

Bidang Unggulan :7 /Kajian Ketahanan Nasional

**Kode>Nama Rumpun Ilmu : 161/Teknologi
Industri Pertanian**

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (PTUPT)



**REKAYASA BERAS ANALOG DARI BAHAN BAKU ILES-ILES
(*Amorphophallus muelleri*), TEPUNG MOCAF (*Manihot utilisima*),
DAN KEDELAI (*Glycine max*) MENGGUNAKAN METODE
NANOTEKNOLOGI DAN EKSTRUDER**

Tahun ke 1 (satu) dari rencana 2 (dua) tahun

Oleh :

- 1. Dr. Kisroh Dwiyono
NIDN 0028045702**
- 2. Dr. Drs. Purwoko, MSi
NIDN 0010075906**
- 3. Dr. Ir. Luluk Prihastuti E, MSi
NIDN 0326066401**

**UNIVERSITAS NASIONAL
FAKULTAS PERTANIAN
DESEMBER**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Rekayasa Beras Analog Dari Bahan Baku Iles-Iles
(*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), Dan Kedelai (*Gylisine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi Dan Ekstruder

Kode>Nama Rumpun : 161/Teknologi Industri Pertanian

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Kisroh Dwiyono

b. NIDN : 0028045702

c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

d. Program Studi : Agroteknologi Unas

e. Nomor HP : 082260313136

f. Alamat surel (e-mail) : kisrohdwiyono@yahoo.com

Anggota (1)

a) Nama Lengkap : Dr. Drs. Purwoko, MSi

b) NIDN : 0010075906

c) Jabatan Fungsional : Lektor

d) Program Studi : Teknologi Industri Pertanian IPB

e) No. HP : 08121318369

f) Alamat surel (e-mail) : p_purwoko@yahoo.com

Anggota (2)

a) Nama Lengkap : Dr. Ir. Luluk Prihastuti kowahyuni, MSi

b) NIDN : 0326066401

c) Jabatan Fungsional : Lektor

d) Program Studi : Agroteknologi Unas

e) No. HP : 0008066402

f) Alamat surel (e-mail) : lulukprihastuti@yahoo.com

Lama Penelitian Keseluruhan : 2 tahun

Biaya Keseluruhan : Rp. 365,618,000

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 190.560.000

Biaya Dari Perguruan Tinggi : Rp.0,-

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian


Ir. Inkorina GS Sukartono, M.Agr
NID.01038902



Jakarta, 14 Desember 2020
Ketua Peneliti,

Dr. Kisroh Dwiyono
NIP. 195704281983031002



Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Nasional


Dr. Ngarti Saribanon M.Si.
NID. 031056001

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Rekayasa Beras Analog Dari Bahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), Dan Kedelai (*Gylisine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi Dan Ekstruder

2. Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/mingg)
1	Dr.Kisoh Dwiyono	Ketua	Agroindustri	Universitas Nasional	20
2	Dr.Drs.Purwoko MSi	Anggota 1	Agroindustri	Institut Pertanian Bogor	15
3	Dr.Ir.Luluk Prihastuti Ekowahyuni, MSi	Anggota 2	Agronomi	Universitas Nasional	15

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian) : Umbi iles-iles, tepung mocaf, dan kedelai

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan Maret tahun 2019

Berakhir : bulan November 2020

5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun ke-1 : Rp.175,059,000

Biaya Keseluruhan : Rp 365,618,000

Tahun ke-2 : Rp.190.560.000

6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan) Laboratorium Pangan,Seafast, Technopark IPB, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong Bogor, Pusat Penelitian dan Teknologi (PUSPITEK), Serpong Tangerang, dan Laboratorium Pertanian Unas Jakarta.

7. Instansi lain yang terlibat: tidak ada

8. Temuan yang ditargetkan : Produk beras analog, metode, buku referensi, journal internasional, dan paten tetap.

9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek)

10. Beras analog dari bahan baku iles-iles, tepung mocaf, dan kedelai menggunakan metode nanologi dan ekstruder merupakan proses yang memadukan antara pengecilan ukuran,

pencampuran, penambahan gizi, senyawa aditif, emulsi, dan pencetakan di bawah pengaturan secara elektronik dan pemanfaatan teknologi nanoteknologi pangan dan ekstruder untuk menghasilkan produk yang lebih stabil, mudah terserap pencernaan tubuh, dan lebih lengkap komponen gizinya. Jenis pangan ini dapat dikembangkan dimasa mendatang untuk mengantisipasi keamanan pangan, kesehatan, dan kecerdasan.

11. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama terbitan berkala ilmiah internasional bereputasi, nasional terakreditasi, atau nasional terakreditasi dan tahun rencana publikasi) adalah Journal internasional yang akan disubmit adalah “Journal Cogent Engineering” rencana publikasi tahun 2020.
12. Rencana luaran HAKI, patent sederhana, buku, dan journal internasional yang rencana perolehan tahun 2021.
13. Luaran yang akan dihasilkan adalah produk beras analog, haki, paten sederhana, buku ajar, dan referensi.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM	iii
DAFTAR ISI	v
RINGKASAN	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Beras Analog	3
2.2 Iles-Iles (<i>Amorphophallus muelleri</i>).....	3
2.3 Tepung Mocaf (<i>Manihot utilisima</i>).....	4
2.4 Kedelai (<i>Glycine max</i>).....	5
2.5 Ekstrusi	6
2.6 Nanoteknologi.....	8
2.7 <i>Fishbone</i> Diagram Penelitian.....	9
2.8 Roadmap Penelitian	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Bahan dan Alat	12
3.2 Waktu dan Tempat.....	12
3.3 Tahapan Penelitian.....	12
BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	15
4.1. Anggaran Biaya.....	15
4.2. Jadwal Penelitian.....	16
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
BAB 6. KESIMPULAN.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	27

RINGKASAN

Umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*), tepung mocaf (*Manihot utilisima*) dan kedelai (*Glycine max*) banyak dihasilkan di Indonesia yang merupakan kearifan lokal, mempunyai nilai ekomomi yang tinggi serta banyak manfaatnya. Salah satu manfaat tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku beras analog (artificial rice) yang mempunyai kemiripan dengan beras alami baik bentuk dan susunan kimianya. Beras analog merupakan beras yang terbuat dari tepung iles-iles, mokaf, dan kedelai yang dapat dijadikan beras alternatif saat dibutuhkan oleh masyarakat. Tujuan penelitian adalah membuat beras analog atau artificial rice yang terbuat dari iles-iles, tepung mokaf, dan kedelai ukuran nanoteknologi dengan metode ekstruder. Ketiga bahan tersebut masing-masing mempunyai kelebihan senyawa gizi antara lain iles-iles banyak mengandung serat, tepung mokaf mengandung karbohidrat, dan kedelai banyak mengandung protein yang didalamnya terdapat omega-3 yang sangat penting untuk kesehatan tubuh. Tahapan penelitiannya meliputi pembuatan chips iles-iles diteruskan ke penepungan ukuran 80 mesh, ubi kayu dibuat tepung mokaf dengan fermentasi bantuan permifan, dan kedelai dibuat tepung ukuran 100 nm. Ketiga bahan tersebut dengan formulasi dan alat penolong tertentu seperti sagu, Gliseril Mono Stearat (GMS), dan air dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam alat ekstruder untuk dibuat beras analog. Ukuran yang ditargetkan meliputi produk beras analog, journal intrnasional, HKI, patent, dan buku referensi. Uraian TKT sesuai tahun penelitian adalah pada tahun pertama dihasilkan TKT 6 berupa bahan baku yang sesuai dengan kriteria beras analog, sedangkan tahun kedua adalah 8 dimana produk yang dihasilkan siap dibuat skala industri dan dipasarkan..

Kata kunci : Beras analog; ekstruder; iles-iles; kedelai; dan mocaf

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada saat ini Harga beras di beberapa wilayah di Indonesia dari tahun 2012 sampai tahun 2016 cenderung mengalami kenaikan, oleh karena itu seyogyanya perlu dicarikan jalan keluarnya. Salah satunya adalah konsumsi pangan alternatif berupa beras analog yang mempunyai nilai gizi dan nutrisi yang mirip dengan beras yang berasal dari umbi-umbian. Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2016 menyatakan bahwa beberapa wilayah Indonesia dari tahun ke tahun mengalami kenaikan harga beras. Sebagai contoh di wilayah Jakarta tahun 2012 harga beras sebesar Rp.9.000,04,-; tahun 2013 sebesar Rp. 9.000,45,-; tahun 2014 sebesar Rp. 10.000,03,-; tahun 2015 sebesar Rp. 11.000,73,- dan tahun 2016 sebesar Rp. 12.000,41,-[1].

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang mempunyai banyak jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan baik dan subur, diantaranya tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri*), singkong (*Manihot utilisima*), dan kedelai (*Glycine max*). Ketiga jenis tanaman tersebut mempunyai kelebihan dan potensi untuk dibuat beras analog sebagai pangan alternatif. Indonesia merupakan negara yang masyarakatnya mengkonsumsi beras tertinggi di dunia yaitu 139,5 kg/kapita/tahun melebihi rata-rata konsumsi beras dunia yang hanya 60 kg/kapita/tahun [2]. Masing-masing bahan umbi iles-iles, tepung mocaf, dan kedelai mempunyai kandungan kimia seperti serat, karbohidrat, dan protein sehingga sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh dan menambah nutrisigizi manusia. Beras analog dapat dibuat dari bahan yang sudah diformulasikan menjadi beras analog.

