

POTENSI PENGEMBANGAN JAGUNG PULUT MENDUKUNG DIVERSIFIKASI PANGAN

Potency of Waxy Corn Development To Support Food Diversification

Suarni, Muh¹. Aqil¹, dan Herman Subagio²

¹Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jalan Dr. Ratulangi 274, Kotak Pos 173, Maros 90514

Telp. (0411) 371529, Faks. (0411) 371961

²Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur

Jalan Raya Karangploso Km. 4, Karangploso, Kepuharjo, Karangploso, Malang 65152

Telp. (0341) 494052, Faks. (0341) 494052

E-mail: balitsereal@litbang.deptan.go.id; aaniyahya@yahoo.com

Diterima: 30 Juni 2018; Direvisi: 28 Februari 2019; Disetujui: 5 Maret 2019

ABSTRAK

Keberhasilan diversifikasi pangan pokok berdampak terhadap pengurangan konsumsi beras sehingga mendorong keberlanjutan swasembada pangan. Salah satu komoditas yang dapat dimanfaatkan untuk diversifikasi pangan adalah jagung. Di antara beberapa jenis jagung yang berkembang, jagung pulut disukai oleh banyak konsumen. Jagung pulut memiliki warna yang beragam mulai dari putih, kuning, ungu, hingga hitam. Jagung pulut dapat dipanen muda atau lebih awal sehingga dapat mengantisipasi kerawanan pangan dan gizi. Hal ini menjadikan jagung pulut lebih unggul dibanding komoditas serealia lainnya. Berbagai produk olahan pangan dapat dihasilkan dari jagung pulut, mulai dari tradisional, semi tradisional, dan hingga modern, masing-masing memiliki nilai tambah tersendiri. Varietas jagung pulut telah tersedia, baik lokal maupun varietas unggul baru (URI-1 dan URI-2). Peluang pasar pangan berbasis jagung pulut di Indonesia makin terbuka seiring dengan perubahan gaya hidup dan pola makan konsumen yang mengarah pada hidup sehat. Dalam upaya pengembangan diversifikasi pangan perlu disosialisasikan paket teknologi budi daya dan pengolahan jagung pulut kepada masyarakat luas, terutama petani, pengrajin makanan, dan pebisnis produk pangan.

Kata kunci: Jagung pulut, diversifikasi pangan, pengembangan

ABSTRACT

The success of staple food diversification can contribute to reduce rice consumption and encouraging national food self-sufficiency. Among food crops commodities, corn provide a potential to support local food based diversification. The type of corn that is preferable by consumer is white/waxy corn. Kernel color of waxy corn consists of white, yellow, purple, and black. Waxy corn can be harvest since the mild stage to anticipate food and malnutrition and make it more superior than other cereals. Corn processed into various products by using traditional, semi-traditional, and food industry products with specific superiority. Waxy corn is currently available in the market such as local varieties and newly released

varieties such as Pulut URI-1 and Pulut URI-2. The market opportunity of waxy corn-based products in Indonesia has a more competitive advantage than before due to the change of lifestyle and food dietary. Promotion of waxy corn technologies needs to be done quickly to the related stakeholders including farmers, snacks producers, and businessman of waxy corn-based products to enhance the adoption of this commodity to support food diversification.

Keywords: Waxy corn, food diversification, development

PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah memanfaatkan pangan lokal semaksimal mungkin untuk ketahanan pangan dinilai tepat, karena tersedia dalam jumlah cukup dan mudah dikembangkan di daerah setempat. Pangan lokal umumnya dijadikan bahan utama dalam pembuatan makanan tradisional menggunakan resep secara turun-temurun dan dikonsumsi oleh etnik tertentu. Hal ini menunjukkan pangan tradisional mempunyai peran strategis dalam memantapkan ketahanan pangan. Salah satu komoditas pangan lokal yang potensial diolah menjadi aneka ragam makanan tradisional adalah jagung. Pangan tradisional berbasis jagung dapat dijumpai di berbagai daerah. Di Sulawesi, jagung pulut paling banyak dimanfaatkan untuk berbagai produk olahan makanan, baik secara tradisional, semi tradisional, maupun modern (Suarni 2013).

Jagung pulut atau jagung ketan merupakan jenis jagung khusus yang mempunyai citarasa enak, lebih gurih, lebih pulen dan lembut. Rasa gurih berkaitan dengan kandungan amilopektin yang sangat tinggi pada jagung pulut, berkisar antara 90–99%. Hingga kini jagung pulut tetap diminati masyarakat, terutama bagi penyuka produk pangan tradisional. Sentuhan teknologi pada

pengolahan pangan berbasis jagung pulut menghasilkan aneka ragam produk olahan, termasuk beras jagung instan, bubur jagung instan, dan lain-lain. Selain kelebihan yang dimiliki, jagung pulut lokal juga mempunyai kelemahan, salah satunya adalah produktivitas yang rendah, berkisar antara 2-3 t/ha (Suarni 2004).

Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) telah mengembangkan penelitian untuk menghasilkan varietas jagung pulut unggul dengan potensi hasil tinggi. Dua varietas yang dihasilkan dilepas dengan nama URI-1 dan URI-2. Varietas URI-1 mampu berproduksi 9,4 t/ha dan varietas URI-2 berpotensi hasil 9,2 t/ha. Jagung pulut lokal mengandung amilosa relatif lebih rendah dan tongkol relatif kecil sehingga hanya sesuai diolah untuk produk pangan tradisional. Jagung pulut varietas URI dapat diolah untuk berbagai produk pangan, antara lain emping, marning, bassang instan, dan sejenisnya (Suarni *et al.* 2013, Yasin *et al.* 2012).

Jagung pulut memiliki karakter fisikokimia yang berbeda dengan jagung nonpulut dan mengandung nutrisi yang memadai sehingga berpeluang dikembangkan mendukung diversifikasi dan industri pangan. Oleh karena itu, inovasi teknologi jagung pulut perlu disosialisasikan, mulai dari budi daya hingga pengolahan untuk menghasilkan berbagai produk pangan. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pangan bergizi dan bermutu merupakan momentum bagi pengembangan diversifikasi pangan. Beragamnya produk pangan yang dapat dihasilkan dari jagung pulut, baik yang dipanen muda maupun setelah masak fisiologis dalam bentuk pipilan kering dengan tambahan protein, vitamin, dan mineral menjadikannya sebagai bahan diversifikasi dan industri pangan yang prospektif (Suarni 2014).

Sentuhan teknologi dalam proses pengolahan akan meningkatkan status pangan tradisional berbasis jagung dari inferior menjadi superior. Proses pengolahan dimulai dari pemilihan bahan, sanitasi, tahapan olah sesuai standar yang dapat mempertahankan senyawa pangan fungsional, hingga menjadi pangan yang siap hidangan. Produk yang dihasilkan perlu dikemas sedemikian rupa untuk menarik minat konsumen dalam rangka promosi pangan tradisional dengan rasa spesifik, unik, dan atau menyesuaikan dengan produk yang sedang tren di masyarakat perkotaan. Makalah ini mengungkap potensi pengembangan jagung pulut mendukung diversifikasi pangan.

