and cereals. Fresh tuber and cereal samples are cleaned, then the middle part of it was taken using corkbore. The fresh sample were sliced (± 0.01 cm, three slices). Cell density(containing starch grains) calculation was done after being observed with an Olympus CX21 microscope at 400x magnification and to measure starch grains in flour. Microscope observation aims to see the structure of starch grains. Potato starch shapes oval and also irregular oval. The starch of rice and sticky rice shape has a similarity, polygonal or irregular. The rice starch size reaches 6 ± 2.6 μm . Starch grains are grouped into several groups: large groups (potato flour and factory-made corn), medium groups (cassava flour), small groups (homemade corn, rice and sticky rice). The size of factory-made and homemade grains in potatoes, cassava, rice and sticky rice does not have big differences except for factory-made and homemade corn. When added with lugol solution, the rice flour starch easily absorbs lugol better than sticky rice starch. The least density of all starch grain is in potato (9.56 ± 1.64 per μm^2) and the most abundant is in rice (267.13 ± 22.85 per μm^2). The size of homemade starch grains is relatively the same as factory-made starch grains.

Keywords: starch, corkbore, density, processed, microscope, flour

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya, sehingga skripsi yang berjudul ” Perbandingan Keragaman Struktur Butir Amilum Pada Jenis Tepung [Buatan Pabrik dan Buatan Sendiri] dari Tanaman Umbi dan Sereal ” ini dapat diselesaikan dengan lancar.

Laporan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, sehingga disampaikan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu mulai penelitian hingga penulisan laporan, antara lain kepada :

1. Ibu Serafinah Indriyani selaku pembimbing yang telah membimbing dan memberikan motivasi, semangat, saran serta ilmu mulai awal penelitian hingga terbentuknya skripsi ini.
2. Ibu Rodliyati Azrianingsih dan Bapak Jati Batoro sebagai Dosen Penguji di Seminar Proposal, Seminar Hasil Penelitian dan Ujian Skripsi yang telah memberikan saran, ilmu serta motivasi.
3. Kedua orang tua, saudara beserta keluarga besar yang senantiasa memberi semangat dan doa, sehingga semuanya berjalan dengan lancar.
4. Keluarga ponpes Sabilurrosyad yang senantiasa memberikan dukungan dan doa untuk memudahkan dan diberi kelancaran.
5. Teman-teman Squad Takso, S1, S2 dan Ekstra Kampus (UKM Seni Religi dan PKPT IPNU IPPNU) yang telah banyak memberikan dukungan motivasi waktu dan tenaga selama penelitian ini.
6. Seluruh teman-teman Biologi 2015, teman-teman pondok pesantren Sabilurrosyad serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, November 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tepung	4
2.1.1 Tepung singkong.....	4
2.1.2 Tepung jagung.....	6
2.1.3 Tepung beras	8
2.1.4 Tepung ketan putih.....	10
2.1.5 Tepung kentang	11
2.2 Singkong	13
2.3 Jagung	14
2.4 Padi	16
2.5 Kentang	17
2.6 Deskripsi Amilum	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Pengambilan Sampel.....	22
3.3 Pengamatan Struktur Butir Amilum.....	23
3.4 Pembuatan Tepung.....	23
3.5 Menghitung Kerapatan yang Mengandung Butir Amilum.....	24

3.6 Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Bentuk dan Keragaman Struktur Butir Amilum pada Tepung Buatan Pabrik dan Buatan Sendiri	25
4.1.1 Tepung kentang.....	25
4.1.2 Tepung singkong.....	26
4.1.3 Tepung jagung.....	28
4.1.4 Tepung beras putih.....	30
4.1.5 Tepung ketan putih.....	32
4.2 Perbandingan Ukuran Butir Amilum Berbagai Jenis Tepung.....	34
4.3 Kerapatan Butir Amilum Umbi dan Sereal.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Tepung singkong.....	5
2. Tepung jagung.....	7
3. Tepung beras.....	9
4. Tepung beras ketan.....	11
5. Umbi singkong.....	14
6. Buah dan biji jagung.....	15
7. Beberapa jenis bulir beras dan nasi berwarna warni sesuai dengan kandungannya.....	16
8. Kentang.....	18
9. Representasi bagian struktur amilum.....	19
10. Bentuk butir amilum.....	20
11. Morfologi butir amilum pada kentang.....	21
12. Amilum tepung kentang.....	26
13. Amilum tepung singkong.....	27
14. Amilum tepung jagung.....	29
15. Amilum tepung beras.....	31
16. Amilum tepung ketan.....	33
17. Amilum.....	35
18. Rata-rata ukuran butir amilum pada masing-masing jenis tepung buatan pabrik dan buatan sendiri.....	36
19. Rata-rata kerapatan butir amilum pada kentang, singkong, jagung, beras dan ketan putih.....	38
20. Kerapatan butir amilum.....	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Standar kehalusan tepung tapioka	6
2. Kandungan gizi berbagai macam produk jagung dalam 100 gram bahan.....	8
3. Komposisi tepung beras	10
4. Komposisi tepung kentang	13

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Gambar butir amilum tepung buatan sendiri	47
2. Gambar butir amilum tepung buatan pabrik	52
3. Hasil uji statistik ukuran butir amilum	57
4. Hasil uji statistik kerapatan sel yang mengandung amilum	59

DAFTAR ISTILAH

Istilah

Artinya

Hilum

Titik permulaan terbentuknya amilum

Lamela

Garis-garis halus yang mengelilingi hilum

Granula

Butiran kecil yang terdapat dalam sel

DAFTAR SINGKATAN

Simbol/singkatan

μm
 μm^2
kg
%

Nama unit

mikrometer
mikrometer kuadrat
kilogram
Persentase

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keragaman pangan merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia sebagai omnivora. Hal tersebut didukung oleh potensi Indonesia yang memiliki sumber daya melimpah untuk menjamin ketahanan pangan. Akan tetapi, pada saat ini masih banyak penduduk Indonesia yang belum dapat mencukupi kebutuhan pangannya. Sekitar 30% rumah tangga mengatakan bahwa konsumsi masih lebih kecil dari kebutuhan konsumsi yang semestinya. Bahkan sekitar 42% anak balita mengalami gejala terhambatnya pertumbuhan akibat kekurangan gizi. Gizi yang buruk dapat menghambat pertumbuhan anak secara normal, membahayakan kesehatan ibu dan mengurangi produktivitas angkatan kerja. Hal ini juga mengurangi daya tahan tubuh terhadap penyakit pada penduduk dengan kesehatan yang buruk dan dalam kemiskinan. Oleh karena itu, dalam *Human Development Report* (HDR) telah menjelaskan program ketahanan pangan untuk memperbaiki kebutuhan pangan (Setyowati, 2012).

Indonesia memiliki potensi yang besar dan sumber daya alam yang untuk pengembangan produk pertanian, peternakan, dan perikanan. Di sektor pertanian, Indonesia memiliki berbagai keragaman jenis tanaman. Kondisi iklim tropis yang berbeda di setiap daerah menyebabkan Indonesia memiliki banyak tanaman pangan unggul seperti padi, jagung, ubi jalar, ubi kayu, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, dan talas dengan berbagai jenis varietas yang memiliki keunggulan masing-masing (Parnata, 2010). Isu rawan pangan saat krisis moneter melanda di Indonesia mulai menyebabkan kekhawatiran terhadap bahaya ketergantungan hanya pada beberapa komoditas. Selama ini untuk memenuhi sumber karbohidrat, Indonesia semakin bergantung pada beras. Konsumsi beras masyarakat Indonesia mencapai 113,72 kg/kapita/tahun dan angka tersebut melebihi angka ideal PPH (Pola Pangan Harapan) yaitu sekitar 87 kg/kapita/tahun. Salah satu alternatif untuk mengatasi krisis pangan yang terjadi saat ini adalah melalui diversitas pangan untuk mendukung program ketahanan pangan (Aini, 2013).

Pengolahan produk setengah jadi merupakan salah satu cara pengawetan hasil panen, terutama untuk komoditas yang berkadar air

tinggi, seperti aneka umbi dan buah. Tepung digolongkan menjadi dua, yaitu tepung tunggal adalah tepung yang dibuat dari satu jenis bahan pangan, misalnya tepung beras, tepung kasava, tepung ubi jalar, dan tepung komposit yaitu tepung yang dibuat dari dua atau lebih bahan pangan. Misalnya tepung komposit kasava-terigu-kedelai, tepung komposit jagung-beras, atau tepung komposit kasava-terigu-pisang (Widowati, 2009). Budaya mengonsumsi tepung sebagai bahan baku produk pangan oleh masyarakat Indonesia perlu ditindaklanjuti dengan mengembangkan aneka tepung lokal untuk memperkaya variasi tepung selain tepung terigu. Karakteristik sifat tepung sangat menentukan suatu produk memiliki mutu yang baik atau tidak. Oleh karena itu, penggunaan tepung sebagai bahan baku pada formulasi bahan pangan masih sangat penting dan menjadikan suatu patokan mutu produk pangan yang dihasilkan (Aini, 2013).

Amilum merupakan zat ergastik yang paling umum. Di mana zat ergastik sendiri merupakan hasil metabolisme yang tak terpakai atau sebagai cadangan makanan. Butir amilum yang dibentuk dalam kloroplas dapat terurai dan diangkut dalam bentuk gula ke jaringan penyimpanan cadangan makanan untuk kemudian tersintesis kembali dalam amiloplas. Amilum yang diperdagangkan berasal dari berbagai bagian tanaman seperti endosperm biji padi, jagung, gandum, tapioka dari akar ketela pohon (*Manihot utilissima*), sagu dari batang pohon sagu (*Metroxylon sagu*), dan amilum irut dari rizoma *Maranta arundinacea*. Beberapa tempat tertentu kloroplas membentuk butir amilum besar sebagai cadangan makanan, seperti pada umbi semu anggrek. Namun, jumlah cadangan makanan terbesar dibentuk dalam leukoplas umbi akar, umbi batang, rizoma, dan biji (Aini, 2013).

Amilum adalah bentuk simpanan karbohidrat berupa polimer glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik (ikatan antara gugus hidroksil atom C nomer 1 pada molekul glukosa dengan gugus hidroksil atom C nomer 4 pada molekul glukosa lain dengan melepas 1 mol air). Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi penduduk seluruh dunia, karena mudah ditemui di alam dan harganya pun relatif murah (Gardjito, 2013a). Selain nilai gizi, amilum yang dimodifikasi dapat digunakan untuk mempengaruhi sifat fisik dari banyak makanan. Misalnya, amilum komersial yang

diperoleh dari jagung, gandum, berbagai nasi, dan umbi-umbian seperti kentang, ubi jalar, dan ubi kayu (tepung tapioka) dapat digunakan dalam penebalan, adhesi, retensi kelembapan, stabilisasi, *texturizing*, dan aplikasi antistaling (*starches*). Selama ini, informasi tentang butir amilum yang terdapat pada tepung buatan pabrik belum banyak dikonfirmasi apakah sesuai dengan butir amilum dari bahan segar (umbi dan sereal) sebagai sumber karbohidrat. Berdasarkan penjelasan di atas penelitian ini dilakukan untuk menguji perbandingan bentuk ukuran dan struktur butir amilum pada jenis tepung (buatan pabrik dan buatan sendiri) dari umbi dan sereal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perbedaan bentuk, ukuran, dan struktur butir amilum pada jenis tepung (buatan sendiri dan buatan pabrik) dari umbi dan sereal?
2. Bagaimana kerapatan butir amilum umbi dan sereal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Membandingkan keragaman bentuk, ukuran, dan struktur butir amilum pada jenis tepung (buatan sendiri dan buatan pabrik) dari umbi dan sereal.
2. Mengetahui kerapatan butir amilum umbi dan sereal.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk memastikan bahwa butir amilum yang terdapat di dalam tepung buatan pabrik sesuai dengan tepung buatan sendiri yang terbuat dari bahan segar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung

Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis. Prosedur pembuatan tepung sangat beragam, dibedakan berdasarkan sifat dan komponen kimia bahan yaitu pertama bahan pangan yang tidak mudah menjadi coklat apabila dikupas (kelompok sereal) dan kedua bahan pangan yang mudah menjadi coklat (kelompok aneka umbi dan buah yang kaya akan karbohidrat) (Desrosier, 1988).

Amilum dipecah dan diubah menjadi gula untuk disimpan di dalam jaringan, yang nantinya dapat disintesis kembali di dalam amiloplas. Pada butir amilum biasanya tampak adanya lapisan mengelilingi titik atau *hilum* yang disebut *lamela*. Apabila hilum terletak di tengah, disebut dengan amilum *konsentris*, namun jika hilum terletak di pinggir, disebut amilum *eksentris*. Lapisan dalam hilum (*lamela*) terbentuk karena pemadatan molekul dan perbedaan kadar air pada awal pertumbuhan tiap lapisan. Jumlah *lamela* pada amilum sereal terkait dengan jumlah hari selama pertumbuhan amilum. Pada amilum kentang, periode pembentukan lapisan tergantung dari faktor endogen. Molekul amilum tersusun secara menjeri yang menunjukkan sifat kristal (Mulyani, 2006).