1.2 Perumusan Masalah

Umbi iles-iles, tepung mocaf, dan kedelai dapat dibuat menjadi beras analog yang memiliki nilai gizi mirip atau bahkan melebihi beras alami yang memiliki sifat fungsional seperti bahan bakunya.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan melakukan rekayasa beras analog dari bahan baku iles-iles, mocaf, dan kedelai ukuran nanoteknologi yang menggunakan metode ekstruder, dilengkapi dengan hasil analisis proksimat, rapid viscosity analyzer (RVA), fourier transform infrared (FTIR), transmission electron microscope (TEM), dan analisa amilum.

Manfaat penelitian adalah menghasilkan beras analog yang lebih baik kandungan gizinya, dan lebih terjangkau harganya.

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian		
		Tahun 2019	Tahun 2020	
1	Publikasi ilmiah	Internasional Nasional Terakreditasi	submitted submitted accepted accepted	
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional Nasional	terdaftar terdaftar Belum dilaksanakan sudah dilaksanakan	
3	<i>Invited speaker</i> dalam temu ilmiah	Internasional Nasional	terdaftar terdaftar Belum dilaksanakan belum dilaksanakan	
4	<i>Visiting lecturer</i>	Internasional	Tidak ada tidak dilaksanakan	
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)/Patent	Patent Patent sederhana Hak cipta Merk dagang Rahasia dagang Desain Produk Industri Indikasi Geografis Perlindungan Varietas Tanaman Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	terdaftar Tidak ada Tidak ada Tidak ada Tidak ada Tidak ada terdaftar tidak ada tidak ada tidak ada tidak ada	Sudah dilaksanakan Sudah dilaksanakan Sudah dilaksanakan Tidak ada Tidak ada sudah dilaksanakan tidak ada tidak ada tidak ada
6	Teknologi Tepat Guna		tidak ada tidak ada	
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya Sosial seni/Rekayasa		tidak ada tidak ada	
8	Buku Ajar (ISBN)		terdaftar sudah dilaksanakan	
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)		6 8	

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beras Analog

Beras analog adalah beras yang dibuat mirip seperti beras alami yang berasal dari bahan umbi-umbian, diolah secara agroindustri, dan mempunyai kandungan nutrisi gizi serta komponen-komponen kimia lainnya seperti beras. Umbi yang digunakan pada pembuatan beras analog ini antara lain iles-iles, singkong (berbentuk tepung mocaf, kentang dan sebagainya. Adapun bahan lain yang bisa ditambahkan yang mempunyai kelebihan zat-zat tertentu seperti kedelai, sagu, jagung, dan sebagainya. Penambahan sagu 30% merupakan formula terbaik dalam pengembangan beras analog dari bahan baku jagung putih (*Zea mays*) [3]. Berdasarkan adanya potensi bahan baku tersebut, maka dapat dilakukan penelitian rekayasa beras analog yang mempunyai sumber serat, karbohidrat, dan protein yang cukup memadai untuk kebutuhan tubuh manusia. Umbi iles-iles mempunyai kelebihan kadar serat yang tinggi, tepung mocaf memberikan karbohidrat sebagai sumber energi, dan kedelai memberikan sumber protein nabati yang sangat dibutuhkan untuk kecerdasan dan kesehatan tubuh. Ketiga komponen kimia tersebut merupakan kelebihan nutrisi beras analog yang ikut menentukan sifat kimia, suhu dan kadar air produk beras analog. Pemanfaatan bahan pangan lokal seperti singkong dan jagung dengan penambahan serat dari rumput laut juga dapat menambah diversifikasi pangan melalui pembuatan beras analog [4].

2.2. Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*)

Iles-iles merupakan salah satu tanaman herba tahunan yang termasuk famili Araceae, kelas Monocotyledoneae, tumbuh baik di negara-negara tropis seperti Jepang, China, Thailand, Vietnam, Kamboja, dan Indonesia. Iles-iles menghasilkan umbi dan mempunyai pertumbuhan daun yang berbentuk jari-jari (Gambar 1) [5]. Penanaman iles-iles di Indonesia dilakukan secara tradisional dan turun-temurun di sekitar hutan atau di perkebunan yang terlindung oleh tanaman naungan seperti kayu jati, sono, dan mahoni [6]. Hasil pascapanen iles-iles selain diperdagangkan dalam bentuk umbi segar dan *chip* kering juga bentuk pangan olahan seperti jenis makanan mie shirataki dan konyaku [7].



Gambar 1. Tanaman iles-iles. Keterangan : (A).Umbi dan (B). Daun dan batang

2.3. Tepung Singkong (*Manihot utilisima*)

Mocaf merupakan singkatan dari kata “*Modified Cassava Flour*” yang dalam bahasa Indonesianya disebut juga “Modifikasi Tepung Ketela Pohon”. Tepung mocaf berasal dari tanaman singkong atau tepung singkong yang telah dimodifikasi dengan perlakuan fermentasi, sehingga dihasilkan tepung singkong dengan karakteristik mirip terigu, tidak berbau, warnanya lebih putih yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti terigu atau campuran terigu sehingga dapat menekan biaya konsumsi tepung terigu. Tepung mocaf merupakan produk turunan dari tepung singkong, menggunakan prinsip modifikasi sel secara fermentasi. Secara teknis, cara pengolahan tepung mocaf sangat sederhana, mirip dengan cara pengolahan tepung singkong biasa, namun disertai dengan proses fermentasi. Umbi singkong dikupas kulitnya, dikerok lendirnya, dan dicuci dengan air sampai bersih. Setelah itu dilakukan pengecilan ukuran dengan jalan dibentuk *chips* atau irisan basah dengan ketebalan sekitar 5 mm. Kemudian dilanjutkan dengan proses fermentasi selama 12-72 jam. Setelah fermentasi, *chips* singkong dikeringkan dan digiling untuk menghasilkan produk tepung mocaf [8].

Mikroba yang tumbuh pada singkong akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel singkong sedemikian rupa sehingga terjadi pembebasan granula pati [8]. Proses pembebasan granula pati ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung singkong berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya dehidrasi dan kemudahan terlarut. Selanjutnya granulapati tersebut akan mengalami hidrolisis menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan bercampur dalam tepung, sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa yang khas yang dapat menghasilkan aroma dan citarasa singkong yang berbeda dengan singkong aslinya. Tanpa adanya pemecahan selulosa, proses pengolahan singkong hanya menghasilkan tepung gapek dan aroma singkong yang masih kuat [9].

2.4. Kedelai (*Glycine max*)

Tanaman kedelai termasuk famili *leguminosae* (kacang-kacangan).

Secara klasifikasi tanaman kedelai adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Kelas	: Dikoltedonae
Bangsa	: Leguminales
Famili	: Leguminosae
Genus	: <i>Glycine</i>
Jenis	: <i>Glycine max</i>

Kedelai sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Pertumbuhannya akan lebih baik jika ditanam di lahan yang tanahnya gembur, subur dan bebas gulma. Respon tanaman kedelai terhadap lingkungan lebih baik jika memilih varietas yang toleran, waktu tanam, dan pemupukan yang tepat. Biji kedelai berkeping dua (dikotil) yang terbungkus oleh kulit biji. Warna biji kedelai bermacam-macam sesuai dengan jenisnya, ada yang berwarna kuning, hitam, atau kecoklat-coklatan coklat. Bentuk biji kedelai pada umumnya bulat lonjong, namun ada yang bundar atau bulat agak pipih.

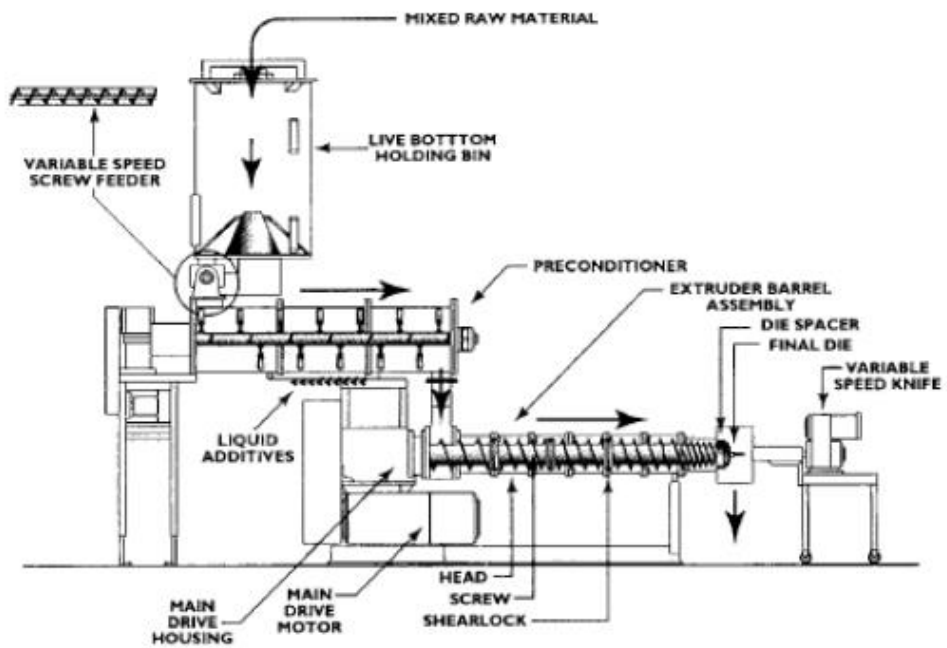
Tanaman kedelai dapat tumbuh baik pada tanah subur dengan pengeringan yang baik, yang dikehendaki yaitu adanya curah hujan sekitar 400 mm selama 3-4 bulan musim pertanamannya, tahan pada kekeringan yang moderat kecuali pada masa pembungaan dan pematangan. Pertumbuhan yang baik pada lahan-lahan dengan kondisi diatas, yaitu yang berada di bawah ketinggian 100 m dpl. Panen kedelai dilakukan apabila tanaman telah masak dan daun-daunnya telah rontok. Pemanenan sebaiknya dilakukan pada waktu tidak hujan dan ada sinar matahari. Batang kedelai dipotong dengan sabit, kemudian dijemur. Lantai penjemuran sebaiknya dibuat dengan semen. Setelah dijemur 2-3 kali, biasanya polong kedelai mudah pecah dan siap dibagikan. Cara pembijian dapat dilakukan dengan menggunakan mesin perontok padi atau dapat pula dipukul-pukul dengan kayu. Biji yang sudah diperoleh kemudian ditampi dan dibersihkan. Biji yang buruk, luka bekas gigitan hama, sebaiknya dibuang agar tidak menurunkan kualitas. Agar tidak rusak, biji-biji kedelai perlu dikeringkan hingga kadar air dibawah 14%.