KETERSEDIAAN VARIETAS JAGUNG PULUT

Jagung pulut lokal umumnya diusahakan secara tradisional dengan hasil yang rendah, hanya 2-3 ton/ha, sehingga sulit berkembang dalam skala luas. Setelah dihasilkan varietas unggul jagung pulut dengan produksi

tinggi sejalan dengan meningkatnya minat masyarakat mengonsumsi produk olahan jagung khusus ini, sebagian petani mulai tertarik mengembangkan jagung pulut. Hal ini ditunjukkan oleh meningkatnya pesanan benih jagung pulut di Balitsereal (Balitsereal 2017). Jagung pulut banyak ditanam dan dikonsumsi di Kawasan Timur Indonesia. Sentra jagung pulut adalah Sulawesi secara keseluruhan, Mataram, Lombok, Bima, Sumbawa Besar, Ambon, Seram, dan Kupang.

Jagung pulut masak susu umumnya digunakan sebagai jagung rebus dan jagung bakar dengan rasa enak dan pulen. Jagung pulut masak fisiologis diolah menjadi produk marning, emping, dan bubur jagung (bassarang). Jagung pulut yang ada di petani dan di pasar saat ini umumnya varietas lokal bersari bebas. Penyebaran jagung pulut di Indonesia dalam periode 2014-2018 dapat dilihat pada Tabel 1.

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu daerah penghasil jagung pulut di Indonesia dan sebagian besar penduduknya, terutama di daerah kepulauan, menggunakan jagung sebagai makanan pokok. Daerah pengembangan jagung di Sulawesi Tenggara adalah Kabupaten Buton, Muna, Bombana, Wakatobi, Konawe Selatan, dan Konawe. Tanaman jagung yang banyak diusahakan sebagai makanan pokok di daerah tersebut adalah jagung pulut lokal. Sumber daya genetik tersebut dapat digunakan sebagai materi pemuliaan untuk memperoleh varietas unggul jagung pulut (Safuan *et al.* 2014).

Jagung pulut mulai diminati masyarakat, termasuk pengrajin produk olahan makanan. Para pemulia tanaman juga telah meneliti jagung pulut. Yulianto *et al.* (2012) menginformasikan nilai heritabilitas 10 galur inbrida jagung ketan memiliki kriteria sedang pada semua karakter pengamatan, kecuali panjang tangkai dengan nilai heritabilitas rendah. Keragaman genetik dan fenotipe jagung pulut rendah, kecuali pada panjang tangkai dan bobot biji agak rendah, sedangkan keragaman dalam galur untuk beberapa karakter relatif seragam.

Hasil penelitian di Sulawesi Selatan menunjukkan jagung pulut asal Bulukumba lebih tinggi daripada jagung pulut asal Gowa, Sidrap, dan Maros, mencapai 4,35 t/ha. Pemberian pupuk kalium 75 kg/ha meningkatkan tinggi

Tabel 1. Penyebaran varietas jagung pulut di Indonesia periode 2014-2018.

Tahun	URI-1 dan URI-2 (ha)	Lokal (ha)	Swasta (ha)
2014	177,2	90.300	22,3
2015	140,1	97.400	18,9
2016	153,6	98.500	22,1
2017	175,8	102.000	25,6
2018	231,1	105.000	28,4

Sumber: Direktorat Perbenihan dan Balitsereal 2018 (data diolah).

tanaman tetapi tidak berpengaruh terhadap komponen pengamatan lainnya. Penggunaan pupuk kalium 100 kg/ha menghasilkan kadar amilopektin lebih tinggi pada jagung pulut asal Maros (Maruapey 2012).

Pesireron dan Senewe (2011) melaporkan hasil pengujian 10 varietas/galur jagung hibrida dan komposit pada agroekosistem lahan kering memberikan hasil yang cukup baik dimana varietas jagung pulut mampu menghasilkan 4,59 t/ha biji kering, sedangkan hasil jagung ungu lokal lebih rendah, hanya 2,99 t/ha. Namun produksi jagung pulut dan jagung ungu masih di bawah jagung kuning seperti varietas Sukmaraga dan Srikandi Kuning yang masing-masing mampu memproduksi 12,02 t/ha dan 9,63 t/ha.

Aksesi jagung pulut beras (untuk beras jagung) mempunyai hasil lebih tinggi dibanding aksesi jagung pulut snack (untuk produk olahan snack) dan jagung pulut hibrida, namun umur panennya lebih lama (12 minggu). Aksesi jagung pulut snack memiliki umur panen lebih genjah (9 minggu), kemudian disusul oleh aksesi jagung pulut hibrida (10 minggu). Jagung pulut snack dan hibrida cocok dipanen muda untuk dibuat produk olahan. Sementara jagung pulut beras cocok dipanen pada masak fisiologis untuk diolah menjadi produk setengah jadi berupa jagung sosoh, beras jagung, dan tepung jagung (Setyowati dan Utami 2013).

Balitsereal telah merakit varietas unggul jagung pulut untuk memenuhi permintaan industri produk olahan

pangan berbasis jagung seperti jagung marning (Balitsereal 2017). Dua varietas unggul baru jagung pulut dilepas dengan nama URI-1 dan URI-2, masing-masing memiliki potensi hasil 9,4 t/ha dan 9,2 t/ha, lebih tinggi dibanding jagung pulut lokal yang hanya mampu memproduksi 2,5-3,0 t/ha. Varietas URI-1 dan URI-2 memiliki tongkol yang besar, kelobot menutup dengan baik, agak tahan penyakit bulai, warna biji putih dengan kandungan amilosa rendah. Petani sudah mulai mengembangkan jagung pulut varietas URI. Hal ini terbukti dari penyebaran benih jagung pulut varietas URI-1 dan URI-2 dalam periode 2010-2017 yang terus meningkat. Pada tahun 2010 produksi benih jagung pulut di Balitsereal hanya 180 kg, pada tahun 2016 meningkat secara signifikan menjadi 1.926 kg dan 2.450 kg pada tahun 2017. Produktivitas jagung pulut 4-6 t/ha sudah termasuk memadai dibandingkan dengan varietas lokal (Balitsereal 2017). Penampilan jagung pulut varietas URI, lokal, dan yang dihasilkan pihak swasta dapat dilihat pada Gambar 1.

SIFAT FISIK, KANDUNGAN GIZI, DAN AMILOSA JAGUNG PULUT

Sifat fisik bahan berpengaruh terhadap proses pembuatan beras jagung (*grits*). Sifat fisik biji enam varietas lokal jagung pulut dapat dilihat pada Tabel 2. Biji jagung pulut



Pulut URI-1



Pulut URI-1 (masak fisiologis)



Pulut Barru (Sulsel)



Pulut lokal (masak fisiologis)



Pulut produksi swasta Kumala (PT East Seed)

Gambar 1. Jagung pulut varietas URI, lokal, dan yang dihasilkan pihak swasta (Balitsereal 2018).

Tabel 2. Sifat fisik biji beberapa varietas lokal jagung pulut.

Varietas	Warna	Ukuran biji (mm)	Bobot (g/1.000 biji)
Pulut Bulukumba	Putih	6,55 x 7,26	188,53
Pulut Barru	Putih	8,19 x 8,29	237,60
Pulut Takalar	Putih	8,41 x 8,19	256,00
Pulut Soppeng	Putih	6,98 x 8,14	204,78
Pulut Jeneponto	Putih	7,49 x 8,23	206,52
Pulut Gorontalo	Putih	7,78 x 8,14	204,78

Sumber: Suarni (2004).

lokal yang diidentifikasi di lapangan berwarna putih dengan ukuran dan bobot yang bervariasi, berkisar antara 188,5-256,0 g/1.000 biji. Bentuk biji berpengaruh terhadap proses penyosohan. Bentuk biji jagung pulut agak bulat dengan tekstur keras. Hal ini menguntungkan dalam pelepasan kulit luar biji, semakin besar ukuran biji semakin mudah disosoh.