2.1.1 Tepung singkong

Menurut SNI 01-2997-1992, tepung singkong merupakan tepung yang dibuat dari umbi singkong yang dapat dimakan, melalui penepungan singkong diiris, diparut, ataupun dibuat bubur kering dengan mengindahkan ketentuan-ketentuan kebersihan. Tepung singkong yang biasa digunakan oleh masyarakat yaitu tepung tapioka (Gambar 1). Tepung tapioka merupakan tepung terbuat dari singkong yang sering digunakan sebagai tepung campuran dalam pembuatan bakso, siomay, atau kue basah. Fungsi penambahan tepung tapioka adalah untuk menambah kekenyalan makanan. Tepung tapioka yang

bebas gluten merupakan pilihan tepung yang lebih cocok terutama untuk orang yang memiliki intoleransi gluten (Handoko, 2017). Tepung tapioka adalah sejenis amilum yang berasal dari amilum nabati yang disebut singkong (*Manihot esculenta*). Sebagian tanaman singkong ditanam di beberapa bagian Afrika, Asia, dan Amerika Selatan. Singkong dianggap sebagai tanaman penting karena singkonglah yang memasok kebutuhan kalori harian bagian jutaan orang di dunia. Tepung tapioka hampir seluruhnya merupakan karbohidrat yang mengandung sangat rendah semua jenis lemak, gula, serat, protein, natrium, dan vitamin atau mineral (Linda, 2007).



(Linda, 2018)

Gambar 1. Tepung singkong

Kehalusan tepung juga penting untuk menentukan tepung tapioka. Tepung tapioka yang baik adalah tepung yang tidak menggumpal dan memiliki kehalusan yang baik. Dalam SNI tidak dipersyaratkan mengenai kehalusan tepung tapioka. Salah satu institusi yang mensyaratkan kehalusan sebagai syarat mutu tepung tapioka adalah *The Tapioca Institute of America* (TIA), yang membagi tepung tapioka menjadi tiga kelas (*grade*) berdasarkan kehalusannya. Standar kehalusan tapioka menurut TIA dapat dilihat pada Tabel 1 berikut (Rahman, 2007);

Tabel 1. Standar kehalusan tepung tapioka

<i>Grade</i>	Lolos ayak (%)	Ukuran ayak (mesh)
A	99	140
B	99	80
C	95	60

(Rahman, 2007)

Tepung tapioka dibuat dengan mengekstrak bagian umbi singkong. Proses ekstraksi umbi kayu relatif mudah, karena kandungan protein dan lemaknya yang rendah. Jika proses pembuatannya dilakukan secara baik, amilum yang dihasilkan akan berwarna putih bersih (Moorthy, 2004). Tapioka (amilum ubi kayu) merupakan industri utama dari ubi kayu. Proses ekstraksi yang relatif mudah, sifat amilumnya yang unik dengan warna dan flavor netral menyebabkan tapioka banyak dimanfaatkan sebagai ingredien maupun aditif di industri pangan (Tonukari, 2004).

2.1.2 Tepung jagung

Menurut SNI 01-3727-1995, tepung jagung merupakan tepung yang diperoleh dengan cara penggilingan biji jagung (*Zea mays*) yang baik dan bersih (Gambar 2). Tahap awal dalam pembuatan tepung jagung adalah melakukan pemisahan kulit, endosperma, lembaga, dan *tip cap*. Bagian yang digunakan dalam pembuatan tepung adalah endosperma, sehingga bagian lain harus dipisahkan. Kulit mengandung serat yang tinggi sehingga dalam pembuatan tepung jagung kulit harus dipisahkan dari endosperma karena batas maksimal jumlah serat kasar dalam SNI 01-3727-1995 adalah 1,5%. Adanya butir hitam dalam jagung dapat mengkontaminasi produk sehingga akan menurunkan kualitas.

Modifikasi tepung jagung secara enzimatik menunjukkan perubahan fisiko-kimia dan fungsional. Perubahan yang terjadi antara lain kadar amilosa dan derajat polimerisasi mengalami penurunan sedangkan gula reduksi dan dekstrosa ekuivalen

mengalami kenaikan. Tekstur tepung termodifikasi lebih halus dibanding tepung aslinya dan memiliki sifat gelatinisasi yang berbeda (Aini dkk., 2016).



(Linda, 2018)

Gambar 2. Tepung jagung

Di luar negeri, pemanfaatan jagung amat beraneka macam, antara lain dibuat makanan kalengan, bahan baku pembuatan sirup, roti, dan lain-lain. Bidang industri seperti makanan ternak, jagung merupakan pencampur penting sumber karbohidrat dan nutrisi lain. Dalam industri makanan skala besar, jagung diolah menjadi produk amilum dan minyak jagung (*maizena*). Jagung selain merupakan sumber kalori juga pensuplai nutrisi untuk memperoleh keseimbangan gizi penduduk. Perbedaan kandungan gizi jagung kuning dengan jagung putih hanya pada nutrisi vitamin A. Kandungan gizi berbagai macam produk jagung dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut (Rukmana, 1997):

Tabel 2. Kandungan gizi berbagai macam produk jagung dalam 100 gram bahan

No.	Kandungan gizi	Banyaknya kandungan gizi dalam				
		JSK (Jagung Segar Kuning)	JKPB (Jagung Kuning Pipilan Baru)	JGK (Jagung Giling Kuning)	MZ (Meizena)	TK (Tepung Kuning)
1	Kalori (kal)	140,00	307,00	361,00	343,00	335,00
2	Protein (g)	4,70	7,90	8,70	0,30	9,20
3	Lemak (g)	1,20	3,40	4,50	0,00	3,90
4	Karbohidrat (g)	33,10	63,60	72,40	85,00	73,70
5	Kalsium (mg)	6,00	9,00	9,00	20,00	10,00
6	Fosfor (mg)	118,00	148,00	380,00	30,00	256,00
7	Zat besi (mg)	0,70	2,10	4,60	1,50	2,40
8	Vitamin A (SI)	435,00	440,00	350,00	0,00	510,00
9	Vitamin B1 (mg)	0,24	0,33	0,27	0,00	0,38
10	Vitamin C (mg)	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Air	60,00	24,00	13,10	14,00	12,00
12	Bagian yang dapat dimakan (%)	90,00	90,00	100,00	100,00	100,00

(Rukmana, 1997)

2.1.3 Tepung beras

Tepung beras merupakan produk utama dari beras yang digiling secara kering dan telah dimanfaatkan sebagai bahan industri makanan bayi, bihun, makroni, dan biskuit (Gambar 3). Selain itu tepung beras dapat digunakan untuk mengendalikan viskositas, pencoklatan, dan meningkatkan kerenyahan. Komponen terbesar dalam tepung beras adalah amilum 90%. Pada bagian lainnya adalah protein, lemak, serat kasar, abu dan air. Amilum dari tepung beras berwarna putih bersih dan tidak mempengaruhi flavor dari produk akhir serta memiliki ukuran partikel paling kecil 2-8 mikron bila dibandingkan dengan amilum komersial lainnya. Dengan ukuran partikel granular yang kecil ini menyebabkan konsentrasi partikel

dan luas permukaannya menjadi lebih besar, sehingga kemampuannya untuk menyerap produk seperti flavor dan pengemulsi juga lebih besar (Yuwono, 2015).



(Linda, 2018)

Gambar 3. Tepung beras

Sebagian besar butir beras terdiri dari amilum, yaitu zat hidrat arang yang tersusun dari unit-unit glukosa, dan tersusun atas dua komponen amilum yaitu amilosa dan amilopektin dengan kadar amilosa lebih tinggi dibanding amilopektinnya pada beras biasa selain beras ketan. Perbandingan jumlah amilosa dan amilopektin dalam beras menentukan tingkat kepulennya. Pada prinsipnya semakin tinggi kandungan amilopektinnya, maka beras tersebut semakin pulen atau lekat. Tepung beras (Gambar 3) diperoleh dengan menggiling atau menumbuk beras yang telah direndam sebentar dalam air. Tepung yang dibuat dari beras yang digiling atau dihaluskan akan berwarna putih, dan bila diraba dengan jari akan terasa lebih lembut dan halus dibandingkan dengan tepung kentang (Garjito, 2013b).

Karakteristik gel dari amilum tepung beras ini merupakan terbentuknya gel yang lembut sehingga dapat digunakan secara luas sebagai pengganti lemak dalam produk pangan. Perbandingan tertentu dari amilosa dan amilopektin dalam tepung beras dapat mempengaruhi tekstur dan cita rasa. Kisaran temperatur gelatinisasi amilum beras adalah 68-78°C. Berikut komposisi tepung beras per

100 gram bahan (Yuwono, 2015). Komposisi pada tepung beras dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Komposisi tepung beras

Nutrisi	Nilai
Air (g)	11,89
Energi (kkal)	366
Protein (g)	5,5
Total lemak (g)	1,2
Karbohidrat (g)	80,13
Serat (g)	2,4
Amplas (g)	0,61

(Yuwono, 2015)

2.1.4 Tepung ketan putih

Beras ketan (*Oryza sativa* L var. Glutinosa) banyak terdapat di Indonesia dengan jumlah produksi sekitar 42.000 ton pertahun. Ketan (atau beras ketan) memiliki ciri yaitu tidak transparan, berbau khas, seluruh atau hampir seluruh amilumnya merupakan amilopektin. Ketan hampir sepenuhnya didominasi oleh amilopektin sehingga sangat lekat. Beras ketan putih di Indonesia cukup melimpah dan produktivitasnya tiap tahun pun meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik diketahui bahwa pada tahun 2008 sampai tahun 2012, jumlah ketersediaan beras meningkat dari 60.325.925 ton menjadi 69.056.126 ton. Permintaan beras ketan banyak terdapat pada sektor makanan ringan seperti kue, opak dan makanan lainnya (Larasati, 2016).

Tepung ketan merupakan tepung yang terbuat dari beras ketan hitam atau putih, dengan cara digiling/ditumbuk/dihaluskan (Gambar 4). Tepung ketan putih teksturnya mirip tepung beras, tetapi bila diraba tepung ketan akan terasa lebih berat melekat. Untuk membedakan dengan tepung beras, larutkan dengan sedikit air. Larutan tepung beras akan lebih encer sedangkan larutan tepung ketan akan lebih kental. Hal ini disebabkan tepung ketan lebih banyak mengandung amilum yang berperekat (Larasati, 2016).

Tepung beras ketan diperoleh dari hasil penggilingan beras ketan yang kemudian diayak dengan kehalusan 200 mesh. Beras ketan merupakan salah satu varietas *Oryza sativa* L. golongan glutinous rice. Beras ketan ini memiliki kandungan amilum yang tinggi, dengan kadar amilosa 1-2% dengan kadar amilopektin 98-99%, semakin tinggi kandungan amilopektinnya semakin lekat sifat berat tersebut (Winarno, 2008).



(Linda, 2018)

Gambar 4. Tepung beras ketan

Tepung beras ketan (Gambar 4) mengandung zat gizi yang cukup tinggi yaitu karbohidrat 80%, lemak 4%, dan air 10%. Amilum beras ketan putih mengandung amilosa sebesar 1% dan amilopektin sebesar 99%. Kadar amilopektin yang tinggi menyebabkan tepung beras ketan putih sangat mudah mengalami gelatinisasi bila ditambahkan dengan air dan memperoleh perlakuan pemanasan. Hal ini terjadi karena adanya pengikatan hidrogen dan molekul-molekul tepung beras ketan putih (gel) bersifat kental (Larasati, 2016).

2.1.5 Tepung kentang

Tepung kentang adalah produk kentang olahan komersial tertua. Tepung kentang merupakan bahan baku yang sangat serbaguna yang dapat digunakan dalam beberapa produk makanan olahan. Tepung kentang diproduksi dalam jumlah besar di Amerika Serikat dan

beberapa negara Eropa. Kentang telah lama dikenal sebagai makanan ragi yang sangat baik karena terdapat sejumlah mineral yang cukup seperti kalium, magnesium, dan fosfor yang diperlukan untuk fermentasi yang kuat. Konstituen kentang memiliki kemampuan unik untuk merangsang pertumbuhan sel ragi dan mengaktifkan fermentasi gula. Tepung kentang juga dikatakan dapat memberikan rasa yang khas, mengurangi pengencangan produk dan staling, serta membantu dalam produk ragi. Di negara-negara seperti India, Pakistan, Turki, dan Arab Saudi, tepung terigu digunakan untuk membuat roti biasa. Penambahan tepung kentang dalam jumlah yang sedikit pada tepung terigu bermanfaat untuk meningkatkan kualitas roti datar di India, Pakistan, dan Arab Saudi. Di India, roti biasa dikenal sebagai "chaamilum," "naan," atau "paratta" (Preedy dkk., 2011).