Kedelai merupakan sumber protein yang penting bagi manusia, dan apabila ditinjau dari segi harga merupakan sumber protein yang termurah sehingga sebagian besar kebutuhan protein nabati dapat dipenuhi dari hasil olahan kedelai. Biji kedelai tidak

dapat dimakan langsung, karena mengandung *trypsin inhibitor*. Apabila biji kedelai telah direbus, pengaruh tripsin inhibitor dapat dinetralkan. Kandungan asam amino yang terdapat dalam kedelai, yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptopan, dan valin. Disamping itu, kedelai mengandung kalsium, fosfor, besi, vitamin A dan B, yang berguna bagi pertumbuhan manusia. Kandungan asam amino, metionin dan sistein agak rendah jika dibandingkan protein hewani. Kedelai dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk makanan manusia, pakan ternak, dan untuk bahan industri. Di Indonesia penggunaan kedelai masih terbatas sebagai bahan makanan manusia dan ternak. Makanan yang dibuat dari kedelai antara lain kedelai rebus, kedelai goreng, kecambah, tauco, tempe, soyghurt, tahu, susu kedelai, dan kecap. Penggunaan tepung kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap amilosa, amilopektin, kadar protein terhadap beras analog dari bahan mocaf [10].

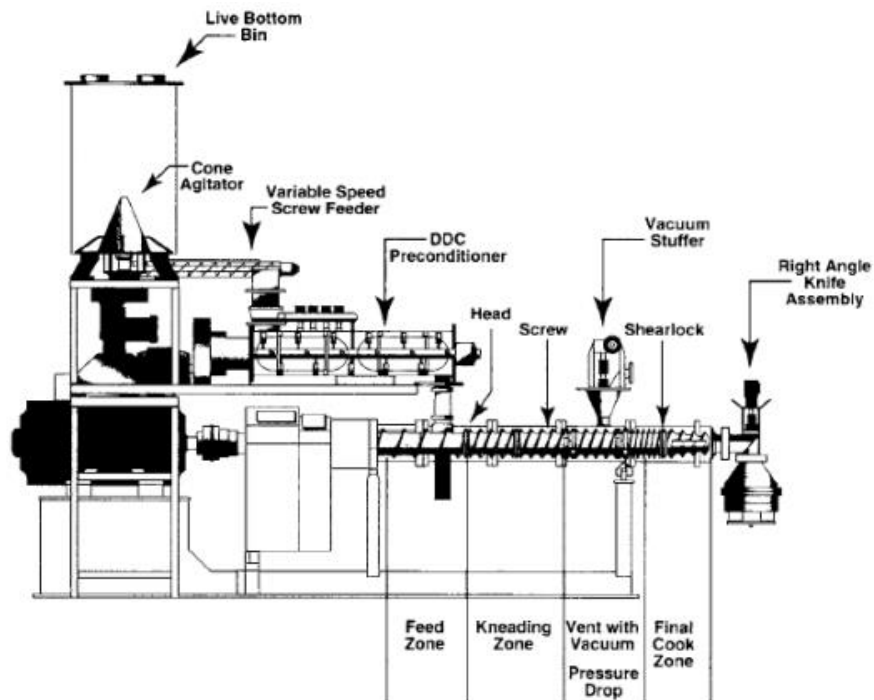
2.5. Ekstrusi

Ekstrusi adalah salah satu jenis pengolahan bahan pangan yang menggunakan alat ekstruder dengan mengkombinasikan antara pencampuran, pemasakan, pengadonan, penghancuran, dan pembentukan atau pencetakan di bawah pengaruh kondisi operasional melalui suatu cetakan yang dirancang untuk menghasilkan produk dalam waktu yang singkat [11]. Proses ekstrusi dapat menghasilkan produk pangan termasuk beras analog yang bersifat lebih stabil dan bebas dari kontaminasi mikroba sehingga dapat tahan lama. Karakteristik beras analog untuk menghasilkan sifat yang mirip beras alami dapat dicapai dengan mengendalikan atau mengontrol parameter-parameter seperti komposisi bahan baku dan suhu ekstrusi. Selama proses ekstrusi beberapa komponen kimia seperti pati mengalami gelatinisasi dan protein mengalami denaturasi sehingga sifat awal fisikokimianya berbeda dengan sifat akhirnya setelah mengalami ekstrusi [11]. Terdapat dua macam jenis ekstruder yaitu ekstruder yang mempunyai ulir tunggal (*single screw extruder*) (Gambar 2) dan ulir ganda (*twin screw extruder*) (Gambar 3)



Gambar 2. Ekstruder ulir tunggal [12].

Gambar 2 di atas merupakan Ekstruder yang mempunyai ulir tunggal atau *single screw*.



Gambar 3. Ekstruder ulir ganda [12].

Gambar 3 di atas merupakan Ekstruder ulir ganda atau *double screw* yang digunakan untuk pembuatan beras analog dari illes-iles dan kentang.

2.6. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari objek dengan ukuran sangat kecil (seperseremiliar meter) dan melakukan rekayasa untuk menghasilkan produk baru yang mempunyai sifat khusus dan mempunyai ukuran sangat kecil (10^{-9} m) yang diinginkan. Salah satu contoh penerapan nanoteknologi adalah dibidang pangan sehat untuk mengembangkan rasa, flavour, dan tekstur baru. Nanoteknologi merupakan manipulasi materi pada skala atomik dan skala molekular. Tujuan penggunaan teknologi ini untuk memanipulasi atom dan molekul untuk membuat produk berskala makro. Deskripsi yang lebih umum adalah manipulasi materi dengan ukuran maksimum 100 nanometer [13].

Nano pangan (*nanofood*) didefinisikan jenis pangan yang menggunakan peralatan teknologi nano, diterapkan untuk tujuan penanaman, produksi, prosesing, atau pengemas pangan. Pangan yang dimaksud dapat berupa bahan baku ataupun ingredient. Sebagian besar bahan pangan telah mengandung partikel alami dengan ukuran nano. Contoh protein yang memiliki struktur globuler dengan ukuran 1-10 nm. Karbohidrat dan lemak merupakan polimer linier dengan ketebalan ukuran nano. Nano ingredient dan nanomaterial untuk bahan tambahan pangan yang mengandung omega-3 untuk menambah nilai gizi pangan [14].

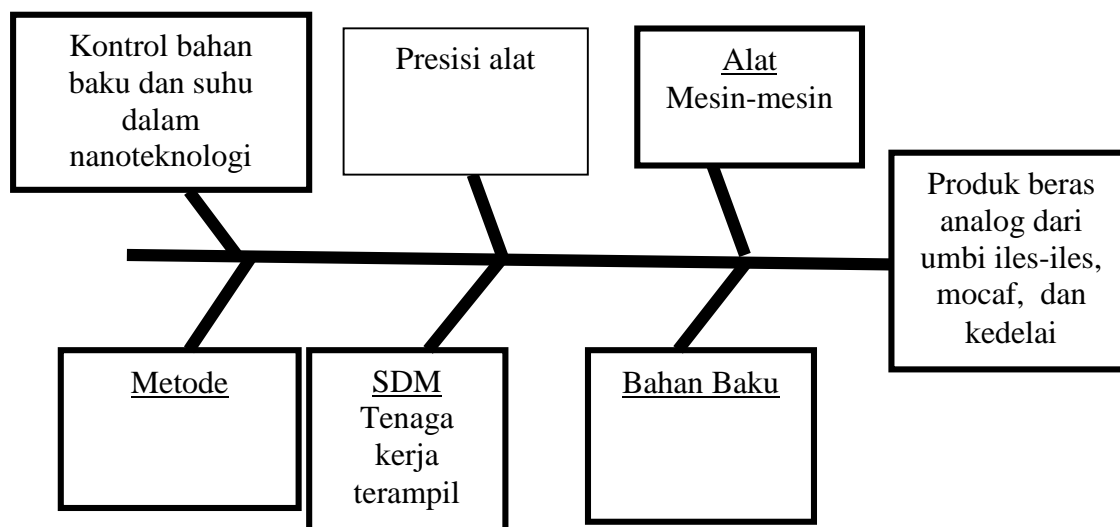
Manufaktur dan rangkaian-rangkaian operasi proses terbagi dalam dua arah, satu dari obyek yang kecil dari atom tunggal menjadi atom yang lebih besar disebut sebagai "*bottom up*". Misalnya pengadukan suatu campuran komponen-komponen penyusunnya merakit menjadi struktur akhir yang mempunyai sifat fungsional baru. Sedangkan pemecahan atom yang besar menjadi atom yang lebih kecil disebut "*top down*". Misalnya proses polimerisasi glukosa menjadi selulosa [13].