Biji kering jagung pulut dapat diolah menjadi bahan setengah jadi, seperti beras jagung dan tepung. Kandungan gizi biji jagung pulut setara dengan jagung nonpulut namun kadar amilosa dan amilopektinnya berbeda. Kadar protein, serat kasar, lemak dan karbohidrat

memperlihatkan biji jagung pulut mempunyai kandungan gizi cukup memadai untuk dikembangkan sebagai bahan produk olahan pangan (Tabel 3).

Kandungan amilosa jagung pulut termasuk rendah dengan kisaran 5,15-6,94%. Komposisi amilosa dan amilopektin tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan gizi bahan pangan, tetapi sangat berpengaruh terhadap karakter fisikokimianya. Sifat fisikokimia setiap varietas jagung pulut berbeda, hal ini merupakan landasan utama dalam menentukan produk olahan yang sesuai (Suarni 2014).

Beras jagung dan tepung jagung adalah produk setengah jadi (*intermediate product*). Pada proses pengolahan biji pipil kering menjadi jagung sosoh dan selanjutnya menjadi tepung mengalami penurunan kandungan nutrisi, terutama protein dan lemak. Dalam proses pengolahan, kandungan *dietary fiber* dapat dipertahankan dalam produk olahan (Ellench *et al.* 2011). Singh *et al.* (2012) menginformasikan serat pangan berpengaruh terhadap produk olahan berbasis tepung jagung.

Dalam perakitan varietas unggul jagung pulut andalan, nutrisi jagung pulut lokal dapat dijadikan rujukan (Yasin *et al.* 2017). Perbandingan nutrisi jagung pulut andalan dibanding jagung pulut rujukan disajikan pada Tabel 4. Kisaran kadar amilosa jagung pulut andalan 3,57-3,82%, lebih rendah dibanding jagung pulut rujukan yang

Tabel 3. Kandungan gizi dasar biji, beras, dan tepung beberapa varietas jagung.

Varietas/bentuk	Air (%)	Abu (%)	Protein (% bb)	Serat kasar (% bb)	Lemak (% bb)	Karbohidrat (% bb)	Amilosa (% bb)
Pulut Bantaeng							
Biji utuh	10,05	2,32	8,05	2,88	4,69	74,89	5,50
Beras	9,46	1,94	7,42	2,12	3,58	77,60	5,42
Tepung	9,92	1,02	7,01	1,75	2,25	79,80	5,37
Pulut Barru							
Biji utuh	10,12	1,95	8,09	3,12	4,32	76,69	6,22
Beras	9,40	1,28	7,68	2,85	3,41	78,23	5,48
Tepung	9,98	0,95	6,87	1,92	1,99	80,21	5,16
Pulut Takalar							
Biji utuh	11,42	2,29	7,99	4,01	4,08	77,02	6,14
Beras	9,79	1,02	7,15	2,99	3,27	78,77	5,48
Tepung	10,03	0,84	6,82	2,02	2,14	80,17	6,05
Pulut Soppeng							
Biji utuh	9,98	1,96	8,13	3,78	4,05	75,02	6,94
Beras	9,57	1,27	7,88	2,55	3,28	78,00	6,24
Tepung	10,02	0,99	6,93	1,69	2,09	79,97	5,59
Pulut Jeneponto							
Biji utuh	10,14	2,20	8,40	3,18	5,15	76,34	5,15
Beras	9,65	1,85	7,85	2,86	4,25	76,40	5,08
Tepung	10,02	0,99	6,93	1,69	2,09	79,97	5,99
Pulut Gorontalo							
Biji utuh	10,12	2,40	8,31	2,29	4,95	77,12	5,18
Beras	9,85	1,82	7,73	1,89	3,19	77,41	4,79
Tepung	10,08	1,14	6,79	1,05	2,04	79,95	5,24

Sumber: Suarni (2004)

Tabel 4. Perbandingan komposisi gizi jagung pulut andalan (varietas unggul) dan rujukan (varietas lokal).

Materi uji	Amilosa (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)
Andalan					
1. Pulut Super (calon varietas)	3,61	9,32	4,19	2,05	74,46
2. Pulut Super (calon varietas)	3,82	9,67	3,99	1,92	74,56
3. Pulut Muneng Sintetik (PMS-F)	3,57	9,76	4,12	1,88	74,27
4. Pulut Muneng Sintetik (PMS-D)	3,82	10,02	4,52	2,02	74,29
Rujukan					
5. Pulut Manado Putih (PMP)	7,81	9,78	4,27	1,78	74,88
6. Pulut Manado Ungu (PMU)	6,98	9,89	4,02	1,96	74,04
7. Pulut Harapan (PH)	4,89	9,85	4,05	1,89	74,43
8. Pulut lokal Barru (PLB)	4,73	9,28	4,12	1,92	74,87
9. Pulut lokal Donggala/Gorontalo (PLD/G)	5,64	9,88	3,99	1,97	74,38

Sumber: Yasin *et al.* (2017).

Tabel 5. Sifat fisikokimia tepung jagung beberapa varietas.

Varietas	DSA(%)	DSM (%)	Emulsi(%)	Derajat putih (%)	Amilosa (%)	Tekstur
Anoman-1	15,96	7,34	42,4	85,15	20,71	Agak halus
Srikandi Putih-1	15,12	8,14	45,6	83,13	21,70	Agak halus
Pulut lokal Soppeng	16,04	4,65	48,4	86,05	8,99	Agak halus
Lokal nonpulut Soppeng	15,21	8,11	40,5	78,29	18,32	Agak halus

DSA = Daya Serap Air, DSM = Daya Serap Minyak.

Sumber: Suarni (2010).

berkisar antara 4,73-7,81%. Kandungan protein jagung pulut andalan dan rujukan relatif tidak berbeda dengan kisaran 9,28-10,02%, demikian juga kandungan lemak dengan kisaran 3,99-4,52%. Perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin suatu bahan memberikan tawaran untuk menghasilkan produk olahan yang membutuhkan sifat lengket tinggi dengan karakter fisikokimia spesifik (Singh *et al.* 2005, Suarni *et al.* 2008).

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA JAGUNG PULUT

Karakter fisikokimia setiap varietas jagung perlu diketahui agar pemilihan bahan untuk produk olahan pangan tertentu dapat disesuaikan (Suarni *et al.* 2008). Setiap produk olahan memerlukan karakter fisikokimia yang berbeda (Suarni 2014), sehingga memungkinkan memodifikasi olahan dengan tepung jagung nonpulut, atau masih memerlukan substitusi terigu (Suarni 2013). Pada Tabel 5 ditampilkan sifat fisikokimia tepung jagung dari beberapa varietas. Variasi sifat mengindikasikan potensi penggunaan tepung jagung untuk beragam produk olahan. Tepung jagung pulut lokal dengan kandungan amilosa 8,99% memiliki daya serap minyak

(DSM) rendah dengan daya serap air (DSA) dan sifat emulsi lebih tinggi dibanding tepung jagung biasa.