Sifat fisikokimia dari tepung yang terbuat dari kentang memiliki variasi dalam genotipe dan metode persiapan. Tepung dari umbi rebus (*gelatinized*) menunjukkan penyerapan air yang lebih tinggi dan gula total pereduksi dibandingkan dengan tepung yang dibuat dari umbi mentah (*ungelatinized*). Karakteristik fisik tepung kentang yang terbuat dari enam kultivar kentang dan mengamati korelasi positif yang signifikan antara penyerapan air dan indeks ukuran partikel. Kandungan amilosa tepung kentang berkisar 9,1-10,8%. Perbedaan kultivar yang signifikan diamati, dengan tepung Kufri Jyoti yang menunjukkan kandungan amilosa tertinggi dan tepung Kufri Pukhraj yang terendah. Indeks penyerapan air (WAI) juga lebih tinggi untuk tepung Kufri Jyoti (6,6) dan terendah untuk tepung Kufri Pukhraj (5,6). Tepung kentang dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi menunjukkan indeks WAI dan kelarutan air yang lebih tinggi. Sifat fisikokimia dari tepung yang terbuat dari enam kultivar kentang dengan menemukan kerapatan curah, kadar abu, dan kandungan amilosa masing-masing 0,77-0,92 g / ml, 2,98-4,08%, dan 5,9-8,88% (Preedy dkk., 2011).

Tepung kentang dibuat dari ekstrak amilum kentang dan teksturnya sangat halus. Tepung kentang banyak dijadikan pilihan untuk campuran berbagai bahan makanan karena rendah lemak. Saat dicampurkan dengan adonan cair, juga lebih mudah larut dan tidak memiliki rasa yang aneh. Tepung kentang banyak diolah menjadi campuran kue dan biskuit karena tidak mengubah rasa dan warna

(PT, Markaindo Selaras, 2015). Komposisi pada tepung kentang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Komposisi tepung kentang

Potato Flour				
Moisture (%)	7.6 ^a	7.4 ^b	10.0 ^c	—
Carbohydrate (g)	79.9	79.0	78.4	87.3 ^d
Crude fiber (g)	1.6	1.6	2.9	1.3
Crude protein (g)	8.0	7.6	3.9	8.1
Fat (g)	0.8	1.0	1.3	—
Ascorbic acid (mg)	19	—	—	—
Thiamin (mg)	0.4	—	—	—
Riboflavin (mg)	0.1	—	—	—
Niacin (mg)	3.4	—	—	—
Ash (g)	3.7	3.3	3.3	2.5
Calcium (mg)	33	34.3	—	—
Phosphorus (mg)	178	176	—	—
Iron (mg)	17.2	13.9	—	—
Sodium (mg)	—	41.3	—	—
Potassium (mg)	—	1373	—	—

(Preedy dkk., 2011)

2.2 Singkong

Ubi kayu/singkong merupakan bahan baku tepung tapioka, yang diperoleh dengan cara mengekstrak sebagian umbi dan memisahkan amilumnya. Dalam sistematika tumbuhan, tanaman singkong diklasifikasikan sebagai berikut (Suprapti, 2005):

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot utilisima</i>

Warna umbi singkong yaitu putih tulang atau putih bersih dan kekuningan. Singkong merupakan tanaman perdu yang serba guna. Mulai dari akar, batang, daun, sampai umbinya sangat berguna, biasanya dari satu pohon dapat menghasilkan 5-10 umbi, bahkan jika perawatannya bagus akan menghasilkan hasil yang lebih banyak lagi seperti pada Gambar 5. Daunnya berbentuk menjari dengan diameter antara 5-9 cm. Daunnya banyak mengandung protein. Selain dimasak

sebagai sayuran atau untuk lalapan, daun singkong sangat bagus pula untuk pakan ternak. Akar dan pohonnya dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan bisa digunakan sebagai hiasan pagar hidup yang indah. Sementara umbinya dapat dibuat tepung tapioka, bermacam-macam bahan olahan kudapan, dan beragam jenis kue-kue lezat lainnya (Ismiatun, 2007).



(Suprapti, 2005)

Gambar 5. Umbi singkong

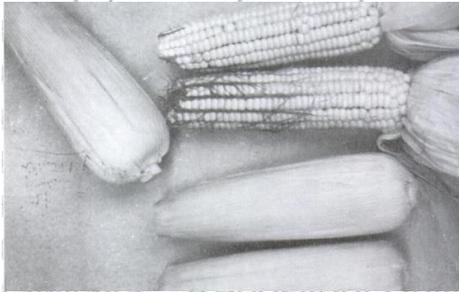
2.3 Jagung

Jagung merupakan anggota Familia Gramineae. Siklus hidup tanaman jagung adalah tanaman semusim, berpenampilan tegak, termasuk tumbuhan semak, dan menghasilkan biji pada tongkol. Tanaman jagung relatif mudah dibudidayakan dan dapat tumbuh di semua jenis tanah kecuali tanah liat dan pasir. Dalam taksonomi tumbuhan kedudukan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut (Aini, 2013):

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Classis : Monocotyledoneae
Ordo : Poales
Familia : Poaceae
Genus : *Zea*
Species : *Zea mays* L.

Susunan tubuh tanaman jagung terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah. Buah terdiri dari tongkol, biji, dan daun pembungkus (klobot) seperti pada Gambar 6. Produksi utama usaha tani tanaman jagung adalah biji. Biji jagung memiliki bentuk, warna,

dan kandungan endosperm yang bervariasi, tergantung pada jenisnya. Pada umumnya, biji jagung tersusun dalam barisan yang melekat secara lurus atau berkelok-kelok dan berjumlah antara 8-20 baris biji. Menurut Muchtadi dkk. (2010) sifat fisik biji jagung yaitu panjang 8-17 mm, lebar 5-15 mm, berat 285 mg/biji dan densitas kamba 745 kg/m³. Densitas kamba merupakan masa partikel satu per unit volume tempat tertentu yang ditentukan dengan menimbang wadah dengan volume yang diketahui yaitu dengan membagi berat bersih bubuk dengan volume wadah. Densitas kamba merupakan salah satu sifat fisik penting pada tepung sereal, diantaranya tepung jagung karena memainkan peran dalam penyimpanan, transportasi dan pemasaran (Aini, 2013).



(Rukmana, 1997)

Gambar 6. Buah dan biji jagung

Jagung terdiri dari empat bagian pokok yaitu kulit (*perikarp*), *tipcap*, *germ*, dan endosperma. *Perikarp* merupakan lapisan terluar yang menyelimuti biji jagung, berfungsi sebagai pelindung endosperma dan bakal benih dari fisik serta serangan serangga, menahan air dan mengurangi proses penguapan air dari biji selama penyimpanan. *Tipcap* merupakan bagian tempat menempelnya biji pada tongkol jagung di mana jalur makanan dan air untuk biji. *Endosperm* merupakan bagian terbesar dari biji jagung, yaitu sekitar 85% hampir seluruhnya terdiri atas karbohidrat dari bagian lunak dan bagian yang keras. Amilum endosperm tersusun dari senyawa anhidroglukosa yang sebagian besar terdiri dari dua molekul yaitu amilosa dan amilopektin (Aini, 2013).

2.4 Padi

Tanaman padi merupakan Tanaman budidaya yang sangat penting bagi umat manusia karena lebih dari setengah penduduk dunia tergantung pada tanaman ini sebagai sumber pangan. Spesies yang dibudidayakan oleh petani umumnya yaitu spesies *Oriza sativa* L. Tanaman padi termasuk dalam Divisio *Spermatophyta*, Classis *Monocotyledoneae*, Ordo *Glumeflorae*, Familia *Gramineae*, Genus *Oriza*, dan spesies *Oryza sativa*. Bulir gabah yang sudah dikupas kulitnya dinamakan dengan beras. Bagian tersebut sudah dapat dimasak dan dikonsumsi. Warna beras pada umumnya putih, tetapi ada juga varietas tertentu yang menghasilkan bulir beras berwarna hitam, merah, coklat, kuning tua, dan ungu. Perbedaan warna dari masing-masing beras tersebut terjadi karena adanya faktor genetik yang dimiliki oleh masing-masing varietas tanaman padi tersebut (Gambar 7). Masing-masing beras tersebut memiliki rasa, sifat pulen, perah, dan khasiat yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kandungan amilum, serat, antosianin, protein, vitamin, fenolat, lignin, dan lain-lain (Utama, 2015).



(Danhi, 2019)

Gambar 7. Beberapa jenis bulir beras dan nasi berwarna warni sesuai dengan kandungannya

Beras memiliki kandungan gizi yang terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, air, besi, magnesium, fosfor, potasium, vitamin B1, B2, B3, B6, B9 dan serat. Kandungan gizi dari setiap jenis beras sangat bervariasi. Perbedaan kandungan gizinya terletak pada kadar protein, besi dan serat. Keunggulan beras dibandingkan dengan

sumber bahan pangan lainnya yaitu dari kandungan karbohidrat dan energi yang dihasilkan jauh lebih tinggi (Utama, 2015).

Beras ketan memiliki nilai gizi yang sama dengan beras yang dibuat untuk nasi. Akan tetapi beras ketan biasanya sering dibuat macam-macam jenis makanan seperti lepet, wajit, lupis dan lain-lain. Beras ketan biasanya dibuat untuk membuat makanan atau kue-kue basah yang banyak disukai konsumen (Hanifa, 2006). Beras ketan berbeda dengan beras biasa yang diperoleh dari tanaman padi. Bentuknya hampir sama, tetapi umur tanamannya lebih lama dibandingkan dengan tanaman padi. Selain itu, beras ketan rasanya lebih pulen (melekat) daripada beras biasa. Oleh sebab itu, beras ketan umumnya sering dijadikan bahan untuk membuat kue (Rasyid, 2004).

2.5 Kentang

Kentang merupakan tanaman dikotil yang bersifat semusim, termasuk Familia Solanaceae, dan memiliki umbi batang yang dapat dimakan. Tanaman kentang berbentuk semak atau herba. Batangnya berada diatas permukaan tanah, ada yang berwarna hijau, kemerah-merahan, atau ungu tua. Bagian bawah batangnya bisa berkayu sedangkan batang tanaman muda tidak berkayu sehingga tidak terlalu kuat dan mudah patah. Berikut klasifikasi tentang kentang (Setiadi, 2009):

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Species	: <i>Solanum tuberosum</i> L.

Kentang merupakan tanaman semusim yang bersifat menyemak dan menjalar. Tanaman yang berasal dari biji akan menghasilkan satu batang utama, sedangkan yang berasal dari umbi akan menghasilkan lebih dari satu batang utama. Akarnya memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar berwarna keputihan, halus dan berukuran sangat kecil. Dari akar-akar ini ada akar yang akan

berubah bentuk dan fungsinya menjadi bakal umbi (stolon) dan akhirnya menjadi umbi seperti pada Gambar 8 (Setiadi, 2009).



(Setiadi, 2009)

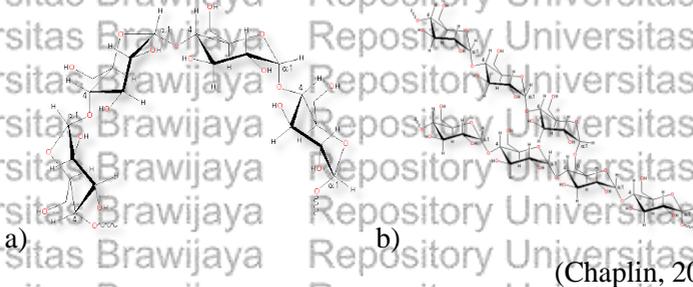
Gambar 8. Kentang

Daun majemuk kentang mempunyai tunas ketiak yang dapat berkembang menjadi cabang sekunder, dengan sistem percabangan simpodial. Bunga kentang memiliki jenis kelamin dua (bunga sempurna), ukurannya kecil sekitar 3 cm, berwarna putih kekuningan atau ungu kemerahan, tumbuh di ketiak daun teratas. Daun kelopak, daun mahkota, dan benang sari masing-masing berjumlah lima buah dengan satu buah putik yang mempunyai sebuah bakal buah yang berongga dua buah (*locule*). Daun mahkota berbentuk terompet yang pada ujungnya berbentuk bintang (Setiadi, 2009).

2.6 Deskripsi Amilum

Amilum yang dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai zat amilum atau zat tepung, yang merupakan suatu glukosa dan cadangan persediaan makanan bagi tanaman. Dalam tanaman, amilum terutama terdapat pada akar, umbi, atau biji tanaman. Poliosa ini merupakan sumber kalori yang sangat penting untuk tumbuh, karena sebagian besar karbohidrat dalam makanan terdapat dalam bentuk amilum. Rasa amilum tidak manis dan terbentuk dalam proses asimilasi dalam tanaman. Tanaman yang banyak mengandung amilum antara lain umbi, kayu, kentang, sagu, dan jenis gandum (Sumardjo, 2009). Amilum terdiri dari dua fraksi yang dapat

dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa sebanyak 4-5% dari berat total (Gambar 9). Peranan perbandingan amilosa dan amilopektin terlihat pada sereal, contohnya pada beras. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut. Beras ketan praktis tidak ada amilosanya (1-2%), sedang beras yang mengandung amilosa lebih besar dari 2% disebut beras biasa atau beras bukan ketan (Winarno, 2008).