Pemanfaatan nanoteknologi akan mampu menghasilkan produk-produk dengan zat gizi tambahan seperti tanpa mengganggu rasa. Penyerapan zat gizi juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk pangan sehingga zat gizi di dalamnya akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh. Menurut kajian tentang tren pangan di tahun 2010 yang dirilis oleh *Food Channel*, di antara daftar 10 besar (*Top Ten*), terdapat beberapa contoh penerapan nanoteknologi di industri pangan. Di urutan ke-2 adalah *experimentation food* yang menunjukkan masyarakat akan mudah tertarik untuk mencoba-coba produk pangan baru atau dengan kemasan baru. Jenis produk pangan baru dengan nano-kapsul, nano-coating dan nano-emulsi bisa menarik perhatian masyarakat

untuk mencoba untuk merasakannya [14]. Masyarakat mulai mau membeli produk pangan yang harganya lebih mahal, asalkan produk tersebut memiliki keunggulan-keunggulan dibanding makanan yang biasa. Keunggulan tersebut bisa dalam bentuk kandungan residu pestisida, gula, maupun lemak yang rendah. Beberapa produk nano-food sudah berhasil membuat produk rendah lemak, dengan rasa yang tetap terjaga. Di urutan ke-3 adalah *food with benefits* yang merupakan contoh paling banyak dari penerapan nanoteknologi di industri pangan. Penambahan vitamin, mineral, omega 3 dan zat-zat gizi lainnya yang dibutuhkan tubuh dapat difortifikasi dengan metode nano-enkapsulasi maupun nano-emulsifikasi [14].

2.7. Fishbone Diagram Penelitian

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mungkin terjadi selama proses dalam menentukan mutu produk melalui metode ekstruder dan nanoteknologi dilakukan analisis yang mengikuti metode diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Diagram system tulang ikan disajikan pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. Diagram sistem tulang ikan (*Fishbone Diagram System*) [15].

2.8. Roadap Penelitian

Penelitian pendahuluan yang sudah dan akan dikerjakan disajikan pada roadmap penelitian dari tahun 2013 sampai dengan 2022 sebagai berikut :

1. Tahun 2013 :

Judul : Rekayasa Proses Pengeringan dan Pemurnian Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) Dengan *Raw-Starch Digesting Amylases*

Tujuan : Identifikasi tanaman, pengeringan umbi, proses pemisahan dan pemurnian glukomanan

Luaran : Journal, buku ajar, dan paten

2. Tahun 2014 :

Judul : Rekayasa Proses Untuk Agroindustri Glukomanan Dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*)

Tujuan : Meningkatkan kualitas *chips* dan tepung melalui rekayasa proses pengolahan umbi porang (*A. muelleri*)

Luaran : Produk, metode, paten, journal internasional dan buku ajar

3. Tahun 2015 :

Judul : Rekayasa Alat Pengering Untuk Optimalisasi Proses Pengeringan Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*)

Tujuan : Merancang alat pengering dengan sumber energi dari biogas dan tenaga surya.

Luaran : Produk, metode, journal, paten, dan buku ajar

4. Tahun 2016 :

Judul : Pengaruh Ukuran Tepung dan Suhu Pemanasan Terhadap sifat Biogelatin Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*)

Tujuan : Mempelajari pengaruh ukuran tepung iles-iles dan suhu pemanasan terhadap viskositas, kekuatan dan kemampuan menyerap air.

Luaran : Produk, journal, paten, dan buku ajar

5. Tahun 2017 dan 2018 :

Judul : Rekayasa Pengembangan Pangan Alternatif Berbahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*) Dan Kentang (*Solanum tuberosum*) Menggunakan Metode Ekstruder

Tujuan : Melakukan rekayasa pangan alternatif yang berupa beras analog berbahan baku umbi iles-iles dan kentang

Luaran : Produk, patent, haki, buku ajar, dan Journal internasional

5. Tahun 2019 dan 2020 :

Judul : Rekayasa Beras Analog Dari Bahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), Dan Kedelai (*Gylisine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi Dan Ekstruder

Tujuan : Melakukan rekayasa pangan alternatif yang berupa beras analog dari baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), tepung mocaf (*Manihot utilisima*), dan kedelai (*Gylisine max*)

Luaran : Produk, patent, haki, buku ajar, dan Journal internasional

5. Tahun 2021 dan 2022 :

Judul : Rekayasa Pembuatan Mie Dari Bahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), dan Tepung Ikan Menggunakan Metode Nanoteknologi Dan Ekstruder

Tujuan : Melakukan rekayasa pangan alternatif yang berupa mie dari baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), tepung mocaf (*Manihot utilisima*), dan tepung ikan

Luaran : Produk, patent, haki, buku ajar, dan Journal internasional

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan penelitian ini adalah tepung umbi iles-iles, tepung mocaf, dan tepung kedelai. Masing-masing umbi Iles-iles dibeli dari petani iles-iles di Desa Klangon, Saradan, Madiun Provinsi Jawa Timur, tepung mocaf dibuat dari ubi kayu yang diperoleh dari petani Kabupaten Bogor dan kedelai diperoleh dari Pasar Kabupaten Madiun. Reagen kimia yang digunakan untuk analisis seperti H_2SO_4 , HCl, H_3BO_3 , HgO, K_2SO_4 , air destilata, NaOH, heksana, KI, etanol, NaCl, alkohol 96%, asam asetat, GMS, Permifan, Sagu, dan lain-lain dibeli dari pedagang bahan kimia Bogor dan Jakarta. Instrumen alat-alat yang digunakan meliputi alat-alat seperti *hummermill*, *discmill*, *extruder* ulir ganda (Berto Industries), ayakan 20, 40, 60 dan 80 *mesh* dibuat sendiri dengan bantuan teknisi, mixer, pencuci, pengiris, penepung, pengayak, timbangan analitik, instrument foto SEM, teknologi nano disewa dari Puspitek Serpong, *extruder* disewa dari IPB Bogor, alat pengering untuk analisis berupa oven dari Laboratorium Pertanian Universitas Nasional, tabung gelas, Erlenmeyer, pH meter, *spektrofotometer* dan sebagainya dipinjam dari Laboratorium Kimia Universitas Nasional.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian Tahun pertama dilaksanakan pada bulan April sampai dengan November 2019, tahun kedua pada bulan April 2019 sampai dengan Desember 2020. Tempat penelitian : Kebun percobaan dan Laboratorium Fakultas Pertanian dan Kimia Universitas Nasional, Bambu Kuning, Jakarta Selatan, Fakultas MIPA IPB Bogor, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor, Pusat Penelitian Ilmu dan Teknologi (Puspitek) Serpong Tangerang, Banten, Laboratorium Pangan Fakultas Teknologi Pertanian (Fateta) dan Laboratorium Teknopark Institut Pertanian Bogor. Penelitian tahun kedua akan dilaksanakan pada tempat yang sama.