Daya kembang produk makanan dapat ditinjau dari viskositas puncak (*peak viscosity*), sedangkan tingkat kelunakan dan kerenyahan produk olahan dapat dilihat dari viskositas balik (*set back viscosity*). Kandungan amilosa bahan yang berbeda akan menghasilkan sifat amilograf yang juga berbeda (Tabel 6). Varietas Anoman-1 dan Lokal Soppeng adalah jagung nonpulut dengan kadar amilosa sedang (Suarni 2010).

Waktu awal gelatinisasi varietas Anoman-1 dan jagung lokal Soppeng relatif lebih tinggi dibanding jagung pulut lokal Soppeng. Sifat amilograf pati ketiga varietas menunjukkan pola relatif berbeda, kecuali viskositas balik. Waktu gelatinasi tepung jagung pulut lokal Soppeng adalah terendah, yaitu 14,5 menit dengan suhu 51,75°C, sedangkan pada varietas lokal Soppeng 26 menit dengan suhu 64°C, dan tertinggi pada varietas Anoman-1 yang mencapai 28,5 menit dengan suhu 72,75°C. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kadar amilosa bahan tepung jagung. Kadar amilosa pulut lokal Soppeng hanya 3,18%, lebih rendah dibanding varietas Anoman-1 yang mencapai 24,26% dan varietas lokal Soppeng 22,33%. Bahan tepung jagung Anoman-1 dan varietas lokal Soppeng berkadar amilosa sedang, sedangkan pulut lokal

Tabel 6. Sifat amilograf dan ukuran granula pati tepung jagung bahan untuk olahan stik.

Amilograf	Varietas		
	Anoman-1	Lokal Soppeng	Pulut lokal Soppeng
Waktu awal gelatinisasi (menit)	28,5	26,0	14,5
Suhu gelatinisasi (°C)	72,75	64,0	51,75
Waktu awal gelatinisasi pada 93°C (menit)	94,5	88,5	66,0
Viskositas puncak	1560	1360	1320
Viskositas 50° C	1440	1100	1060
Viskositas 50° C 20 menit (BU)	740	870	740
Ukuran granula pati (µm)	7,3–14,2	4,17–8,67	3,20–7,33
Rata-rata ukuran granula pati (µm)	10,90	5,28	6,43

Sumber: Suarni 2010; BU= *Brabender Unit*

Soppeng beramilosa rendah. Hasil penelitian Widaningrum dan Purwani (2006) serta Santosa *et al.* (2006) menunjukkan kadar amilosa bahan berpengaruh pada sifat amilograf produk. Viskositas puncak adalah kriteria yang dipakai untuk melihat kemampuan tepung atau pati dalam mempertahankan granula pada proses pemanasan. Suhu gelatinisasi tersebut menandakan suhu pada saat pertama kali viskositas mulai meningkat dan energi kinetik molekul-molekul air lebih kuat daripada daya tarik menarik dalam granula.

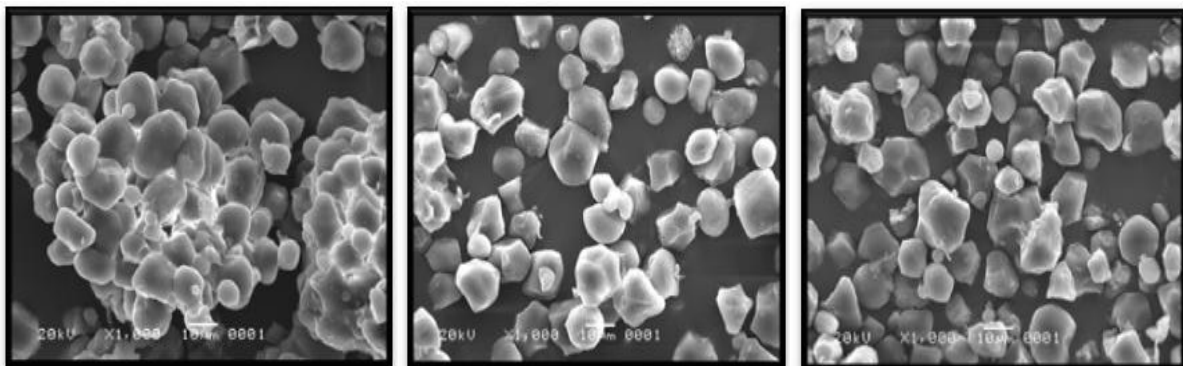
Varietas Anoman-1 yang mengandung amilosa sedang 22-28% sesuai untuk produk beras jagung. Hasil uji organoleptik menunjukkan produk olahan pangan berbasis jagung dengan substitusi beras padi hingga 20% sangat disukai panelis, bahkan substitusi hingga 30% masih dapat diterima konsumen walaupun bukan pengonsumsi beras jagung. Hal ini disebabkan antara lain karena biji jagung varietas Anoman berwarna putih, dan diproses menjadi beras jagung mendekati butiran beras padi (Suarni 2014).

Gelatinisasi pati merupakan suatu fenomena yang kompleks. Suhu pada saat butir pati membengkak dengan cepat dan mengalami perubahan yang bersifat *irreversible* disebut suhu gelatinisasi. Selain granula pati,

komponen protein, lemak, dan sakarida dalam pati juga mempengaruhi suhu gelatinisasi. Proses gelatinisasi mengakibatkan pati kehilangan bangunan granula, sehingga terjadi pembengkakan granula dan penyebaran isinya. Pada proses pembengkakan butir pati, molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan gugus OH pati. Ikatan tersebut menempati daerah melingkar, dimana lingkaran yang terbentuk oleh molekul amilosa lebih besar dibanding molekul amilopektin.

Viskositas optimum tepung jagung varietas Anoman-1 adalah tertinggi (1.560 BU), diikuti oleh varietas lokal Soppeng (1.360 BU), dan terendah pada pulut lokal Soppeng (1.320 BU). Viskositas optimum merupakan titik optimal viskositas pasta yang dihasilkan selama pengukusan adonan stik. Kisaran viskositas tersebut sesuai untuk produk olahan bertekstur keras dan setelah dingin menjadi rapuh seperti emping stik jagung (Suarni 2010). Hasil penelitian Suarni (2009a) menunjukkan tekstur dan sifat fisikokimia tepung jagung dengan kadar serat pangan tinggi lebih sesuai untuk produk kue kering atau sejenisnya.

Pemotretan granula pati menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) menunjukkan bentuk granula pati jagung ketiga varietas tersebut adalah



Gambar 2. Bentuk granula pati jagung varietas Anoman-1, pulut lokal Soppeng, dan varietas lokal Soppeng (Suarni *et al.* 2008).

poligonal, bulat tidak beraturan dengan permukaan licin (*smooth*) seperti terlihat pada Gambar 2. Ketiga pati jagung memiliki bentuk dan ukuran pati yang beragam. Ukuran pati masih termasuk sempit, varietas Anoman-1 berkisar antara 7,3-14,2 μm , jagung pulut lokal Soppeng 3,20-7,33 μm , dan varietas lokal Soppeng 4,17- 8,67 μm .

Pati dengan ukuran granula kecil lebih cocok digunakan sebagai bahan baku industri makanan. Granula dengan ukuran sempit atau seragam akan menghasilkan produk yang lebih baik. Ukuran granula pati jagung varietas Srikandi Putih untuk pangan berkisar antara 4,45-15,05 μm (Suarni *et al.* 2013). Hal ini memberi petunjuk bahwa varietas Anoman-1, jagung pulut lokal Soppeng, dan varietas lokal Soppeng mempunyai ukuran dan bentuk granula pati tergolong sempit dan seragam sehingga dapat digunakan untuk produk pangan.