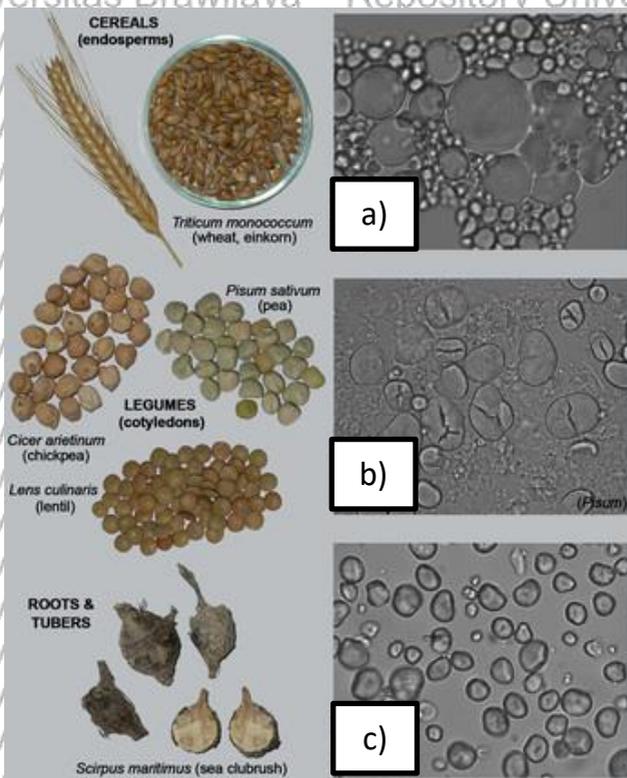


(Chaplin, 2018)

Gambar 9. Representasi bagian struktur amilum a) Struktur amilosa
b) Struktur amilopektin

Amilum dapat ditemukan dalam semua organ tanaman tingkat tinggi seperti polen, daun, batang, jaringan kayu, akar, umbi, buah, bunga, kotiledon, embrio, dan endosperma dalam biji. Sumber penting amilum ditemukan pada padi-padian (60-75%), kacang-kacangan (30-70%), dan umbi-umbian (65-80%). Amilum menjadi target industri di negara Amerika, Eropa, dan Jepang ; bahkan amilum menjadi biomasa terbesar setelah selulosa (Anil, 2006).

Molekul amilosa dan amilopektin dalam amilum alami, membentuk suatu susunan yang terorganisasi dalam suatu bentuk granula. Kekompakan dan bentuk granula yang berbeda-beda tergantung penyusunannya selama proses metabolisme tanaman. Granula amilum dapat berbentuk bulat, bulat lonjong, oval, atau bentuk yang tidak beraturan (Gambar 10). Ukuran granula oati juga umumnya antara 1-100 mikrometer. Karakteristik ini dipengaruhi oleh jenis tanaman, kondisi lingkungan, kandungan mineral tanah dan pemeliharaan tanaman.

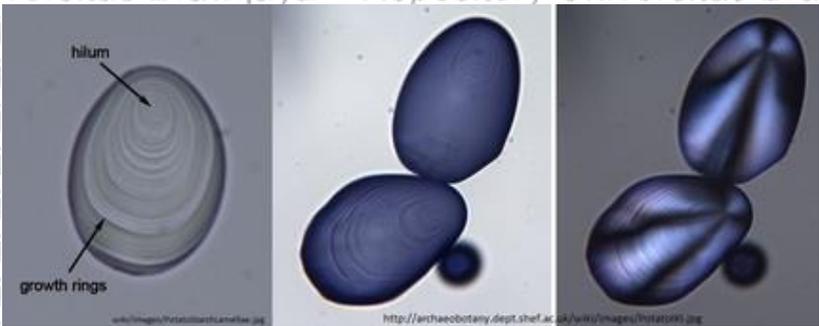


(Cagnato, 2016)

Gambar 10. Bentuk butir amilum a) Sereal b) Polong-polongan
c) Akar dan umbi

Butir amilum jika dilihat dengan mikroskop cahaya terpolarisasi tampak terang. Posisi hilum, bentuk, dan ukuran butir, maupun penampilannya sebagai amilum tunggal atau amilum majemuk memungkinkan untuk mengenali spesies tumbuhan dengan melihat tepungnya. Amilum tunggal atau *monoadelf* merupakan butir amilum yang mempunyai sebuah hilum yang dikelilingi oleh lamela, misalnya pada ubi jalar, ganyong, dan garut. Amilum setengah majemuk atau *diadelf* merupakan butir amilum yang mempunyai lebih dari satu hilum yang masing-masing dikelilingi oleh lamela, dan di luarnya dikelilingi oleh lamela bersama seperti pada ubi kentang (Gambar 11). Amilum majemuk atau *poliadelf* merupakan

butir amilum yang mempunyai lebih dari satu hilum, masing-masing dikelilingi oleh lamela, dan di luarnya tidak dikelilingi oleh lamela bersama seperti pada butir amilum padi (Mulyani, 2006).



(Cagnato, 2016)

Gambar 11. Morfologi butir amilum pada kentang

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian perbandingan struktur butir amilum dan analisis data dilaksanakan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya pada Januari 2019 – September 2019.

3.2 Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil terdiri dari dua jenis yang berbeda yaitu tepung buatan pabrik dan sampel segar yang diolah menjadi tepung buatan sendiri. Pengambilan tepung buatan pabrik yaitu membeli di beberapa pasar tradisional atau toko terdekat. Pengambilan sampel segar dilakukan dengan cara survei di beberapa tempat lokasi seperti sawah, ladang dan kebun. Umbi-umbian lokal diambil di area tertentu sedangkan padi, jagung, dan kentang diharapkan bisa didapat langsung dari sawah dengan meminta izin kepada pemiliknya atau dapat membeli di pasar terdekat. Masing-masing sampel kemudian dibungkus dengan menggunakan plastik dan sampel segar diberi label. Kemudian diletakkan pada box khusus dan dibawa ke laboratorium.

Sampel yang digunakan yaitu lima jenis tepung dan lima jenis sampel segar yang akan dijadikan tepung olahan. Tepung yang digunakan terdiri dari tepung Tapioka, Beras putih, Ketan putih dari “Rose Brand”, tepung jagung dari “Hawai in harves”, dan tepung Kentang dari “Mr. Food”. Umbi dan sereal segar yang digunakan terdiri dari singkong, beras, ketan, jagung dan kentang. Pada sampel akan diamati karakter morfologi dan struktur butir amilunnya. Sampel segar akan dibuat tiga irisan yang dipilih dari bagian tengah. Masing-masing sampel disertai tiga kali ulangan dengan tiga bidang pandang yang berbeda sehingga menghasilkan total 135 data preparat yang diamati keragaman struktur butir amilum dan kerapatan yang mengandung butir amilum.

3.3 Pengamatan Struktur Butir Amilum

Masing-masing sampel akan dihasilkan tiga preparat sebagai uji untuk mengetahui bentuk struktur butir amilum. Untuk mengetahui bentuk atau struktur butir amilum pada masing-masing sampel dilakukan dengan menggunakan larutan lugol. Tahapan pengamatan sampel segar dibersihkan, kemudian diambil bagian tengah menggunakan *corkbore* atau *cutter*. Potongan silinder sampel diiris dengan *clamp on hand microtome*, kemudian diiris setebal $\pm 0,01$ cm sebanyak tiga irisan. Hasil sayatan kemudian diletakkan di atas *slide glass* yang kemudian ditetesi dengan lugol. Ditunggu beberapa menit dan ditutup dengan *cover glass* (Sari, 2014).

3.4 Pembuatan Tepung

Tahapan pembuatan tepung buatan sendiri yaitu sampel segar dikupas, dicuci dengan air bersih, kemudian diparut atau di blender sebanyak 100 g, dibuat ekstraksi dengan air (sampel segar: air = 1:3) sebanyak tiga kali, setelah itu ampas disaring menggunakan kain putih dan didapatkan cairan amilum. Cairan amilum diendapkan selama 6-12 jam. Kemudian limbah cair dikeringkan, setelah kering dilanjutkan dengan pemblenderan dan diayak sehingga didapatkan tepung hasil buatan sendiri. Setelah itu tepungbuatan sendiri dan tepung buatan pabrik diambil sedikit kemudian diletakkan di atas *slide glass*, ditetesi larutan lugol. Ditunggu beberapa menit dan ditutup dengan *cover glass* (Sari, 2014). Tepung buatan pabrik yang sudah didapat tidak dilakukan proses pembuatan tepung sehingga tepung yang didapatkan diambil sedikit kemudian diletakkan di atas *slide glass* kemudian ditetesi larutan lugol. Setelah ditunggu beberapa menit selanjutnya ditutup dengan *cover glass*.

Masing-masing sampel segar (umbi dan sereal) dan buatan pabrik diamati menggunakan mikroskop binokuler Olympus CX21 dengan perbesaran 400x untuk mengamati struktur butir amilum dengan tiga bidang pandang yang berbeda serta didokumentasikan menggunakan kamera. Karakter struktur butir amilum yang diamati adalah bentuk atau struktur, hilum dan lamela apabila terlihat. Butir amilum diukur berdasarkan dari sumbu terpanjang dengan menggunakan mikrometer okuler pada lensa mikroskop.

3.5 Menghitung Kerapatan yang Mengandung Butir Amilum

Pengirisan sampel segar digunakan untuk data pengamatan supaya dapat mengetahui hasil kerapatan yang mengandung butir amilum. Cara kerja untuk menghitung kerapatan yang mengandung butir amilum yaitu setelah diamati dengan mikroskop binokuler Olympus CX21 pada perbesaran 400x dan dihitung masing-masing 15 preparat dengan tiga bidang pandang yang berbeda. Kerapatan butir amilum dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Novita, 2013):

$$\text{Kerapatan amilum} = \frac{\Sigma \text{ total butir amilum } / n}{\text{luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

n = jumlah bidang pandang per preparat

3.6 Analisis Data

Data yang didapat berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa gambar struktur dan bentuk butir amilum yang dijabarkan secara deskriptif. Data kuantitatif berupa ukuran dan kerapatan butir amilum yang selanjutnya diuji varian (ANOVA) untuk mengetahui perbedaannya. Sebelum dilakukan uji ANOVA akan dilakukan uji normalitas data dan homogenitas varians dengan program SPSS ver. 16.0.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bentuk dan Keragaman Struktur Butir Amilum pada Tepung Buatan Pabrik dan Buatan Sendiri

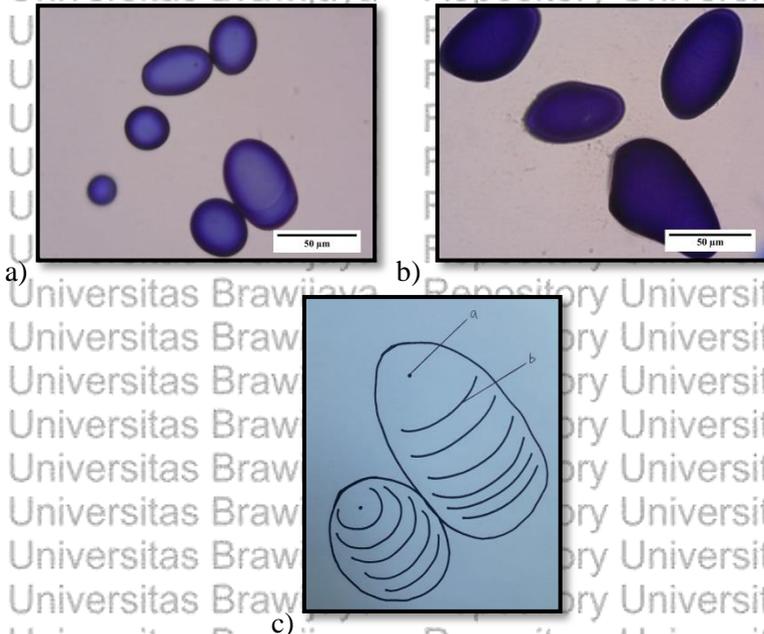
4.1.1 Tepung kentang

Tepung kentang buatan sendiri memiliki bentuk amilum yang berbeda dengan jenis yang lainnya. Bentuk amilumnya lonjong dan juga terdapat lonjong yang tak beraturan (Gambar 12a-c). Rata-rata ukuran berdasarkan sumbu panjang butir amilum kentang mencapai $44,5 \pm 24,7 \mu\text{m}$ dengan dikategorikan butir amilum yang berukuran besar. Tepung kentang buatan pabrik memiliki kesamaan dalam bentuk. Ukuran butir amilumnya termasuk besar dengan rata-rata sekitar $39,8 \pm 22,6 \mu\text{m}$. Bentuk amilum kentang selain lonjong juga mempunyai variasi yang mirip seperti kipas maupun cangkang kerang. Hilum pada amilum kentang terdapat di bagian ujung dengan dikelilingi lamella.