3.3 Tahapan Penelitian

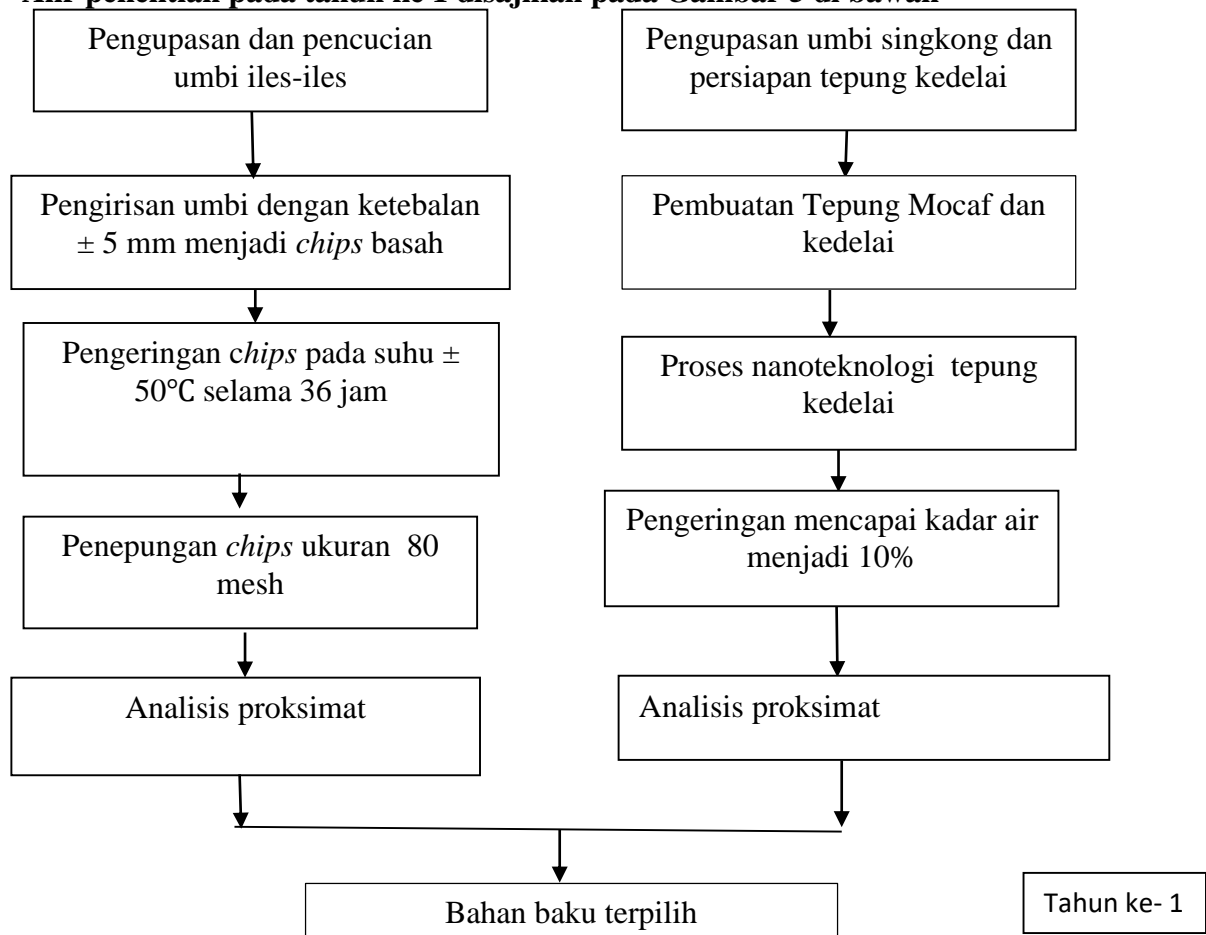
Tahun ke-1

a. Bahan tepung iles-iles

- Umbi iles-iles dicuci bersih, diiris dengan ketebalan ± 7 mm membentuk *chips* basah
- *Chips* basah direndam NaCl panas (suhu $80^\circ C$ selama 4 jam), dijemur kering sampai kadar air mencapai sekitar 12 % menjadi chip kering

- Penepungan dengan hummermill dan discmill ukuran 80 mesh
 - Dilakukan analisis RAV
- b. Tepung mocaf**
- Ubi kayu atau singkong dikupas bersih kemudian dirajang ketebalan 8 mm
 - Direndam dalam larutan permifan konsentrasi 10 %
 - Dibilas dengan air bersih kemudian dijemur sampai terbentuk chis kering kadar air sekitar 12 % itepungin dengan dscmill ukuran 80 mesh
 - Disimpan untuk bahan pembuatan beras analog.
- c. Tepung kedelai**
- Penepungan kedelai ukuran 80 mesh dengan discmill
 - Pembuatan tepung kedelai ukuran nanoteknologi ukuran 100 nm.
 - Dilakukan analisis proksimat

Alir penelitian pada tahun ke 1 disajikan pada Gambar 5 di bawah

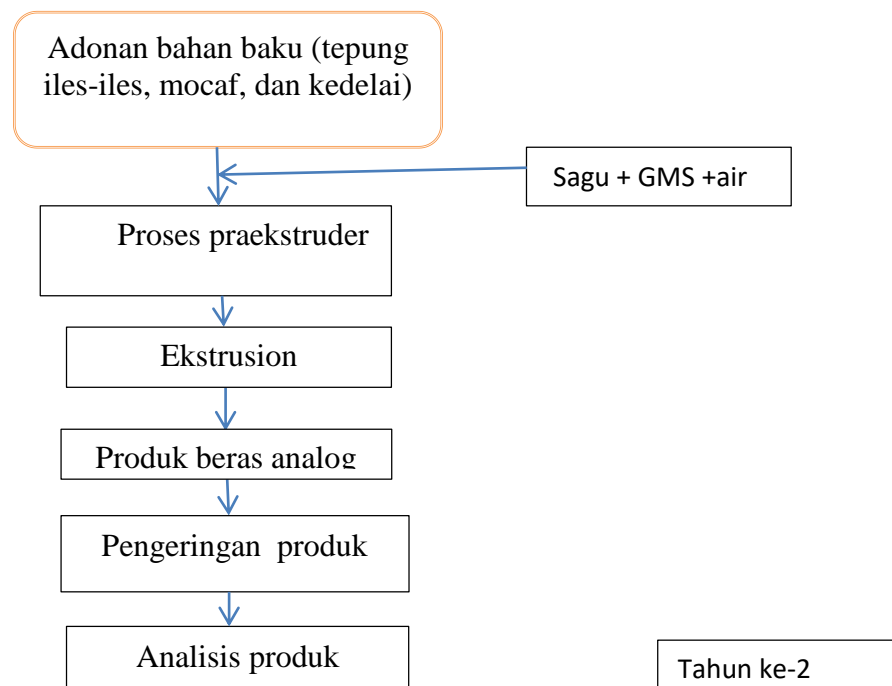


Gambar 5. Diagram alir penelitian tahun ke-1

Tahun ke-2

- Persiapan beras analog dari bahan baku tepung illes-iles, mocaf, dan kedelai
- Formulasi bahan baku beras analog
- Penambahan tepung sagu dan Gliseril Mono Stearat (GMS) untuk bahan pengikat dan peneras
- Pencampuran secara manual komponen bahan baku sesuai formula yang ditentukan dari formula ke 1 sampai ke 15 menggunakan program expert DX7 versi 12
- Penambahan air setiap formula sesuai kebutuhan
- Proses praekstrusi (mixer)
- Proses ekstrusi dengan ekstruder
- Analisis produk meliputi : proksimat, RAV, daya serap, organoleptik, viscositas, kadar amilosa, amilopektin, serat kasar dan kadar calsium-oksalat.
- Pengemasan produk beras analog 250 gram per kemasan
- Analisis proksimt setiap formula, finansial dan nilai tambah
- Pembuatan laporan dan penulisan jurnal

Alir penelitian tahun ke 2 disajikan pada Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Diagram alir penelitian tahun ke-2

BAB 4 BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

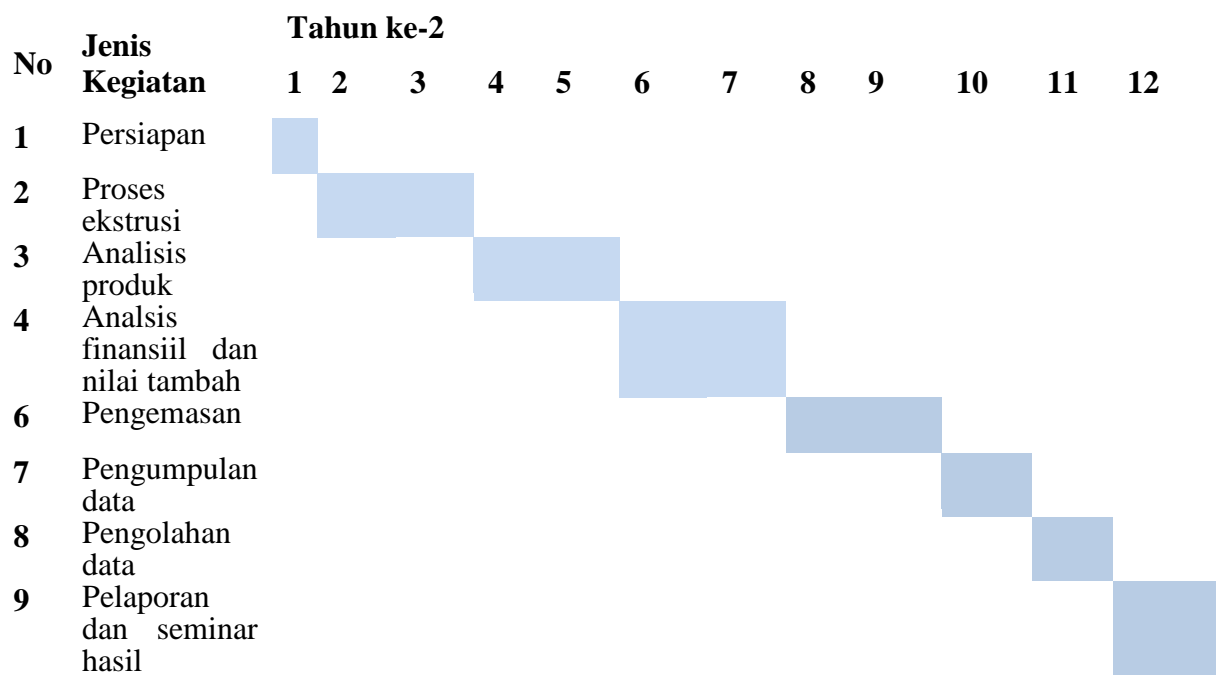
4. 1. Anggaran Biaya

Tabel 2. Ringkasan Anggaran Biaya Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) yang diajukan setiap tahun.