Tepung dengan ukuran granula relatif kecil cenderung memiliki *pasting temperature* yang tinggi dan *peak viscosity* yang rendah. Tepung dengan granula pati yang besar juga memiliki *peak viscosity* yang juga tinggi (Zaidul *et al.* 2007). Untuk produk tertentu, sifat pati ketiga varietas masih memerlukan modifikasi, seperti modifikasi tepung secara enzimatis menggunakan enzim α -amilase dari kecambah kacang hijau (Suarni *et al.* 2007).

Karakter sifat fisikokimia jagung pulut ungu yang dipanen masak susu dan masak fisiologis memberikan arahan produk yang sesuai. Jagung ungu memiliki karakter pulut (amilosa rendah, amilopektin tinggi). Hasil analisis sifat amilografi tepung calon varietas unggul jagung pulut ungu dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari hasil analisis amilografi tepung jagung ungu terlihat beberapa parameter tidak terukur, sedangkan daya kembang produk makanan dapat ditinjau dari viskositas puncaknya (*peak viscosity*). Tingkat kelunakan dan kerenyahan produk dapat dilihat dari viskositas balik (*set back viscosity*). Viskositas balik ketiga sampel jagung ungu sangat rendah dan PMU (S1) Synth.F.C1 lebih tinggi dibandingkan dengan tiga galur lainnya.

Penurunan viskositas selama pemanasan menunjukkan kestabilan pasta selama pemanasan, dimana semakin rendah *breakdown* maka pasta yang terbentuk akan semakin stabil terhadap panas. Salah satu komponen yang berpengaruh terhadap sifat amilografi tepung adalah

komposisi amilopektin dan amilosa. Besarnya *breakdown viscosity* menunjukkan granula-granula tepung yang telah membengkak secara keseluruhan bersifat rapuh dan tidak tahan terhadap proses pemanasan.

RAGAM DAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN PRODUK PANGAN BERBASIS JAGUNG PULUT

Produk olahan aneka ragam pangan dapat dibuat dari jagung pulut putih dengan mengunggulkan sifat fisikokimianya. Dalam hal ini jagung pulut dipanen pada saat masak susu maupun masak fisiologis (Suarni dan Subagio 2013, Suarni *et al.* 2015). Proses pemanfaatan jagung pulut sebagai bahan diversifikasi dan industri pangan disajikan pada Gambar 3.

Jagung pulut yang dipanen pada saat masak susu dapat diolah untuk berbagai produk pangan siap konsumsi. Melalui proses ekstraksi, jagung pulut masak susu diolah menjadi susu dan dodol, dan dengan sentuhan teknologi kemudian dihasilkan produk instan. Hal ini menunjukkan kelebihan jagung sebagai bahan pangan yang dapat lebih dini mengatasi kerawanan pangan.

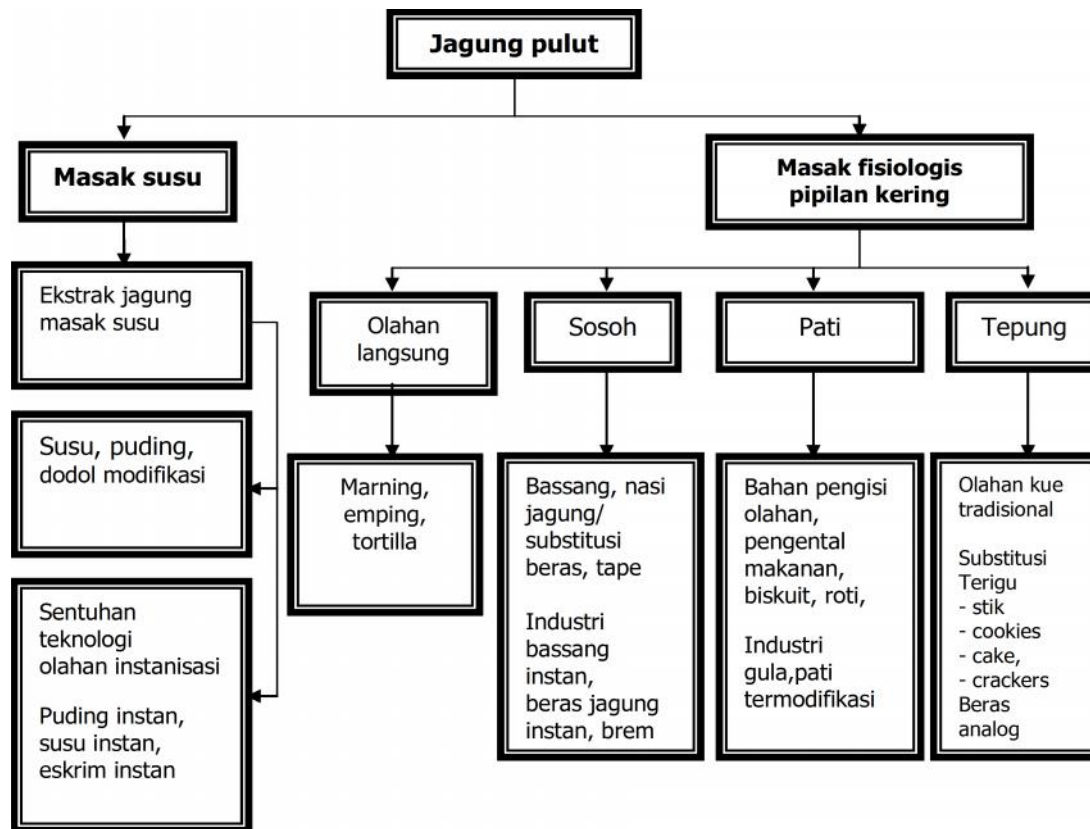
Jagung pulut pipilan kering dapat diolah langsung menjadi emping, marning, dan tortila. Pembuatan emping dan marning melalui proses yang hampir sama. Perbedaannya hanya terletak pada tahapan terakhir, marning setelah perebusan langsung dijemur sedangkan emping melalui proses penggilingan/pemipihan. Kaslam *et al.* (2012) menginformasikan emping jagung menyerap air yang tinggi sehingga saat digoreng tidak mekar dengan sempurna sehingga kurang enak dikonsumsi. Jagung pulut pipilan kering yang telah direbus juga dapat dibuat tortilla, dengan proses pembuatan adonan, pemipihan, pencetakan dan pengeringan, kemudian digoreng dan dikemas untuk siap dipasarkan (Jumadi 2008).

Biji jagung kering dapat disosoh menjadi bahan setengah jadi, kemudian diolah menjadi beras jagung pulut yang dapat mensubstitusi beras pulut dalam

Tabel 7. Sifat amilografi tepung jagung pulut ungu.