Butir amilum pada kentang rata-rata berukuran lebih besar dan butiran amilum beras berukuran sangat kecil. Ukuran butir amilum merupakan faktor penting untuk menentukan tekstur pasta yang dihasilkan dalam buatan pabrik makanan (Semeijn, 2018). Amilum kentang pada umumnya memiliki beberapa sifat unik yang dapat dibandingkan dengan amilum sereal. Amilum kentang termasuk dalam kategori pola kristal tipe-B yang menunjukkan bahwa hanya cabang-cabang kecil yang tersebar ke lamela kristal pada amilum kentang. Kelompok amilopektin kentang relatif lebih kecil dan terdiri dari 5 – 20 rantai pendek (Bertoft dkk, 2016).

Umbi-umbian merupakan komoditas yang banyak mengandung amilum dan menjadi salah satu sumber pangan utama. Kentang banyak diekstrak amilumnya dengan proses yang sederhana karena amilumnya bebas di dalam sel umbi dan hanya terikat pada membran (*amyloplast membran*). Amilum diekstrak dari kentang tinggi kemurniannya karena kandungan protein dan lemak rendah. Amilum kentang tersusun dari 20-30% amilosa dan sisanya adalah amilopektin. Proses gelatinisasi amilum kentang menghasilkan pasta dengan viskositas yang tinggi sebanding dengan amilum ubi kayu. Amilum dari jenis umbi lainnya memiliki karakteristik yang serupa

yaitu kandungan amilopektin yang jauh lebih besar dibandingkan amilosanya sehingga menghasilkan pasta dengan konsentrasi kental (Putri & Zubaidah, 2017).



Gambar 12. Amilum tepung kentang a) buatan pabrik b) buatan sendiri c) sketsa gambar butir amilum kentang

Keterangan:

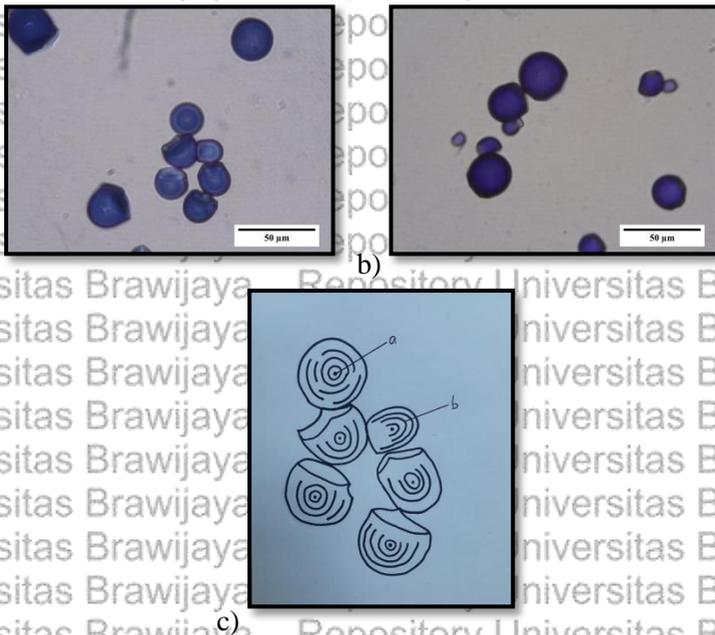
a: Hilum

b: Lamela

4.1.2 Tepung singkong

Tepung singkong buatan sendiri dan buatan pabrik memiliki bentuk butir amilum yang sama yaitu bulat, terbelah dan bulat telur. Ukuran butir amilum tepung singkong buatan sendiri dan pabrik rata-rata sekitar $16 \pm 7,4 \mu\text{m}$ dan $16 \pm 7,3 \mu\text{m}$ sehingga ukuran amilumnya tidak jauh berbeda. Lamela pada setiap jenis tepung singkong belum bisa terlihat secara jelas pada perbesaran 400x, di bagian dalam butir amilum terdapat lamela yang mengelilingi hilum.

Lamela singkong termasuk lamela konsentris yang terletak di tengah amilum. Berikut dapat dilihat bentuk dari butir amilum tepung singkong buatan pabrik dan buatan sendiri pada Gambar 13a-c.



Gambar 13. Amilum tepung singkong a) buatan pabrik b) buatan sendiri c) sketsa gambar butir amilum singkong

Keterangan:

a: Hilum

b: Lamela

Pemindaian mikroskop elektron menunjukkan bentuk butiran yang secara khas turun temurun dari beberapa bentuk dimulai dari bentuk seperti kapsul yang terpotong, oval ke poligonal dan bulat. Morfologi permukaan yang berbeda diamati pada butiran yang berbeda dan berkisar dari beberapa permukaan kasar hingga butiran permukaan yang dominan halus. Sebagian butir amilum memiliki permukaan yang berpori maupun bercelah. Hal tersebut sangat penting dalam proses hidrolisis amilum karena membantu pelepasan

amilosa dalam sifat larutan amilum, permukaan atas butiran terpotong biasanya berbentuk cembung. Ukuran butir amilum memiliki tiga kisaran, yaitu butiran kecil dengan kisaran yang dimulai dari 2-6 μm , butiran yang berukuran menengah dimulai dari 7-12 μm dan butiran yang berukuran besar dimulai dari 13-20 μm . Masing-masing tiga kisaran dapat dikaitkan dengan waktu panen dan kondisi pertumbuhan singkong. Butiran amilum yang diperoleh dari tanaman yang ditanam pada musim kemarau memiliki butiran yang lebih kecil (Nuwamanya dkk., 2010).

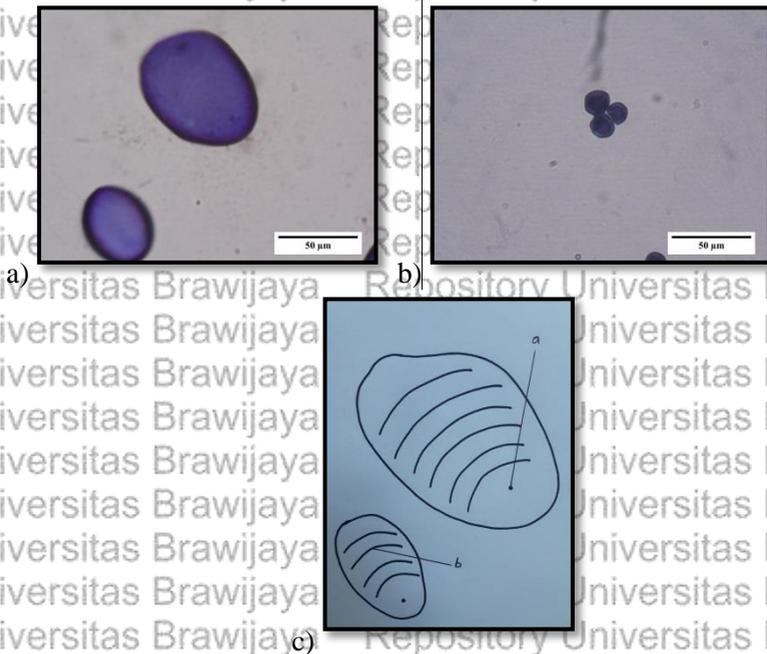
Butiran amilum dari penyimpanan akar hasil singkong transgenik dilihat dengan pemindaian mikroskop elektron menunjukkan bahwa bentuknya tidak teratur, poligonal, bulat dan bulat telur (Wang dkk., 2018). Menurut Dini dkk. (2014) tanaman singkong dalam pembagian ukuran butir amilum tergantung dari fase panen. Demikian juga karakter, ukuran serta permukaan granula merupakan karakteristik fisik sederhana yang berdampak pada fungsional amilum.

4.1.3 Tepung jagung

Tepung jagung buatan sendiri bentuk dan ukuran amilumnya berbeda dengan tepung jagung buatan pabrik. Tepung buatan pabriknya terdapat ukuran butir amilum yang lebih besar sekitar $33,8 \pm 17,3 \mu\text{m}$, ukuran tersebut hampir sama dengan ukuran butir amilum dari tepung kentang. Bentuk amilum tepung buatan pabrik juga jauh berbeda yaitu lonjong/elips, elips terpotong, dan tak beraturan. Tepung buatan sendiri memiliki ukuran butir amilumnya lebih kecil sekitar $9 \pm 4,3 \mu\text{m}$ dengan bentuk bulat, elips terpotong, dan tak beraturan.

Pada mikroskop perbesaran $400\times$ letak hilum tepung jagung buatan pabrik terlihat di bagian ujung amilum yang biasanya diikuti oleh lamela. Tepung jagung buatan sendiri belum diketahui letak hilum maupun lamelanya. Bentuknya yang berukuran lebih kecil sehingga pada perbesaran $400\times$ hilum dan lamela susah dilihat lebih jelas (Gambar 14a-c.). Berdasarkan dari hasil penelitian diketahui bahwasanya bentuk amilum dari tepung buatan sendiri dan tepung buatan pabrik terdapat perbedaan. Jagung yang digunakan sebagai tepung buatan sendiri merupakan jagung manis (*Zea mays*) yang menghasilkan butir amilum berukuran kecil. Tepung buatan pabrik

belum diketahui secara langsung jenis jagung yang digunakan sehingga kemungkinan besar jagung yang digunakan bukan termasuk dalam jenis jagung manis.



Gambar 14. Amilum tepung jagung a) buatan pabrik b) buatan sendiri c) sketsa gambar butir amilum jagung

Keterangan:

a: Hilum

b: Lamela

Butir amilum jagung yang berasal dari tanaman tunggal memiliki keragaman bentuk. Beberapa karakter amilum yang terdapat di bagian tepung jagung kernel bentuknya hampir bulat, sedangkan jagung jenis yang lain ketika diamati menggunakan mikroskop cahaya bentuknya lebih beragam dan bersudut atau bisa disebut dengan poligon. Ukuran amilum sekitar 2 – 30 µm dan biasanya bergranul. Terdiri dari molekul amilopektin yang tersusun secara radial. Ketika granulnya diberi air, maka akan menyerap air

kemudian bentuknya pun akan berubah menjadi lebih bulat. (Bemiller, 2019).

4.1.4 Tepung beras putih

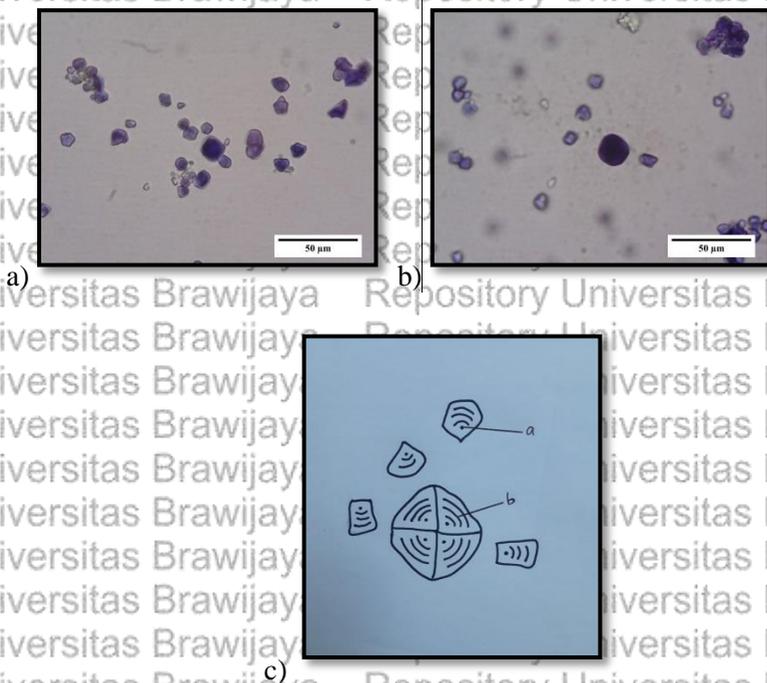
Tepung beras putih buatan pabrik dan buatan sendiri ukuran serta bentuk tidak berbeda jauh. Bentuk amilumnya yaitu tidak beraturan/poligonal yang berkumpul dalam satu kelompok amilum. Ukuran rata-rata butir amilum tepung beras buatan pabrik sekitar $6 \pm 2,6 \mu\text{m}$ dan tepung beras buatan sendiri sekitar $5,6 \pm 1,6 \mu\text{m}$. Lamela serta hilum yang merupakan bagian dari butir amilum pada tepung beras belum bisa dilihat dengan jelas di mikroskop. Ketika diamati dengan perbesaran $400\times$ ukuran butir amilumnya sangat kecil sehingga akan cepat tersebar dan menghasilkan hasil pengamatan yang buram.