No	Jenis Pengeluaran	Biaya yang Diusulkan (Rp)	
		Tahun ke-1	Tahun ke 2
1	Upah	21.500.000	25.500.000
2	Pembelian bahan habis pakai, ATK, fotokopi, surat menyurat, penyusunan laporan, cetak, penjilidan laporan, publikasi, pulsa, internet, bahan laboratorium, langganan jurnal (maksimum 60%)	149.559.800	120.059.800
3	Perjalanan untuk biaya survey/sampling data, seminar/workshop DN-LN, biaya akomodasi-konsumsi, perdiem/lumpsum, transport (maksimum 40%)	15.500.000	15.500.000
4	Sewa untuk peralatan/mesin/ruang laboratorium, kendaraan, kebun percobaan, peralatan penunjang penelitian lainnya (maksimum 40%)	30.500.000	29.500.000
	Jumlah	175.059.800	190.560.000

4.2. Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Tahun ke-1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan												
2	Proses penepungan <i>chips</i> iles-iles ukuran 80 mesh	■	■										
3	Penepungan menjadi mocaf, dan teknologi nano dari kedelai			■	■	■							
4	Analisis bahan baku					■	■						
5	Formulasi bahan baku							■	■				
6	Analisis bahan baku yang sudah tercampuran									■	■		
8	Penulisan laporan hasil											■	■



BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Hasil analisis RVA bahan baku tepung iles-iles, mocaf, dan kedelai

No	Komponen RVA	Nilai		
		Iles-Iles	mokaf	kedelai
1	Suhu mencapai viskositas 20 cP (°C) PT: temperature (°C) at 20 cP	-	74.4	-
2	Waktu mencapai viskositas pada 20 cP (detik) Pt : time (s) at 20 cP	-	181	-
3	Puncak viskositasd (cP) Peak viscosity (cP) PVT	-	2958	-
4	Suhu mencapai puncak viskositas (°C) Temp. at peak viscosity (s) PVT	-	94.9	-
5	Waktu mencapai puncak viskositas (detik) Time at peak viscosity (s) PVT	-	312	-
6	Viskositas puncak pada saat pasta panas (cP) Hot paste peak viscosity (cP) HPV	-	1857	-
7	Suhu pasta pada saat viskositas puncak (°C) Temp. HPV (°C) HPVT	-	82.1	-
8	Viskositas pada saat pasta dingin (cP)	-	2122	-
9	Waktu mulai masak (detik)	-	127	-
10	Mulai viscositas (cP)	-	2648	-
11	Akhir viscositas (cP)	-	1731	-
12	Kerusakan (cP)	-	1196	-
13	Kemunduran (cP)	-	- 400	-
14	Konsistensi (cP)	-	702	-

Tabel 4. Hasil analisis proksimat beras analog (15 formula)

Formula	Air	Abu	lemak	Komponen (%)		Serat kasar	Ca-Oksalat (ppm)
				Protein	Karbohidrat		
1	9.02	1.07	4.30	8.56	77.05	0.44	155.08
2	8.58	1.13	3.91	9.34	77.04	0.13	271.03
3	10.81	0.81	6.07	6.88	75.43	0.50	49.73
4	11.24	1.32	5.45	7.58	74.41	0.33	33.05
5	8.65	1.41	4.41	9.23	76.29	0.57	341.88
6	11.75	1.67	3.80	6.93	75.86	0.72	7.34
7	8.03	8.48	3.57	8.48	78.94	0.28	1003.04
8	12.57	1.06	3.82	9.14	73.41	0.35	1078.04
9	9.17	1.34	6.08	10.04	73.38	0.24	6753.82
10	11.28	1.56	4.89	7.69	74.58	0.59	8257.41
11	11.98	1.09	6.07	9.63	71.23	0.26	135.30
12	13.84	1.19	6.59	10.45	67.93	0.64	6536.70
13	7.43	0.95	5.20	9.14	77.28	0.37	6864.10
14	10.47	1.26	4.68	10.51	73.08	0.41	7376.01
15	13.71	1.04	5.21	8.59	71.45	0.67	7067.78

Berdasarkan Tabel 1 dapat diterangkan bahwa analisa *RVA* untuk kedelai dan ileles belum terbaca secara kuantitatif. Hal ini karena sifat fisik viscositas dari kedua bahan tersebut tidak terbaca oleh skala alat yang digunakan hal ini mungkin mempunyai nilai yang terlalu kecil atauv terlalu besar. Berdasarkan Tabel 2 dapat diterangkan bahwa Formulasi F₆ memberikan hasil penurunan kalsium oksalat terbesar yaitu 7,3 ppm diikuti oleh F₄ sebesar 33.0 ppm, F₃ sebesar 49.73 ppm, F₁₁ sebesar 135.30 ppm , dan F₁ sebesar 155.08 ppm. Batas aman kalsium oksalat yang diijinkan oleh Depkes adalah 71 mg/100 g (Chotimah *et al* (2013)). Jadi perlakuan F₆, F₄, dan F₃ cukup aman untuk dijadikan beras konsumsi karena mempunyai kandungan kalsium oksalat dibawah 71 ppm sebagaimana yang dipersyaratkan oleh Depkes.

Tabel 5. Hasil analisa proksimat beras analog 4 formula beras analog

Formula	Komponen						
	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	KH (%)	Serat pangan (%)	Ca-Oksalat (ppm)
9	9.17	1.34	6.08	10.04	73.38	50.37	1634.78
11	11.98	1.09	6.07	9.63	71.23	47.54	1585.36
13	7.43	0.95	5.20	9.14	77.28	55.86	1617.32
14	10.47	1.26	4.68	10.51	73.08	52.75	2301.10
K (Beras Pandan wangi)	-	-	-	-	-	49.12	75.79

Tabel 6. Hasil analisis RVA beras analog dan beras padi

No	Komponen RVA	Beras analog	Beras padi (ul. 1)	Beras padi (ul.2)
1	Suhu mencapai viskositas 20 cP (°C) PT: temperature (°C) at 20 cP	65.30	79.50	74.40
2	Waktu mencapai viskositas 20 cP (detik) Pt : time (s) at 20 cP	139	210	181
3	Puncak viskositas (cP) PV Peak viscosity (cP) PVT		2087	2958
4	Suhu mencapai puncak viskositas (°C) Temp. at peak viscosity (s) PVT	-	95.00	94.9
5	Waktu mencapai puncak viskositas (detik) Time at peak viscosity (s) PVT	-	332	312
6	Viskositas puncak pada saat pasta panas (cP) Hot paste peak viscosity (cP) HPV	-	1507	1857
7	Suhu pasta pada saat viskositas puncak (°C) Temp. HPV (°C) HPVT	-	88.50	82.1
8	Viskositas pada saat pasta dingin (cP) Cold paste viscosity (cP) CPV	4388	3306	2122
9	Kemampuan masak (detik) Cooking ability (s) CA	-	122	127
10	Viskositas mulai stabil (cP) VBP Viscosity beginning plateau (cP) VBP	509	572	2648
11	Viskositas dataran akhir (cP) VEP Viscosity end plateau (cP) VEP	1623	1545	1731
12	Kerusakan (cP) BD Breakdown (cP) BD	-	580	1196
13	Kemunduran (cP) SB Setback (cP) SB	-	1219	- 400
14	Konsistensi (cP) CS Consistency (cP) CS	-	1799	702

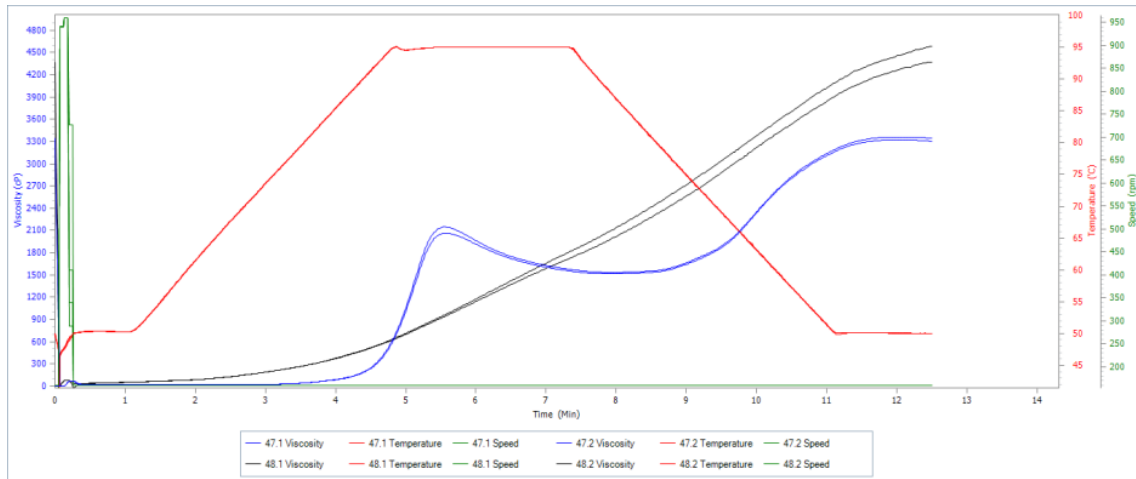
Tabel 7. Hasil analisa proksimat tepung iles-iles, mokaf dan kedelai

Komponen (%)	Iles- iles	Mokaf	Kedelai
Air	10.42		
Abu	6.56		
Lemak	1.08		
Protein	7.05		
Karbohidrat	74.89		
Serat kasar	6.76		

Tebel 8. Derajad putih beras analog

Formula	Derajad putih (%)
K	55.45 a
F9	19.35 b
F11	17.45 c
F13	17.65 c
F14	17.50 c

Formula kontrol memiliki nilai whiteness tertinggi pada sebelum konversi maupun setelah konversi, F9 memiliki nilai whiteness tertinggi diantara 5 formula beras analog yang diuji cobakan dengan nilai whiteness pada angka 16.3% dan 19.35% setelah konversi. Setelah F9, diikuti oleh F11, F13 dan F14 sebagai satu grup dengan nilai selisih rata-rata 1.4 – 1.6% terhadap nilai whiteness formula F9



Gambar 7. Grafik RVA. Warna garis biru kontrol 48 (beras padi) dan warna garis hijau sampel 47 beras analog (F9).