Parameter	PMU (S1) Synth F.C1	PPU (S1) C1	PTU (S1) D.CO	PVU (S1) CO
Amilosa (%)	5,77	6,04	8,02	7,02
Gel temp (°C)	87,0	85,5	82,5	87,0
Waktu peak (menit)	-	-	-	-
Peak temp (°C)	-	-	-	-
Viscositas puncak (BU)	-	-	-	-
Viscositas 93°C (BU)	50	130	150	80
Viscositas 93°C /120' (BU)	80	170	190	110
Viscositas 50°C (BU)	300	320	380	210
Set back visc. (BU)	220	150	190	100

Sumber: Suarni *et al.* (2015)



Gambar 3. Pemanfaatan jagung pulut untuk berbagai produk olahan mendukung diversifikasi pangan.

berbagai bentuk produk olahan tradisional. Sugyono *et al.* (2004) menghasilkan produk beras jagung instan dengan rendemen 60-63%. Tingkat penyerapan air beras jagung pulut instan lebih besar dibanding jagung nonpulut. Uji organoleptik menunjukkan tidak ada perbedaan rasa nasi beras jagung pulut instan dengan beras jagung biasa. Husain *et al.* (2006) menghasilkan grits instan berbahan dasar jagung pulut lokal Makassar yang dapat dimasak selama 7 menit. Hal ini berbeda dengan yang dikemukakan Supriyadi *et al.* (2004) bahwa grits jagung pulut instan dapat dimasak lebih cepat, hanya 5 menit. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel grits, semakin kecil partikel grits semakin singkat waktu pemasakan. Selain itu juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa jagung pulut yang beragam dengan kisaran 2,5-7,5% (Suarni *et al.* 2008).

Jagung pulut sosoh dapat difermentasi menjadi tape, kemudian dilanjutkan ke proses ekstraksi sari tape menjadi brem padat (Suarni 2005). Brem merupakan produk olahan lanjutan dari tape beras ketan. Ukuran partikel *grits* jagung dengan waktu fermentasi berpengaruh terhadap sifat gelatinisasi (Aini *et al.* 2010). Hal ini mendukung peningkatan mutu tape jagung pulut. Beras jagung pulut yang difermentasi selama 5 hari dengan penambahan ragi 0,5% menghasilkan brem cair dengan kadar gula 35,5%, kadar total asam 2,61, dan kadar alkohol 6,04. Warna,

aroma, dan rasa brem cair tersebut disukai oleh panelis (Tartar dan Malle 2016). Dalam pembuatan tape diperlukan bahan baku dengan kandungan amilopektin tinggi. Untuk tujuan diversifikasi pangan, tape yang akan dibuat perlu menggunakan bahan baku berupa jagung pulut. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan pokok beras ketan.

Jagung sosoh dapat diolah menjadi pati, yang digunakan sebagai bahan pengisi dan pengental dalam industri makanan. Pati jagung pulut dapat diolah menjadi gula, biskuit, dan kue kering dengan substitusi terigu (Gracia *et al.* 2009). Jagung pulut termasuk sereal berkarbohidrat tinggi, mempunyai karakter fisikokimia pati spesifik (Yu S. *et al.* 2009, Suarni *et al.* 2013), sehingga pemanfaatannya sesuai untuk produk dengan karakter yang diinginkan. Jagung sosoh dapat dilanjutkan prosesnya menjadi tepung jagung dengan metode langsung atau metode basah. Tepung jagung pulut kurang sesuai untuk produk mi sebagaimana dinyatakan oleh Nurfitriani (2012). Panelis menyukai mi dari tepung jagung kuning dibanding tepung jagung pulut. Tepung jagung sesuai dibuat untuk kremus, salah satu produk olahan tradisional termodifikasi (Indryani 2013). Emping stik yang dibuat dari tepung jagung pulut lokal Soppeng dengan pengukusan adonan selama 20 menit lebih disukai panelis dalam hal rasa dan kerenyahan

(Suarni 2010). Dari segi warna, emping stik jagung dari varietas Anoman-1 dengan waktu pengukusan adonan 30 menit lebih disukai panelis.

Suarni *et al.* (2007) telah memodifikasi tepung jagung dengan teknologi enzimatis menggunakan kecambah kacang hijau sebagai sumber enzim α -amilase. Tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan memiliki sifat fungsional yang lebih baik dibanding sebelum modifikasi dengan kadar protein yang lebih tinggi. Arifin *et al.* (2014) memodifikasi tepung jagung varietas Anoman-1 dan pulut harapan dengan metode fermentasi ragi dengan tambahan kultur mengandung mikroorganisme amilolitik. Fermentasi selama 72 jam menurunkan kadar amilosa pada tepung jagung pulut harapan dari 13,70% menjadi 10,19-12,90%. Untuk varietas Anoman-1, fermentasi selama 72 jam menurunkan kadar amilosa dari 37,17% menjadi 30,24-35,97%.

Beras analog atau beras tiruan (*artificial rice*) adalah beras yang dibuat dari bahan nonpadi dengan kandungan karbohidrat menyerupai beras pada umumnya. Beras analog dapat diolah menggunakan teknologi ekstruksi (Mishra *et al.* 2012). Tepung jagung pulut dapat dimanfaatkan untuk substitusi beras analog dengan kadar amilosa rendah dan berkontribusi rasa pulen, sifat fungsional, dan nilai tambah komponen pangan fungsional. Budijanto dan Yuliyanti (2012) membuat formula beras analog dari tepung jagung dan tepung sorgum. Noviasari *et al.* (2013) memanfaatkan jagung putih termasuk jagung pulut pada pembuatan beras analog. Merujuk pada penelitian sebelumnya, Noviasari *et al.* (2015) menggunakan jagung putih untuk pembuatan beras analog dengan mengunggulkan unsur pangan fungsional yang dapat menurunkan indeks glikemik (IG). Beras analog dari jagung putih memiliki nilai IG 69 dan dengan penambahan tepung kedelai 10% menghasilkan IG 50.

PROSPEK DAN STRATEGI PENGEMBANGAN JAGUNG PULUT

Kelebihan jagung sebagai bahan pangan adalah dapat lebih awal mengantisipasi rawan pangan dan gizi. Berbeda dengan sereal lain seperti gandum, sorgum, dan padi yang harus menunggu hingga masak fisiologis untuk diolah menjadi bahan makanan, jagung sudah dapat diolah menjadi produk pangan sejak masak susu dan disukai oleh umumnya konsumen karena mengandung gizi yang memadai dengan citarasa enak. Bahkan sebelum masak susu, jagung juga banyak digunakan untuk sayur *baby corn* (Suarni 2009b).

Aneka ragam pangan dari jagung panen muda dan masak fisiologis dapat mendukung diversifikasi pangan, baik dalam bentuk olahan tradisional, semi tradisional, maupun modern (Suarni 2009a, Suarni 2013). Dari segi ekonomi, jagung panen muda dapat dijual kepada konsumen atau pengrajin makanan untuk diolah dalam

bentuk produk rebus dan bakar. Jagung pulut panen muda dapat diolah menjadi produk pangan dalam kaleng. Di Makkah, Madinah, dan kota-kota lainnya di Arab Saudi telah berkembang produk jagung manis dalam kaleng. Substitusi jagung manis dengan jagung pulut sebagai bahan baku produk olahan jagung kaleng diharapkan memperluas jangkauan pemasaran jagung pulut.

Nilai jual jagung panen muda lebih tinggi karena waktu yang diperlukan dalam proses produksi lebih singkat dibanding jagung untuk produksi biji, sekitar 70 hari, sehingga intensitas penanaman dapat ditingkatkan dari dua kali menjadi 4-5 kali per tahun. Peningkatan intensitas pertanaman berdampak terhadap peningkatan produksi dan pendapatan petani (Suharno *et al.* 2011).

Hasil analisis pemasaran jagung pulut panen masak susu di Desa Pakatto, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, menunjukkan petani yang merebus sendiri jagung pulut kemudian dijual langsung ke konsumen memperoleh margin Rp 700/tongkol dengan biaya pemasaran Rp 50/tongkol, sehingga mendapat keuntungan Rp 650/tongkol (Dachlan *et al.* 2013). Analisis usaha tani jagung pulut panen muda dapat dilihat pada Tabel 8.