Menurut Kartasapoetra (1991) butir tepung dilihat dari susunannya akan membagi menjadi tiga bagian yaitu butir tepung monodelph, diadelph, dan polyadelph. Butir tepung monodelph merupakan butir tepung yang hilusnya terdiri hanya satu dengan lamela-lamela yang tetap mengelilinginya. Sebagai contoh butir tepung pada jenis ketela rambat, ketela pohon, dan lain-lain. Butir tepung diadelph menurut para ahli telah menemukan dua hilus, yang masing-masing hilus dikelilingi pula lamela-lamela sendiri, masing-masing lamela juga dikelilingi dengan lamela lainnya sebagai contoh butir tepung pada kentang. Bagian butir tepung yang terakhir yaitu poliadelph yang ternyata banyak bagian-bagiannya terdiri dari banyak butiran-butiran tepung yang menjadi satu sebagai contoh pada beras *Oryza sativa* seperti sketsa pada Gambar 15a-c.

Butiran amilum beras berukuran kecil dari 2 – 4 μm , berbentuk poligonal dan majemuk (tergabung dalam satu kelompok) misalnya banyak butiran kecil yang dipadatkan menjadi satu. Secara komposisi, amilum beras bervariasi dari 0% amilosa hingga lebih dari 35% sehingga kisaran tersebut jauh lebih banyak atau lebih luas daripada yang ditemukan di tepung gandum heksaploid. Beras berbeda dari gandum dan jagung yang banyak mengandung glutein (Corke, 2004).

Butir amilum beras merupakan amilum paling kecil yang diketahui terletak di dalam biji-bijian sereal dengan ukuran sekitar 3 sampai 8 μm . Variasi ukuran granula amilum antara berbagai genotif

padi dapat dibandingkan dengan variasi lainnya. Seperti sekelompok varietas padi yang ditanam di india memiliki butiran amilum dari $2,4 \pm 5,4 \mu\text{m}$. Ukuran amilum dari beberapa jenis beras ketan berkisar antara $4,9$ hingga $5,7 \mu\text{m}$. Butiran amilum beras mempunyai permukaan yang halus namun bentuk sudutnya poligonal. Amilum dari beberapa mutan beras berbeda dalam ukuran dan bentuk jika dibandingkan dengan amilum dari beras biasa (Bao & Bergman 2004).



Gambar 15. Amilum tepung beras a) buatan pabrik b) buatan sendiri c) sketsa gambar butir amilum beras

Keterangan:

a: Hilum

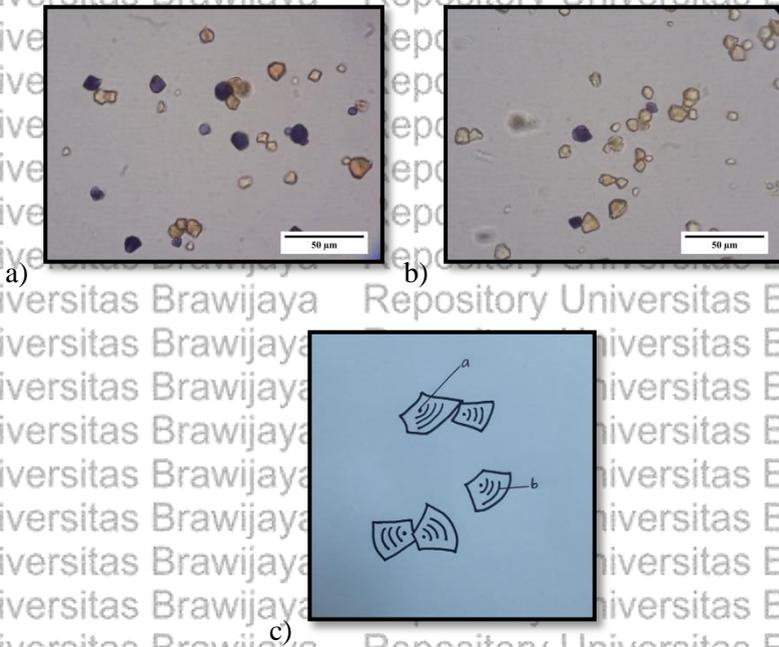
b: Lamela

4.1.5 Tepung ketan putih

Bentuk amilum pada tepung ketan buatan sendiri juga memiliki kesamaan dengan amilum tepung ketan buatan pabrik. Kesamaan dalam amilum tepung ketan tidak berbeda jauh dengan amilum pada tepung beras putih. Bentuk amilum ketan buatan sendiri dan buatan pabrik yaitu tak beraturan/poligonal. Ukuran butir amilum pada tepung buatan sendiri dan buatan pabrik ketan yaitu sekitar $7,5 \pm 2 \mu\text{m}$ dan $10 \pm 3,7 \mu\text{m}$. Tepung beras dan ketan amilumnya termasuk dalam kategori kecil. Lamela dan hilum pada amilum ketan juga belum bisa terlihat dengan jelas karena ukurannya yang sangat kecil dan mudah menyebar ketika diamati pada mikroskop perbesaran $400\times$ (Gambar 16a-c).

Jika dilihat dari persentase beras ketan memiliki kandungan pati yang tinggi dengan kadar amilosa mencapai 1 – 2% dengan kadar amilopektin sekitar 98-99%, semakin tinggi kandungan amilopektinnya maka akan semakin lengket atau melekat sifat berat tersebut (Winarno, 2008). Berbeda dengan jagung yang mempunyai beragam jenis amilum dimulai dari jenis amilosa dan amilopektin rendah hingga mencapai titik tinggi. Hal tersebut terdapat pada empat jenis golongan yang berbeda yaitu jagung normal yang mengandung 74 –76% amilopektin dan 24 – 26% amilosa, jagung jenis waxy yang mengandung 99% amilopektin, jagung jenis amilomaize yang mengandung 20% amilopektin dan 40 – 70% amilosa serta jagung manis yang mengandung 22,8% amilosa saja (Singh dkk., 2005).

Menurut Putri & Zubaidah (2017) masing-masing sumber amilum mempunyai kandungan amilosa dan amilopektin yang bervariasi. Misalnya amilum kentang mengandung 20% amilosa dan sisanya amilopektin. Amilum beras memiliki rasio amilosa dan amilopekti sekitar 20:80 serupa dengan kentang. Beras ketan hanya mengandung amilosa 2%. Amilum singkong mengandung 15 – 18% amilosa dibandingkan amilum gandum yang memiliki kadar amilosa yang cukup tinggi. Selain itu, amilum jagung memiliki berbagai macam variasi yang berbeda dimulai dari amilum jagung yang umum biasanya mengandung 25% amilosa, sedangkan amilum jagung ketan (*waxy corn*) hampir keseluruhannya mengandung amilopektin yang cukup tinggi. selain itu juga terdapat amilum jagung tinggi amilosa dengan kadar amilosa hampir mencapai 55 – 75%.



Gambar 16. Amilum tepung ketan a) buatan pabrik b) buatan sendiri
 c) sketsa gambar butir amilum ketan

Keterangan:

a: Hilum

b: Lamela

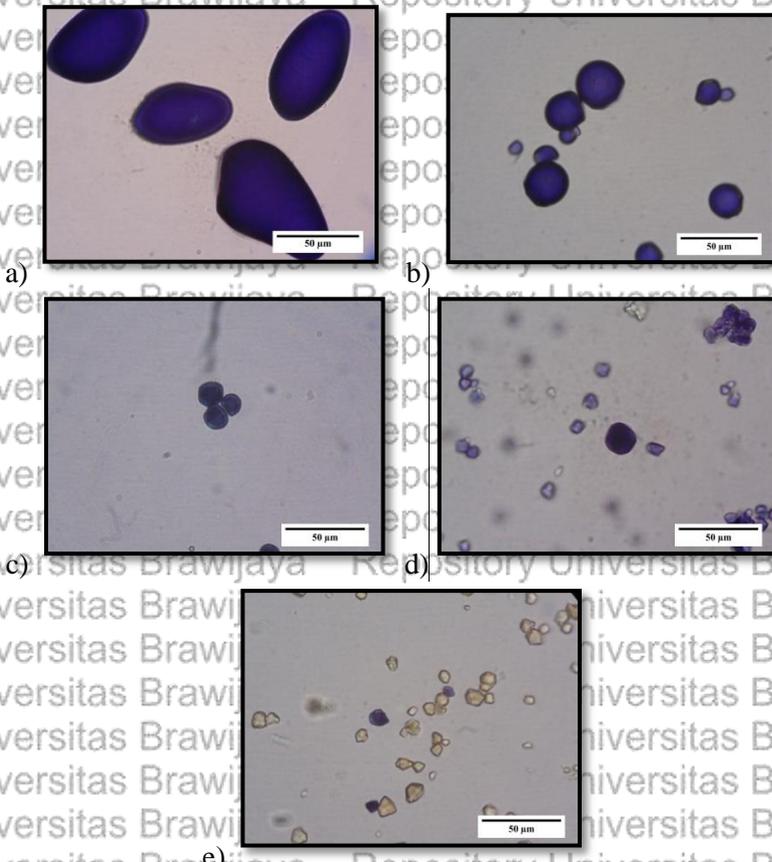
Perbedaan macam-macam tepung dapat dilihat berdasarkan letak hilus di dalam butir-butir tepung. Perbedaan tersebut menghasilkan dua macam butir tepung yaitu pertama butir tepung konsentris yang merupakan hilus terletak di bagian tengah-tengah dengan letak lamela yang mengelilingi hilus. Butir tepung konsentris biasanya terdapat pada tumbuh-tumbuhan jenis ketela. Kedua yaitu butir tepung eksentris yang merupakan bagian hilusnya terletak di pinggir, letak lamelanya mengelilingi hilus. Umumnya bentuk dari butir-butir tepung seperti ini adalah lonjong dan tidak pernah pudar, biasanya dapat ditemukan di tumbuhan jenis kentang atau *Solanum tuberosum* (Kartasapoetra, 1991).

4.2 Perbandingan Ukuran Butir Amilum Berbagai Jenis Tepung

Keragaman atau bentuk butir amilum pada tiap jenis umbi-umbian dan sereal juga memunculkan kemiripan varisasi dari masing-masing jenis varietasnya. Amilum tepung kentang merupakan amilum yang berukuran besar daripada yang lainnya. Rata-rata ukuran amilum kentang sekitar $44,3 \pm 24,7 \mu\text{m}$. Bentuk amilumnya yaitu lonjong dengan posisi hilum di bagian tepi yang disebut dengan amilum eksentris. Tepung singkong rata-rata ukuran amilumnya sekitar $16 \pm 7,4 \mu\text{m}$ dengan kategori sedang. Bentuknya yang bulat dengan dikelilingi oleh lamela yang menunjukkan adanya hilum di bagian tengah. Posisi hilum amilum singkong dapat disebut dengan amilum konsentris karena berbeda dengan posisi hilum tepung kentang.

Bagian amilum dengan kategori kecil juga terdapat pada jenis tepung beras dan ketan putih. Ukuran butir amilum pada tepung beras dan ketan putih yaitu sekitar $6 \pm 2,6 \mu\text{m}$ dan $10 \pm 3,7 \mu\text{m}$ yang diketahui bahwa tepung beras memiliki bentuk amilum lebih kecil daripada tepung ketan putih. Bentuk amilum dari beras dan ketan yaitu berbentuk poligonal atau tak beraturan sehingga dapat dikatakan variasinya sama namun sedikit berbeda ukuran. Ketika ditambahkan dengan larutan lugol amilum tepung beras mudah menyerap lugol dengan baik daripada amilum tepung ketan. Amilum jagung buatan sendiri termasuk dalam kategori kecil yaitu sekitar $9 \pm 4,3 \mu\text{m}$ sedangkan jagung buatan pabrik termasuk dalam kategori besar sekitar $33,8 \pm 17,3 \mu\text{m}$. Hal tersebut kemungkinan jagung yang diolah atau dibuat dari pabrik merupakan jagung yang berbeda atau bukan termasuk jagung manis. Masing-masing perbedaan dalam setiap bentuk, ukuran, maupun karakter butir amilum dapat dilihat pada Gambar 17.

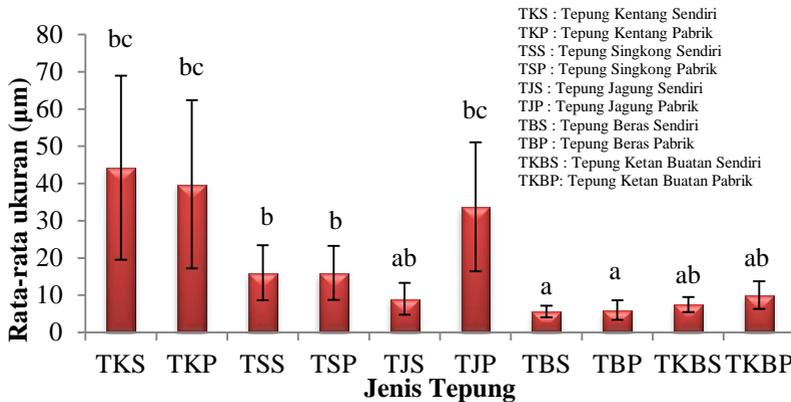
Perbedaan karakter dan ukuran amilum merupakan variasi yang dapat ditemui pada tumbuhan. Namun dari masing-masing tumbuhan juga terdapat suatu pengelompokan. Berdasarkan data grafik (Gambar 18) menunjukkan bahwa kentang menghasilkan ukuran amilum yang lebih besar dan jagung buatan pabrik juga termasuk kelompok yang sama. Selanjutnya amilum singkong termasuk dalam kategori sedang tanpa adanya kelompok yang sama. Tepung beras, ketan dan jagung buatan sendiri termasuk pengelompokan amilum yang lebih kecil serta ukuran butir amilumnya $<15 \mu\text{m}$.