Tabel 9. Data RVA beras padi (47) atau Kontrol (K) dan beras analog (48)

RVA parameters	47		
	I	II	rerata
PT: temperature (°C) at 20cp	79,5	79,5	79,5
Pt: time (s) at 20cP	210	210	210
Peak viscosity (cP) PV	2130	2043	2087
Temp, at peak viscosity (°C) PVT	95,0	95,0	95,0
time at peak viscosity (s) PVT	332	332	332
Hot paste Peak viscosity (cP) HPV	1516	1497	1507
Temp HPV (°C) HPVT	88,5	88,5	88,5
Cold paste viscosity (cP) CPV	3325	3286	3306
Cooking ability (s) CA	122	122	122
Viscosity beginning plateau (cP) VBP	584	559	572
Viscosity end plateau (cP) VEP	1556	1534	1545
breakdown (cP) BD	614	546	580
Setback (cP) SB	1195	1243	1219
Consistency(cP) CS	1809	1789	1799

RVA parameters	48		
	I	II	rerata
PT: temperature (°C) at 20cp	65,4	65,3	65,3
Pt: time (s) at 20cP	139	138	139
Cold paste viscosity (cP) CPV	4281	4494	4388
Viscosity beginning plateau (cP) VBP	503	514	509
Viscosity end plateau (cP) VEP	1580	1665	1623

BAB 6. KESIMPULAN

1. Hasil analisa RVA bahan tepung iles-iles dan kedelai tidak terbaca oleh alat Rapid Vicosity Analizer (RVA)
2. Untuk gambar analisis RVA maka terdapat perbedaan yang signifikan beras padi (K) warna biru dan beras analog warna hijau
3. Hasil beras analog yang mengandung kalsium oksalat dari yang terkecil adalah F_{11} sebesar 1585.36 ppm dan yang terbesar adalah F_{14} sebesar 2301.10 ppm.
4. Beras analog yang mengandung serat pangan terkecil adalah F_{11} sebesar 47.54 dan yang terbesar F_{13} sebesar 55.86 %.
5. Bentuk beras analog kesemuanya mirip dengan beras padi jenis pandan wangi.
6. Derajat warna beras analog yang paling tinggi adalah F_9 sebesar 19.35% sementara beras jenis pandan wangi mempunyai nilai 55.45%.

DAFTAR PUSTAKA

7. BPS (Badan Pusat Statistik). 2016. Rata-rata harga eceran beras di pasar tradisional di 33 kota tahun 2011-2016
8. Chotimah S dan Fajarini DT (2013). Reduksi kalsium oksalat dengan perebusan menggunakan larutan NaCl dan penepungan untuk meningkatkan kualitas sente (*Alocasia macrorrhiza*) sebagai bahan pangan.
9. Dwiyono K., Sunarti TC., Suparno O., Haditjaroko L. 2014. Penanganan pasca panen umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). Studi kasus di Madiun Jawa Timur. *J. Teknol. Industri Pertanian*. Vol. 24 No.3 halaman 179-188
10. Dwiyono K., Djauhari MA., Matondang I., and Repi VVR. 2019. Effect of Gibberellic Acid on Konjac Seeds Germination: Evidence from Data Analytics. *Modern Applied Science*. Vol. 13, No. 8. URL: <https://doi.org/10.5539/mas.v13n8p1>
11. Dwiyono K and Djauhari M.A. 2019. The Quality Improvement of Indonesian Konjac Chips(*Amorphophallus Muelleri* Blume) through Drying Methods and Sodium Metabisulphite Soaking. *Modern Applied Science*. Vol. 13, No. 9. URL: <https://doi.org/10.5539/mas.v13n9p107>
12. Dwiyono K and Djauhari MA. 2019. Indonesian Konjac : Its Benefits in Industry and Food Security. Scholars'Press. ISBN. 978-613-8-91736-6.
13. Dwiyono K. 2020. Indonesia onjac (*Amorphophallus muelleri*) A Gift for Global Food Security. Scholars'Press. ISBN. 978-613-8-94213-9.
14. Hidayat T., Suptijah P., Nurjanah. Karakterisasi tepung buah lindur (*Brugeira gymnorrhiza*) sebagai beras analog dengan penambahan sagu dan kitosan. *J. Pengeloh. Hasil Perikanan Indonesia*. Volume 16 No. 3, halaman 268-277
15. <https://dhesiana.wordpress.com/2016/06/09/apakah-tepung-mocaf-itu/>, 5-2-2018
16. <http://enrico-enrico73.blogspot.co.id/2011/03/tren-nanoteknologi-di-industri-pangan.html>, 12-2-2018
17. Jansen PCM, Wilk CVD, Hettterscheid WLA. 1996. *Prosea: Plant resources of South-East Asia No. 9. P45-50.*

18. Noviasari S., Kusnandar F., Budijanto S. 2013. Pengembangan beras analog dengan memanfaatkan jagung putih. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*. Vol. 24. No. 2. Hal. 194-200
19. Riaz MN. 2000. *Extruders in food applications*. CRC Press. Boca Raton
20. Ramsden j j. 2012. *Nanoteknologi terapan : Konversi dari hasil penelitian menjadi produk*. Penerbit Erlangga. Jakarta
21. Setiawati NP, Santoso J, Purwaningsih S. 2014. Karakteristik Beras Tiruan Dengan Penambahan Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) Sebagai Sumber Serat Pangan. *J. Ilmu dan teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 6, No. 1. Hal.197-208
22. Sumarwoto.2004. Pengaruh pemberian kapur dan ukuran bulbil terhadap pertumbuhan iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada tanah ber-Al tinggi. *Ilmu Pertanian* Vol. 11 No. 2, hal. 45-53
23. Subagio A. 2007. *Industrialisasi Modifikasi Cassava Flour (MOCAF) sebagai bahan baku industri pangan untuk menunjang diversifikasi pangan pokok nasional*. Tidak diterbitkan. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. 2008).
24. Wahjuningsih SB dan Kunarto B. 2013. Pembuatan tepung mokaf dengan penambahan biang fermentasi alami untuk beras analog. *J. Litbang Prov. Jawa Tengah*. Vol.11 No. 2 Desember. Halaman 221-230.
25. Winarno, FG dan Fernandez. 2010. *Nanoteknologi bagi industri pangan dan kemasan*. M-Brio Press. Bogor.
26. Soejoeti Z. 1990. *Pengantar Pengendalian kualitas Statistik*. Gadjah Mada University Press

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat pernyataan kontribusi mitra

Surat Pernyataan Kontribusi Mitra

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : Hartoyo

Alamat : Desa Klangon, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa
-Timur

Kedudukan : Sebagai mitra dengan Dr. Kisroh Dwiyono (ketua peneliti) dalam penelitian yang berjudul : “Rekayasa Beras Analog Dari Bahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), dan Kedelai (*Glycine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi dan Ekstruder”

Sebagai mitra sampai saat ini tetap konsisten menyiapkan dan menyediakan semua bahan baku iles-iles sampai selesainya penelitian pembuatan beras analog. Hal ini dapat dibuktikan bahwa masih menyediakan bahan baku yang dibutuhkan untuk kelancaran penelitian.

Madiun, 17 Desember 2020



Hartoyo

Lampiran 2. Foto-foto penelitian tahun ke I dan II



Gambar 8. Bahan baku beras analog A. iles-iles/porang, B. Ubi kayu (bahan mokaf), dan C. kedelai



Gambar 9. Hasil perajangan bahan baku iles-iles, ubi kayu (mocaf), dan tepung kedelai



Gambar 10. proses pengeringan dengan oven pengering



Gambar 11. Proses pengeringan di rumah kaca



Gambar 12. Mikser pengaduk bahan baku beras analog



Gambar 13. Mesin ekstruder pencetak beras analog jenis twin roll



Gambar 14. Produk akhir beras analog (A. Dari depan, B. Dari belakang)

Lampiran 3. Surat pernyataan tanggung jawab belanja 70%

Nama : Dr. Ir KISROH DWIYONO, M.Si
Alamat : Jl. Balai Kimia No. 1 Rt. 007/09 Pekayon, Pasar re
berdasarkan Surat Keputusan Nomor B/87/E3/RA.00/2020 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 98.ADD/LL3/PG/2020 mendapatkan Anggaran Penelitian REKAYASABERAS ANALOG DARI BAHAN BAKU ILES-ILES (Amorphophallus muelleri), TEPUNG MOCAF (Manihot utilisima), DAN KEDELAI (Glycine max) MENGGUNAKAN METODE NANOTEKNOLOGI DAN EKSTRUDER sebesar 133,392,000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan Pembelian bahan baku iles-iles, kedelai, alat tulis kantor (ATK), bahan kimia, da alat-alat selama penelitian.	71,142,400
02	Pengumpulan Data Biaya survey lapangan, transportasi, dan penginapan selama penelitian	27,050,000
03	Analisis Data (Termasuk Sewa Peralatan) Analisis proksimat, analisis rapid viscositas analyzer (RVA) bahan baku, ekstruder, rumah kaca, dan persiapan analisis proksimat.	12,688,500
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Pembuatan laporan, bimbingan dan pembuatan journal internasional, pembuatan patent, publikasi journal internasional.	22,511,100
	Jumlah	133.392.000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.