Beberapa produk olahan yang diminati konsumen dan telah mengisi toko makanan di beberapa daerah, terutama di Sulawesi Selatan, merupakan rujukan untuk pengembangan produk olahan jagung pulut, termasuk jagung marning, emping jagung, dan tortilla. Produk jagung marning dapat memberi keuntungan 32% lebih tinggi dibandingkan jika dikonsumsi langsung. Setiap satu liter jagung pulut pipilan menghasilkan empat bungkus (100 g/bungkus) jagung marning dengan harga Rp 800/bungkus. Emping jagung pulut diproduksi oleh industri skala kecil hingga menengah.

Bassang yang merupakan produk olahan tradisional dari jagung masih tersedia di warung penjual makanan tradisional khas Makassar. Produk tradisional ini bahkan diperjualbelikan secara keliling di kota Makassar untuk sarapan. Kelemahan produk bassang adalah waktu pengolahan yang relatif lama, tetapi dengan sentuhan teknologi instanisasi dapat menghasilkan "bassang instan" yang siap konsumsi (Tawali 2006).

Dodol garut berbasis tepung beras ketan berperan penting bagi perekonomian daerah setempat, mendukung pariwisata, dan sebagai oleh-oleh khas Garut (Hermanto dan Priatna 2004). Dodol garut dapat dijadikan acuan dalam pengembangan dodol tepung jagung pulut dengan mengunggulkan komponen pangan fungsional dan rasa spesifik jagung (Suarni dan Subagio 2013). Berbagai produk olahan pangan yang dapat dikembangkan dari jagung pulut dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengembangan jagung pulut untuk diversifikasi pangan perlu didukung oleh laboratorium lapang yang diinisiasi oleh pemerintah. Laboratorium lapang tersebut sebagai salah satu sarana pengembangan jagung pulut, termasuk varietas unggul dan lokal, teknologi budi daya, pengendalian hama dan penyakit tanaman, pascapanen

Tabel 8. Analisis usaha tani jagung pulut panen muda per ha.

Uraian	Fisik	Nilai (Rp)
Bahan		
a. Pengolahan tanah	-	900.000
b. Benih (kg)	20	300.000
c. Pupuk urea (kg)	200	1.000.000
d. Pupuk SP36 (kg)	200	1.000.000
e. Pupuk KCl (kg)	100	550.000
f. Saromil (bungkus)	4	40.000
g. Gramoxon (l)	2	110.000
	-	3.900.000
Upah tenaga kerja		
a. Penyiangan/Pembumbunan (kali)	2	500.000
b. Panen, pengupasan, dan mengikat	-	700.000
c. Angkut ke tempat pemasaran	-	300.000
Jumlah	-	1.500.000
Total biaya (I + II)		5.400.000
Produksi (jagung muda, tongkol)	30.000	20.000.000
Keuntungan (Rp/ha)		14.600.000
R/C ratio		2,70

Sumber: Balitsereal (2018).



Gambar 4. Produk olahan pangan dari jagung pulut: (a) bahan setengah jadi (biji, sosoh, tepung), (b) marning, (c) brownies, (d) dodol, (e) marning, (f) putu padat (Balitsereal 2017–2018).

primer dan pengolahan, serta peluang agribisnis. Strategi pemasaran aneka produk olahan pangan dari jagung pulut antara lain bekerja sama dengan toko makanan, terutama di perkotaan, yang diinisiasi oleh pemerintah daerah setempat dengan promosi yang intens.

Badan Litbang Pertanian sebagai penghasil teknologi dapat memanfaatkan Taman Sains Pertanian (TSP) dan Taman Teknologi Pertanian (TTP) dalam mengembangkan teknologi jagung pulut dan produk olahannya, bekerja sama dengan instansi terkait di daerah setempat, termasuk Balitbangda, Kementerian Perindustrian, Perdagangan,

dan Koperasi. Petani setempat perlu didorong membudidayakan jagung pulut dan pengrajin makanan didorong pula untuk lebih kreatif menghasilkan produk olahan pangan berbasis jagung pulut mendukung diversifikasi dan industri pangan.

KESIMPULAN

Kini telah tersedia beberapa varietas jagung pulut, baik lokal maupun varietas unggul. Agar dapat membantu

pengguna dalam menghasilkan produk pangan yang diinginkan, setiap varietas jagung pulut perlu dilengkapi dengan informasi karakteristik fisikokimia dan sifat fungsionalnya.

Jagung pulut yang dipanen muda, masak susu, hingga masak fisiologis dapat diolah menjadi beraneka ragam produk yang memiliki gizi dan citarasa spesifik dengan kadar amilopektin tinggi dan amilosa rendah. Jagung pulut pipilan kering dapat diolah langsung menjadi marning, emping, dan bassang instan. Jagung pulut sosoh diolah menjadi bahan setengah jadi (grits, pati dan tepung), selanjutnya dapat mensubstitusi tepung beras pulut dalam berbagai produk olahan. Keuntungan usaha tani jagung pulut mencapai Rp 14 juta per ha. Pengolahan jagung pulut menjadi berbagai produk olahan pangan akan memberikan keuntungan yang lebih besar.