Gambar 17. Amilum a) kentang b) Singkong c) jagung d) beras putih e) ketan putih

Amilum sereal umumnya berbentuk kecil dan polihedrik yang muncul sebagai butiran tunggal seperti pada gandum atau beras. Namun, dalam gandum, barley, gandum hitam, 10% dari butiran berbentuk lentil. Berbeda dengan pati amilomaize yang mana bagian granulanya tidak beraturan dan berfilamen (Gallant dkk., 1992). Jenis umbi-umbian merupakan komoditas yang banyak mengandung amilum dan menjadi salah satu pangan utama. Komponen amilosa dan amilopektin yang ada pada jenis sereal (biji-bijian) lebih besar variasinya seperti pada beras. Jagung dapat mengandung amilosa

yang sangat rendah, 10% bahkan dapat mendekati 0% pada beras dan jagung ketan (*waxy rice*, *waxy corn*). Rendahnya suatu kadar amilosa dan tingginya amilopektin pada beras akan berpengaruh dan cenderung lebih pulen dan lengket serta tidak mudah mengeras karena mampu mengikat air lebih baik dibandingkan dengan beras kadar amilosa yang lebih tinggi (Putri & Zubaidah, 2017).



Gambar 18. Rata-rata ukuran butir amilum pada masing-masing jenis tepung buatan pabrik dan buatan sendiri

Butir amilum diklasifikasikan dalam beberapa tipe-A, tipe-B, dan tipe-C sesuai dengan dimensinya. Jenis butiran, ukuran, bentuk serta persentase bervariasi tergantung pada sumber amilum. Secara umum dikatakan bahwa butir amilum tipe-A dan B proporsi ukurannya lebih besar daripada yang lain. Tipe-A termasuk pada jenis amilum gandum dengan ukuran >15 µm bentuk seperti cakram, sedangkan butir amilum tipe-B (5-15 µm) dan C (< 5 µm) berbentuk bulat (Cornejo-Ramírez dkk., 2018). Butiran amilum memiliki ukuran mikroskopis dengan diameter dari 0,1 hingga 200 µm, dan morfologinya bervariasi antara bentuk yang berbeda seperti oval, elips, bulat, halus, bersudut dan lenticular, tergantung pada sumber botaninya (Hoover, 2001).

Amilum umbi umumnya berukuran besar, berbentuk elips atau bulat nampak ada cangkang di sekitar hilum seperti halnya butiran amilum dari umbi kentang dan sebagian besar varietas dari umbi ubi,

dan *Canna*. Namun ada pengecualian pada jenis singkong, ubi jalar dan talas karena amilum dari jenis tersebut memiliki ukuran yang lebih kecil dan berbentuk poligonal atau bulat (Gallant dkk., 1992).

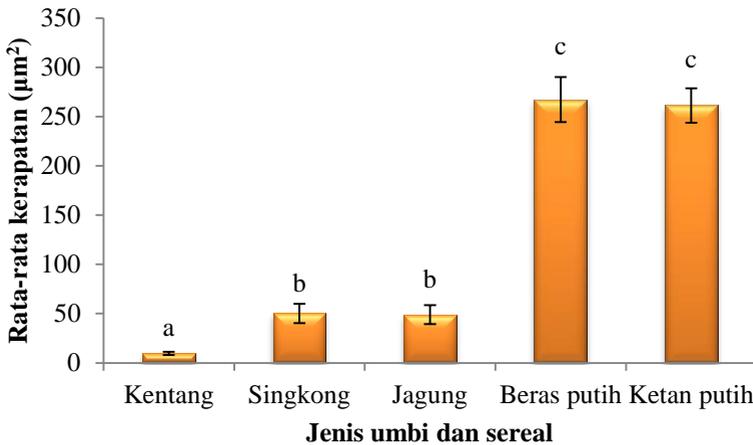
Perbedaan macam-macam amilum dapat dilihat berdasarkan letak hilus di dalam butir-butir tepung. Perbedaan tersebut menghasilkan dua macam butir tepung yaitu pertama butir amilum konsentris yang merupakan hilus terletak di bagian tengah-tengah dengan letak amella yang mengelilingi hilus. Butir amilum konsentris banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan jenis ketela. Kedua yaitu butir amilum eksentris yang merupakan bagian hilusnya terletak di pinggir, letak lamelanya mengelilingi hilus. Umumnya bentuk dari butir-butir amilum seperti ini adalah lonjong dan tidak pernah pudar, biasanya dapat ditemukan di tumbuhan jenis kentang atau *Solanum tuberosum* (Kartasapoetra, 1991).

4.3 Kerapatan Butir Amilum Umbi dan Sereal

Kerapatan butir amilum dapat diketahui melalui hasil pengamatan dari pengirisan sampel segar. Hasil kerapatan butir amilum dari jenis kentang, singkong, jagung, beras dan ketan yaitu termasuk dalam kategori signifikan yang merupakan data hasil distribusi normal. Kemudian dilanjutkan dengan hasil uji homogenitas dari masing-masing varian tersebut merupakan varian yang sama dan bersifat homogen. Perbandingan dari nilai rata-rata beberapa kelompok independen juga menunjukkan hasil yang signifikan. Berdasarkan dari hasil pengelompokan amilum jenis beras dan ketan putih terdapat amilum yang paling banyak karena ukurannya yang lebih kecil dan menumpuk. Rata-rata kerapatan butir amilum beras sekitar $267,23 \pm 22,85$ per μm^2 dan ketan sekitar $261,38 \pm 17,48$ per μm^2 yang mencapai nilai lebih besar. Kentang ($9,56 \pm 1,64$ per μm^2) memiliki amilum yang paling sedikit karena bentuk dan ukurannya yang lebih besar sehingga dalam satu ruang sel hanya menghasilkan sedikit jumlah amilumnya. Kerapatan butir amilum kentang diketahui berbeda nyata apabila dibandingkan dengan singkong, jagung, beras dan ketan putih (Gambar 19).

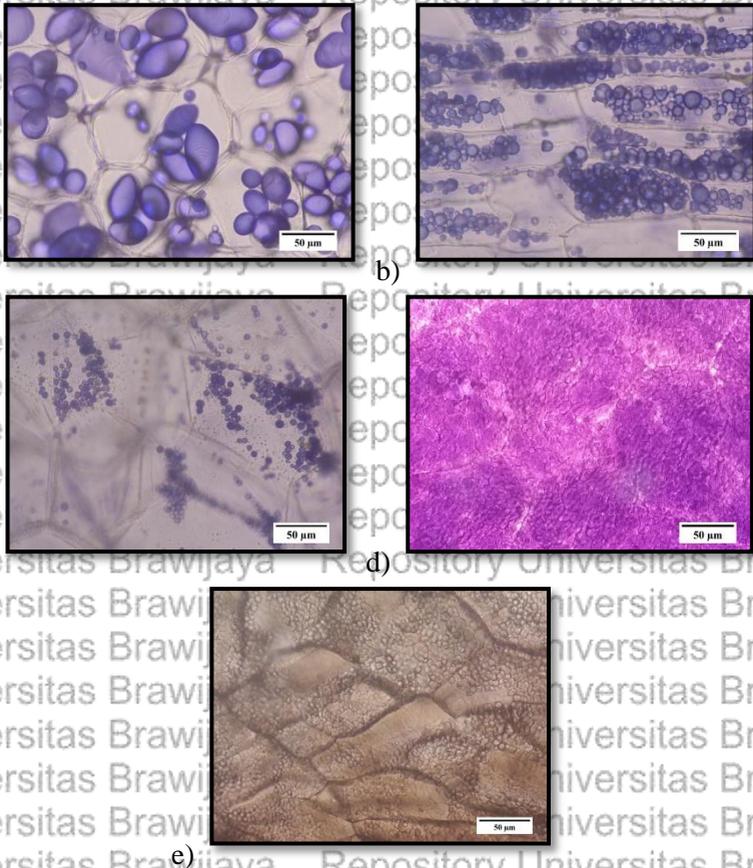
Menurut Gunawan (2004) amilum merupakan salah satu buatan pabrik dari fotosintesis yang berada di dalam organ penimbun cadangan makanan pada tanaman seperti batang, biji dan juga umbi. Butir amilum biasanya dapat ditemukan dalam batang umbi-umbian,

biji, akar, daun, buah-buahan, dan bahkan serbuk sari di berbagai bentuk dan ukuran yang sangat besar (Gallant dkk., 1992). Karakteristik butir amilum dapat dipengaruhi dari kondisi lingkungan, jenis tanaman, kandungan mineral dari tanah, serta pemeliharaan tanaman. Mekanisme akumulasi amilum selama perkembangan jaringan juga spesifik dari masing-masing organ bahkan terhadap jenis tanaman yang sama (Putri & Zubaidah, 2017).



Gambar 19. Rata-rata kerapatan butir amilum pada sampel segar kentang, singkong, jagung, beras dan ketan putih

Kerapatan butir amilum beras dan ketan terjadi perbedaan di mana ketika sampel ketan ditetesi dengan lugol maka yang terjadi reagen lugol tidak terserap ke dalam butir amilum (Gambar 20), hal tersebut diperkirakan karena kerapatannya yang padat serta tidak ada ruang masuknya reagen lugol pada amilum ketan sehingga pewarnaan reagen lugol tidak dapat terserap secara utuh. Beberapa jenis ketan, endospermanya kurang jelas disebabkan ruang udara antara butir amilum. Granulanya merupakan salah satu akumulasi dari banyaknya molekul amilum yang bisa difraksionasi menjadi amilopektin bercabang tinggi dan amilosa yang bercabang sedikit. Variasi utama pada amilum beras yaitu jumlah relatif amilosa, amilopektin dan strukturnya (Bao dkk., 2004).



Gambar 20. Kerapatan butir amilum a) Kentang b) Singkong c) Jagung d) Beras putih e) Ketan putih

Jumlah amilosa yang ada dalam granul secara signifikan dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dan fungsional pati. Konten amilosanya dapat bervariasi dalam varietas botani yang sama karena perbedaan dalam letak geografis dan kondisi budaya (Gao dkk., 2014). Butiran pati memiliki struktur yang sangat kompleks, kompleksitas dibangun di sekitar variasi dalam komposisi mereka (α -glukan, kelembaban, lipid, protein dan fosforilasi), struktur komponennya bervariasi bila dilihat pada daerah amorf dan kristal.

Amilosa yang berasosiasi dengan cabang-cabang besar molekul amilopektin terdiri dari daerah butiran amorf serta molekul amilopektin dengan cabang pendek terdiri dari daerah kristal. Oleh sebab itu proporsi amilopektin yang lebih tinggi pada butiran pati akan menghasilkan kristalinitas yang cukup besar (Carolina & Almeida, 2015).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Struktur butir amilum tepung buatan pabrik dan buatan sendiri dari masing-masing jenis memiliki bentuk, karakter serta ukuran yang hampir sama. Tepung kentang buatan pabrik dan buatan sendiri berbentuk lonjong dan tak beraturan ($44,3 \pm 24,7 \mu\text{m}$), tepung singkong bentuk amilumnya bulat dan bulat terpotong. Tepung beras dan ketan putih bentuknya tak beraturan atau disebut dengan poligonal. Butir amilum kentang merupakan amilum yang paling besar daripada yang lainnya. Amilum singkong termasuk dalam kategori sedang ($16 \pm 7,4 \mu\text{m}$). Amilum jagung, beras dan ketan putih (amilum sereal) ukuran amilumnya lebih kecil jika dibandingkan dengan amilum umbi-umbian.
2. Kerapatan butir amilum dari kentang, singkong, jagung, beras putih dan ketan putih pada bahan segar berbeda kerapatan. Kerapatan butir amilum kentang termasuk dalam kelompok yang paling rendah ($9,56 \pm 1,64 \text{ per } \mu\text{m}^2$) sedangkan beras termasuk kelompok yang paling tinggi ($22,85 \pm 13,19 \text{ per } \mu\text{m}^2$).

5.2 Saran

Pengujian dapat dilanjutkan atau diteliti lagi pada jenis umbi-umbian dan sereal dari jenis lokal untuk database.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Wijonarko, G, Satriawan, B. 2016. Agritech. Sifat Fisika, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi. Hal. 36 No.2
- Aini, N. 2013. **Teknologi Fermentasi Pada Tepung Jagung**. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Anil, G. D. M. 2006. Physical and chemical modification of some cereal, tuber and root starches and the roles of (221)-cyclodextrin as a starch modifying agent. The University Of Hongkong. Thesis.
- Bao, J. & Bergman, C. J. 2004. **Starch in Food; Structure, Function and Application**. Woodhead, USA.
- Bemiller, J. N. 2019. **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. Elsevier. USA.
- Bertoft, E. & Blennow, A. 2016. **Structure of Potato Starch**. Elsevier. USA.
- Cagnatao, C. 2016. **Starch Grain Analysis**. <http://clarissacagnato.weebly.com/starch-grain-analysis.html>. Diakses tanggal 12 Oktober 2016.
- Carolina, S. & Almeida, M.A. 2015. Physicochemical Properties, Modifications and Applications of Starches From Different Botanical Sources. Food Science and Technology. 35 (2) : 215-236.
- Chaplin, M. 2018. Water Structure and Science. <http://www1.lsbu.ac.uk/water/starch.html>. Diakses tanggal 24 September 2018.
- Corke, H. 2004. Grain, Morphology of Internal Structure. Elsevier. The University of Hongkong.
- Cornejo-Ramírez, Y. I., Martínez-Cruz, O., Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores J. & Cinco-Moroyoqui, J. 2018. Journal of food. The Structural Characteristic of Starches and Their Functional Properties. Vol. 16. 10003-1017
- Danhi, Robert. 2019. Rice: A Simple Grain's Colorful Evolution. <https://www.preparedfoods.com/articles/121910-rice-a-simple-grains-colorful-evolution>. Diakses tanggal 11 Januari 2019.
- Desrosier, N. W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan Edisi Ketiga. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Dini, C., Doporto, M.C., Vina, S.Z., Garcia, M.A. 2014. Cassava Flour and Starch as Differentiated Ingredients for Gluten Free Products. Nova science. 88-118
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN). 1992. Tepung Singkong (SNI 01-1997-1992). Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Gallant, D. J., Bouchet, B., Buleon, A. & Perez. 1992. Eouuropean Journal of Clinical Nutrition. Physical Characteristics of Starch Granules and Susceptibility to Enzymatic Degradation. Halaman.46
- Gao, H., Cai, J., Han, W., Huai, H., Chen, Y., & Wei, C. (2014). Comparison of starches isolated from three different Trapa species. Food Hydrocolloids. Halaman. 37. 174-181.
- Gardjito, M. 2013a. Mengenal riwayat asal tanaman, kandungan gizi, manfaat dan penggunaan, serta karakteristik sukun. Pangan Nusantara. Prenada Media. Halaman 320-323.
- Gardjito, M. 2013b. **Bumbu, Penyedap, dan Penyerta Masakan Indonesia**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gunawan D. 2004. **Ilmu Obat Alam (Farmakologi) Jilid 1**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Handoko. 2017. Mengenal Tepung Tapioka, Tepung Meizena, dan Tepung Terigu. <https://www.lemonilo.com/blog/mengenal-tepung-tapioka-maizena-dan-terigu>. Diakses tanggal 27 Februari 2017 pukul 17:37
- Hanifa. 2006. **Aneka Makanan dari Tepung Kentang dan Umbi-umbian**. Azka Press. Bandung
- Hoover, R. 2001. Composition, molecular, structure and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. Carbohydrate polymers. 45 (3) 253-267.
- Ismiatun. 2007. **Kudapan Berbahan Singkong**. Perpustakaan Nasional RI KDT. Surabaya
- Kartasapoetra, A.G. 1991. Pengantar Anatomi Tumbuh Tumbuhan (Tentang Sel dan Jaringan). PT Rieka Cipta. Jakarta
- Larasati. D. 2016. Perbandingan Tepung Beras Ketan Putih (*Ci Asem*) Dengan Tepung Beras Ketan Hitam (*Setail*) Dan Konsentrasi Buah Murberi (*Morus nigra* L.) Terhadap Karakteristik Opak Ketan Hitam. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Skripsi

- Linda. 2018. 10 Merk Tepung Tapioka Yang Bagus dan Berkualitas. <https://bacaterus.com/merk-tepung-tapioka-yang-bagus/>. Diakses pada tanggal 10 maret 2018.
- Moorthy, S.N. 2004. **Tropical Source of Starch. Starch in Food : Structure, Function, and Application**. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Muchtadi, T.R., Sugiyono, & F.A. 2010. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Alfabeta. Bogor.
- Mulyani, S. 2006. Anatomi Tumbuhan. Kanisius. Yogyakarta
- Novita, M. D. A. 2013. Kerapatan dan Bentuk Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang (*Amorphopallus muelleri Blume*) pada Fase Pertengahan Pertumbuhan Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi
- Nuwamanya, E., Baguma, Y., Emmambux, N., Taylor, J. & Patrick, R. 2010. Journal of Plant Breeding and Crop Science. Physicochemical and functional characteristics of cassava starch in Ugandan varieties and their progenies. Vol.2 001-011
- Parnata, A. S. 2010. Meningkatkan Hasil Panen Dengan Pupuk Organik. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Preedy, V. R., Watson, R. R. & Fatel, V. B. 2011. Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. Elsevier. USA
- PT. Markaindo Selaras. 2015. Tepung Kentang, kegunaan dan perbedaan dengan tepung lain. <http://www.markaindo.co.id/id/publikasi/tepung-kentang-kegunaan-dan-perbedaannya-dengan-tepung-lain/>. Diakses pada tahun 2015
- Putri, W. D. R. & Zubaidah, E. 2017. AMILUM, Modifikasi & Karakteristikasinya. UB Press. Universitas Brawijaya
- Rahman, A. M. 2007. Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung tapioka dan Mocal (*Modified Cassava Flour*) Sebagai Peyalut Kacang Pada Produk Kacang Salut. IPB. Skripsi.
- Rasyid, H. N. 2004. Ensiklopedia Makanan Tradisional Indonesia (Sumatera). Direktorat Jenderal. Sumatera
- Rukmana, R. 1997. Usaha Tani Jagung. Kanisius. Yogyakarta

- Sari, A. K. 2014. Keragaman Struktur Butir Amilum, Kadar Tepung, dan *Clustering* Delapan Taksa Tanaman Berumbi di Desa Simo Kecamatan Kendal Kabupaten Ngawi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi.
- Scott, P., Pratt, R. C., Hoffman, N. & Montgomery, R. 2019. Corns. Elsevier, USA.
- Semeijn, C. & Buwalda, P.L. 2018. Starch in Food. Elsevier. USA
- Setiadi. 2009. Budidaya Kentang. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setyowati, E.F. 2012. Pengenalan Bioproduk Dari Tepung Komposit Bebeapa Umbi Lokal Untuk Meningkatkan PErpartisipasi Mahasiswa Universitas Brawijaya Dalam Konservasi. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Malang.
- Singh, N., K. S. Sandhu & M. Kaur, 2005. Progress in Food Biopolymer Research. Physicochemical Properties Including Granular Morphology, Amylose Content, Swelling and Solubility, Thermal and Pasting Properties of Starches from Normal, Waxy, High Amylose and Sugary Corn. Vol 1: 43-55.
- Sumardjo, D. 2009. Pengantar Kimia; Buku Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Sastra I Fakultas Bioeksakta. EGC. Jakarta
- Suprpti, L. M. 2005. Teknologi Pengolahan Pangan Tepung Tapioka, Pembuatan, dan Pemanfaatannya. Kanisius. Yogyakarta.
- Tonukari NJ. 2014. Electronic journal of biotechnology. Cassava and the future of starch. Hal,7 No. 1.
- Utama, H. Z. M. 2015. Budidaya Pada Pada Lahan Marjinal Kiat Meningkatkan Produksi Padi. Perpustakaan Nasional, Yogyakarta.
- Wang, W., Hostettler, C. E., Damberger, F. F., Kossmann, J., Lloyd, J. R. & Zeeman, S. C. 2018. Frontiers in Plant Science. Modification of Cassava Root Starch Phosphorylation Enhances Starch Functional Properties. Vol.9
- Widowati, S. 2009. Tepung Aneka Umbi Sebuah Solusi Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Dimuat dalam tabloid sinar tani.

Winarno, F.G. 2008. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yuwono, S. S. 2015. Tepung Beras.

<http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/04/tepung-beras/> Diakses tanggal 2 April 2015.

Lampiran 1. Gambar Butir Amilum Tepung Buatan Sendiri

No.	Sampel tepung	Buatan Sendiri		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
1.	Tepung kentang			

LAMPIRAN



No.	Sampel tepung	Buatan Sendiri		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
2.	Tepung singkong			



No.	Sampel tepung	Buatan Sendiri		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
3.	Tepung jagung			



No.	Sampel tepung	Buatan Sendiri		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
4.	Tepung beras putih			



No.	Sampel tepung	Buatan Sendiri		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
5.	Tepung ketan putih			



Lampiran 2. Gambar Butir Amilum Tepung Buatan Pabrik

No.	Sampel tepung	Buatan Pabrik		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
1.	Tepung kentang			



No.	Sampel tepung	Buatan Pabrik		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
2.	Tepung singkong			



No.	Sampel tepung	Buatan Pabrik		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
3.	Tepung jagung			



No.	Sampel tepung	Buatan Pabrik		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
4.	Tepung beras putih			



No.	Sampel tepung	Buatan Pabrik		
		Struktur butir amilum		
		BP1	BP2	BP3
5.	Tepung ketan putih			

Lampiran 3. Hasil uji statistik ukuran butir amilum

a. Hasil deskripsi Oneway ukuran butir amilum

Butir amilum

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					TKO	10		
TKP	10	39.7500	22.59087	7.14386	23.5895	55.9105	10.00	75.00
TSO	10	16.0000	7.37865	2.33333	10.7216	21.2784	5.00	25.00
TSP	10	16.0000	7.28392	2.30338	10.7894	21.2106	5.00	27.50
TJO	10	9.0000	4.28174	1.35401	5.9370	12.0630	2.50	15.00
TJP	10	33.7500	17.29041	5.46771	21.3812	46.1188	10.00	62.50
TBO	10	5.6250	1.58662	.50173	4.4900	6.7600	2.50	7.50
TBP	10	6.0000	2.62202	.82916	4.1243	7.8757	2.50	10.00
TKPO	10	7.5000	2.04124	.64550	6.0398	8.9602	5.00	10.00
TKPP	10	10.0000	3.72678	1.17851	7.3340	12.6660	5.00	15.00
Total	100	18.7875	18.47608	1.84761	15.1214	22.4536	2.50	80.00

b. Hasil uji One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Ukuran_butir_amilum
N		100
Normal Parameters ^a	Mean	18.7875
	Std. Deviation	18.47608
Most Extreme Differences	Absolute	.251
	Positive	.251
	Negative	-.189
Kolmogorov-Smirnov Z		2.512
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

a. Test distribution is Normal.

c. Hasil Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	Ukuran_butir_amilum
Chi-Square	65.492
df	9
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Jenis_tepung

d. Hasil uji Mann Whitney ukuran butir amilum

Jenis sampel	Rata-rata ukuran butir amilum (μm)	Notasi
TBS	5,62	a
TBP	6,00	a
TKPS	7,50	ab
TJS	9,00	ab
TKPP	10,00	ab
TSP	16,00	b
TSS	16,00	b
TJP	33,75	bc
TKP	39,75	bc
TKS	44,25	bc

Lampiran 4. Hasil uji statistik kerapatan sel yang mengandung amilum.

a. Hasil uji Oneway Descriptives

Kerapatan_amilum

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
Kentang	3	9.5667	1.64257	.94834	5.4863	13.6470	8.08	11.33
Singkong	3	50.1300	9.79721	5.65642	25.7924	74.4676	38.89	56.86
Jagung	3	48.9433	9.58160	5.53194	25.1413	72.7453	37.88	54.57
Beras_putih	3	267.1367	22.85897	13.19763	210.3518	323.9215	246.42	291.66
Ketan_putih	3	261.3800	17.48390	10.09434	217.9476	304.8124	247.64	281.06
Total	15	127.4313	117.26061	30.27656	62.4946	192.3681	8.08	291.66

**b. Hasil uji normalitas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test
kerapatan butir amilum**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kerapatan_amilum
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	127.4313
	Std. Deviation	117.26061
Most Extreme Differences	Absolute	.326
	Positive	.326
	Negative	-.245
Kolmogorov-Smirnov Z		1.264
Asymp. Sig. (2-tailed)		.082

a. Test distribution is Normal.

c. Hasil uji homogenitas Test of Homogeneity of Variances

Kerapatan_amilum

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.681	4	10	.094

d. Hasil uji Oneway ANOVA

Kerapatan_amilum

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	190463.302	4	47615.826	233.707	.000
Within Groups	2037.419	10	203.742		
Total	192500.721	14			

e. Hasil Tukey HSD

Jenis_sampel	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
Kentang	3	9.5667		
Jagung	3		48.9433	
Singkong	3		50.1300	
Ketan_putih	3			261.3800
Beras_putih	3			267.1367
Sig.	1.000	1.000	.986	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.