Jagung pulut dapat dikembangkan melalui pembentukan laboratorium lapang dengan sarana pelatihan pengembangan varietas, teknologi budi daya, pascapanen primer dan pengolahan, serta peluang agribisnis. Taman Sains Pertanian (TSP) dan Taman Teknologi Pertanian (TTP) Badan Litbang Pertanian, terutama yang dikelola Balai Penelitian Tanaman Sereal, diharapkan dapat dijadikan pusat pelatihan pengembangan teknologi jagung pulut mendukung diversifikasi pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., P.Haryadi, T.R. Muchtadi dan Andarwulan. 2010. Hubungan antara waktu fermentasi grits jagung dengan sifat gelatinisasi tepung jagung putih yang dipengaruhi ukuran partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 21(1): 18–24.
- Arifin, R., R.D. Hariyadi, P. Hariyadi and D. Fardiaz. 2014. Profile of microorganism and amylase content of white corn flours of two local varieties as affected by fermentation process. 2014 2nd International Conference on Food and Agricultural Sciences IPCBEE 77: 60–65 (2014)© (2014) IACSIT Press, Singapore.
- Balitsereal. 2017–2018. Laporan Akhir Tahun Balai Penelitian Tanaman Sereal Tahun 2017/2018 (Tidak dipublikasikan).
- Budijanto, S. dan Yuliyanti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(3): 177–186.
- Dachlan, Salman, A. Wahab. 2013. Analisis pemasaran jagung pulut (waxy corn) di desa Pakkato kecamatan Bontomarannu kab. Gowa. *Jurnal Agrisitem* 9(1): 67–76.
- Ellench M., D. Bedigian, O. Roiseux, S. Besbes, C., Blecker, and H. Attia. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. A review *J. Food Chem* 124: 411–421.
- Gracia, C., Sugiyono dan H. Bambang. 2009. Kajian formulasi biskuit jagung dalam rangka substitusi tepung terigu. *Jurnal Teknologi & Industri pangan* 20(1): 32–40.
- Hermanto, A. dan A. Priatna. 2004. Pengalaman empiris perusahaan “Dodol Garut Picnic” dalam pengembangan pangan tradisional. hlm. 30–32. Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional. BB. Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Husain, H., Muchtadi, T.R., Sugiyono, B. Haryanto. 2006. Pengaruh metode pembekuan dan pengeringan terhadap karakteristik grits jagung instan. *Jurnal Teknologi & Industri Pangan*. 17: 189–196.
- Indryani, L.O. 2013. Studi komparasi penggunaan tepung jagung dari varietas yang berbeda terhadap kualitas kremes. 78 hlm. Skripsi Teknologi Jasa dan Produksi Universitas Negeri Semarang.
- Julianto, R.P.D., A.N. Sugiharto, dan A. Soegianto. 2012. Keragaman dan hertabilitas 10 galur inbrida S4 pada tanaman jagung ketan (*Zea mays* L. var. *ceretina* Kulesh). *Buana Sains* 16(2): 189–194.
- Jumadi, 2008. Pengkajian teknologi tortilla jagung. *Buletin Teknik Pertanian* 13(2): 73–74.
- Kaslam, Salengke dan H.A. Koto. 2012. Mempelajari sorpsi isotermin dan daya patah emping jagung pulut. Makalah yang disajikan pada Seminar Hasil Prodi Keteknikan Pertanian Unhas. Makassar, 13 April 2012.
- Maruaapey, A. 2012. Pengaruh dosis pemupukan Kalium terhadap pertumbuhan dan produksi berbagai asal jagung pulut (*Zea mays ceratina* L.). *Jurnal Agroforestri* 7(1): 33–41.
- Mishra, A., N.M. Hari, and S.R. Pavuluri. 2012. Preparation of rice analogues using ekstrusion technology: *Journal Food Science and Technology* 47: 1789–1797.
- Noviasari, S., F. Kusnandar dan S. Budijanto. 2013. Pengembangan beras analog dengan memanfaatkan jagung putih. *Jurnal Teknologi Industri Pangan* 24: 195–201.
- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setyono, dan S. Budijanto. 2015. Beras analog sebagai pangan fungsional dengan indeks glikemik rendah. *Jurnal Gizi Pangan* 10(3): 225–232.
- Nurfitriani, A. 2012. Studi pembuatan mie instan dengan menggunakan bahan baku jagung kuning dan jagung pulut. Blog Archive. Diakses Rabu, 4 Januari 2017. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fak. Pertanian Universitas Ichsan Gorontalo.
- Pesireron, M. dan R.E. Senewe. 2011. Keragaan 10 varietas/galur jagung komposit dan hibrida pada agroekosistem lahan kering di Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian* 7(2): 53–59.
- Safuan L.O., D.Boer, T. Wijayanto dan N. Susanti. 2014. Analisis variabilitas kultivar jagung pulut (*Zea mays Ceretina* Kulish) lokal Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agrotekno* 4(2): 108–112.
- Setyowati, N. dan N.W. Utami. 2013. Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tiga aksesori jagung pulut lokal Maros. *Jurnal Agrotropika* 18(1): 1–7.
- Singh, N., K.S. Shandu, and M. Kaur. 2005. Physicochemical properties including granular morphology, amylase content, swelling and solubility, thermal and pasting properties of starches from normal, waxy, high amylase and sugary corn. *Progress in Food Biopolymer Research* 1: 43–55.
- Singh, M., S.X. Liu, and S.F. Vaughn. 2012. Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 1: 348–352.
- Suarni. 2004. Komponen nutrisi jagung pulut (waxy maize). *Jurnal Stigma* 2(3): 356–359.
- Suarni. 2005. Pemanfaatan jagung pulut untuk olahan tape. hlm. 89–93. Prosiding Seminar Nasional PERTETA, Fak. Tek. Pertanian UNPAD, TTG LIPI. Bandung.
- Suarni, Tj. Harlim, A. Upe, and R. Patong. 2007. The enzymatic effect (-amylase) on viscosity and carbohydrate composition of maize flour. *Indonesian Journal of Chemistry* 7(2): 218–222.
- Suarni, M. Aqil and I.U. Firmansyah. 2008. Starch characterization of several maize varieties for industrial use in Indonesia. Paper of the Asian Regional Maize Workshop (ARMW). Makassar, 20–23 October 2008.

- Suarni. 2009a. Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (*cookies*). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 28(2): 63–71.
- Suarni. 2009b. Pemanfaatan jagung masak susu berbagai produk olahan mendukung pemenuhan pangan menunjang hidup sehat. hlm. 175–182. *Prosiding Seminar Nasional BPTP Sulawesi Tengah*. BBP2TP.
- Suarni. 2010. Teknologi pemanfaatan tepung jagung untuk pembuatan emping stik. *Jurnal Teknologi Pascapanen*. BB Penelitian dan Pengembangan Pascapanen 7(1): 23–31.
- Suarni. 2013. Pengembangan pangan tradisional berbasis jagung mendukung diversifikasi pangan. *IPTEK Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 8(1): 40–48.
- Suarni, I. U. Firmansyah dan M. Aqil. 2013. Keragaman mutu pati beberapa varietas jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 32(1): 50–56.
- Suarni dan H. Subagio. 2013. Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 32(3): 47–55.
- Suarni. 2014. Peranan sifat fisikokimia dan komponen fungsional jagung sebagai landasan inovasi teknologi diversifikasi pangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 32(3): 47–55.
- Suarni, A. Suliastiningrum, M. Taufik dan Maulydia. 2015. Pemanfaatan jagung pulut ungu untuk beberapa produk olahan. 52 hlm. *Laporan Penelitian Koordinatif Balitsereal-BB Pascapanen*.
- Suharno, Syamsiar dan Suarni. 2011. Analisis agribisnis jagung muda varietas hibrida di Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. hlm. 518–525. *Prosiding Pekan Sereal Nasional Balitsereal*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sugiyono, R.T. Soekarto, P. Haryadi, A. Supriadi. 2004. Kajian optimasi teknologi beras jagung instan. *Jurnal Teknologi dan Industri pangan* XV(2): 119–128.
- Sugiyono, Fransisca dan A. Yulianto. 2010. Formulasi tepung penyalut berbasis tepung jagung dan penentuan umur simpannya dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 21(2): 95–101.
- Supriadi, A., Sugiyono, S.T. Soekarto dan P. Haryadi. 2004. Kajian optimasi teknologi pengolahan beras jagung instan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 15(2): 119–128.
- Tartar, S.U. dan S. Malle. 2016. Pengembangan bioproses jagung pulut menjadi produk olahan brem cair. *Jurnal Galung Tropika* 5(2): 118–129.
- Tawali, A.B. 2006. Jagung Sosoh Pratanak (JSP), produk inovatif yang praktis sebagai bahan baku baskang. *Makanan Tradisional Sulawesi Selatan*. Food review 2(7).
- Widaningrum dan E.Y. Purwani. 2006. Karakterisasi serta studi pengaruh perlakuan panas dan HTM terhadap sifat fisikokimia pati jagung. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 3(2): 109–118.
- Yasin, M.HG, Suarni, S.B. Santoso, Faesal, A.H. Talanca, dan M.J. Mejaya. 2017. Stabilitas hasil jagung pulut varietas bersari bebas pada dataran rendah tropis. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 3(1): 223–232.
- Yu S, Ying M, Wen SD. 2009. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal Cereal Sci.* (50): 139–144.
- Zaidul, ISM, H. Yamauchi, SJ. Kim, N. Hasimoto, and T. Noda. 2007. RVA study of mixtures of wheat flour and potato starches with different phosphorus content. *Food Chemistry* 102: 1105–1111.