Jakarta, 10 - 12 - 2020
Ketua,

(Dr. Ir KISROH DWIYONO, M.Si)
NIP/NIK 195704281983031002

Lampiran 4. Surat pernyataan tanggung jawab belanja 100%

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Ir KISROH DWIYONO M.Si

Alamat : Jl. Balai Kimia No. 1 Rt. 007/09 Pekayon, Pasar re

berdasarkan Surat Keputusan Nomor B/87/E3/RA.00/2020 dan Perjanjian / Kontrak Nomor

98.ADD/LL3/PG/2020 mendapatkan Anggaran Penelitian REKAYASABERAS ANALOG

DARI BAHAN BAKU ILES-ILES (Amorphophallus muelleri), TEPUNG MOCAF (Manihot

utilisima), DAN KEDELAI (Glycine max) MENGGUNAKAN METODE NANOTEKNOLOGI

DAN EKSTRUDER sebesar 190,560,000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan Umbi iles-iles, kedelai, alat tulis kantor (ATK), Bahan kimia, bahan-bahan, alat-alat penunjang, dan pengerjaan penelitian	101,032,000
02	Pengumpulan Data Survey lapangan ,transportasi, dan penginapan	30,528,000
03	Analisis Data (Termasuk Sewa Peralatan) Analisis proksimat, analisis Rapid Viscositas Analyzer (RVA), ekstruder, dan sewa rumah kaca, analisis FTIR, dan Foto SEM bahan dan produk	30,500,000
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Pembuatan laporan, bimbingan dan konsultasi penulisan jurnal internasional, pembuatan paten, dan pembayaran publikasi journal internasional	28,500,000
	Jumlah	190.560.000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.



Jakarta, 10 - 12 - 2020
Ketua,

(Dr. Ir KISROH DWIYONO, M.Si)
NIP/NIK 195704281983031002

Lampiran 5. Catatan Harian (Logbook) Penelitian

Catatan Harian (logbook) Penelitian yang berjudul : “Rekayasa Beras Analog Dari Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), dan Kedelai (*Gycine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi dan Ekstruder” Tahun ke 2

No	Tanggal	Kegiatan	Jumlah Dana (Rp)
1	14 Maret 2020	Transportasi penelitian dalam dan luar kota, bensin dan e-tol Dokumen Pendukung : [Kwitansi dan bon no. 1 s/d 36]	Rp 60.716.570
2	29 Juni 2020	Pembelian alat tulis kantor (ATK) penelitian Dokumen Pendukung : [bon no. 37 s/d 45]	Rp 7.634.000
3	5 dan 20 Agustus 2020	Survey bahan baku dan pembayaran akomodasi selama penelitian Dokumen pendukung:[Kwitansi no. 46 s/d 58]	Rp 7.427.900
4	5 s/d 22 Oktober 2020	Pembelian bahan-bahan penelitian, Pembuatan Journal Internasional (Journal Benthana), Pembelian alat-alat penelitian, dan penyewaan sarana penelitian Dokumen Pendukung : [Kwitansi dan bon no. 59 s/d 70]	Rp 84.698.000
	5 dan 15 November 2020	Analisis data dan upah pengerjaan penelitian Dokumen Pendukung : [kwitansi no.71 s/d 81]	Rp 30.155.000
Total			Rp 190.560.000

Keterangan : Hasil yang dicapai pada setiap kegiatan (Foto, Grafik, Tabel, Catatan, Dokumen, dan data) dilampirkan

Lampiran 6. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan beras analog



Lampiran 7. Proses-proses pembuatan beras analog



Lampiran 8. Journal internasional (The African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development (AJFAND))

Phenology of Flowering and Fruiting and Effect of KNO_3 , H_2O_2 on Germination Process of *Amorphophallus muelleri* Blume

Kisroh Dwiyono^{1*} and Maman Abdurachman Djauhari²



Kisroh Dwiyono

* Corresponding author e-mail: kisrohdwiyono@gmail.com

¹ Faculty of Agriculture, Universitas Nasional, Jl. Sawomanila 61, Jakarta 12520, Indonesia

² Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220, Indonesia

ABSTRACT:

Amorphophallus muelleri Blume also known as Indonesian Konjac (IK in short) is a wild plant in that spreads out in Indonesia especially in the southern part. The genus *Amorphophallus* can also be found in some countries in South-East Asia region. From the literature we learn that the IK tuber contains glucomannan compound which has high economic value as raw material in many industries such as food, drink, pharmacy, cosmetics, paper, rubber, textile, film, industries and many others. The plant is easy to cultivate. It has the best growth if cultivated under 50 to 60 percent sunlight with the soil acidity of 6 to 7.5; in sandy, loose and compost soil; at lowland (100 meters above sea level or masl) to upland (1000 masl); rainfall of 1000 to 1500 millimeters every year; and with air temperature of 26 to 30 Celsius degrees. Due to the economic benefit of IK tubers and to the easiness of its cultivation, this paper deals with a study to increase the productivity of glucomannan. Its objectives are of two folds. First, is to study the effect of tuber weight on flowering and fruiting. Second, is to find out the right concentration of KNO_3 and H_2O_2 solutions as well as the soaking time in those solutions to break the dormancy period.

Methodology penanaman umbi pada berbagai bobot umbi terhadap pembungaan dan pematangan dan perendaman KNO_3 dan H_2O_2 terhadap persentase

perkecambahan biji iles-iles. The results indicate that the tuber weight affects the flowering and fruiting of IK. The heavier the planted tuber, the higher the flowering percentage and the larger the flower size, number of fruits and seed size. The response on dormancy breaking treatment indicates that there is no effect of KNO_3 and H_2O_2 soaking on dormancy period of the IK seeds. The KNO_3 and H_2O_2 solutions have only effect on shortening the time period for seeds to germinate. Moreover, there is no residual effect of KNO_3 on seeding growth, and on weight and shape of the IK tuber. To the knowledge of the authors, these findings are unprecedented and thus hopefully it could contribute to the literature.

Key words: dormancy period, flower, growth, germination, H_2O_2 , IK-tuber, KNO_3 , seeds

ABSTRAIT:

Amorphophallus muelleri Blume également connu sous le nom de Konjac Indonésien (IK en bref) est une plante sauvage qui se répand en Indonésie en particulier dans la partie sud. Le genre *Amorphophallus* peut également être trouvé dans certains pays de la région de l'Asie du Sud-Est. De la littérature, nous apprend que le tubercule IK contient un composé de glucomannane qui a une valeur économique élevée comme matière première dans de nombreuses industries telles que l'alimentation, les boissons, la pharmacie, les cosmétiques, le papier, le caoutchouc, le textile, le film, les industries et bien d'autres. La plante est facile à cultiver. Il a la meilleure croissance s'il est cultivé sous 50 à 60% de lumière solaire avec une acidité du sol de 6 à 7,5; dans un sol sablonneux, meuble et de compost; en plaine (100 mètres au-dessus du niveau de la mer ou masl) à la montagne (1000 masl); des précipitations de 1000 à 1500 millimètres chaque année; et avec une température de l'air de 26 à 30 degrés Celsius. En raison des avantages économiques des tubercules IK et de la facilité de sa culture, cet article traite d'une étude visant à augmenter la productivité du glucomannane. Ses objectifs sont de deux ordres. Tout d'abord, il s'agit d'étudier l'effet du poids des tubercules sur la floraison et la fructification. Deuxièmement, il s'agit de trouver la bonne concentration de solutions KNO_3 et H_2O_2 ainsi que le temps de trempage dans ces solutions pour briser la période de dormance. Les résultats indiquent que le poids des tubercules affecte la floraison et la fructification des IK. Plus le tubercule planté est lourd, plus le pourcentage de floraison est élevé et plus la taille des fleurs, le nombre de fruits et la taille des graines sont grands. La réponse au traitement de rupture de dormance indique qu'il n'y a aucun effet du trempage de KNO_3 et H_2O_2 sur la période de dormance des graines. Les solutions KNO_3 et H_2O_2 n'ont d'effet que sur le raccourcissement du délai de germination des graines. De plus, il n'y a pas d'effet résiduel de KNO_3 sur la croissance des semis et sur le poids et la forme du tubercule IK. À la connaissance des auteurs, ces résultats sont sans précédent et donc, espérons-le, pourraient contribuer à la littérature.

Mots-clés: croissance, fleurs-IK, germination, grains, H_2O_2 , KNO_3 , période dormance, tubercule-IK

INTRODUCTION

Basically, phenology can be defined as the natural growth of vegetation without involving any treatment. Since the last two decades, it is an active research area as can be seen in, among other [1-5]. In this paper, flowering and fruiting of *Amorphophallus Muelleri* Blume (IK) will be studied from phenology viewpoint to see how far the objective mentioned in the abstract can be reached. IK is one of tuber plants which belongs to Araceae family and Monocotyledon class. The product of the plant is a tuber containing glucomannan compound which has high economic value and has been exported to several countries such as Japan, Taiwan, Korea, China, Netherland, and other European countries. During a food crisis, with appropriate processing, the IK tuber can be consumed as a substitute [6]. Glucomannan, besides being utilized as food material, this can be used as raw material for several industries such as medicine, cosmetic, paper, textile, synthetic rubber, filming, etc. In medical industry, glucomannan is usually used as dietary food such as “konyaku” and “Shirataki.” It contains high fiber which may increase food digestibility and reduce blood cholesterol level. Glucomannan contained in IK tuber is 32,8% of dry matter. IK plant is also known as indigenous traditional medicine to treat some diseases such as dysentery, cholera, digestive disorder and rheumatic. In Indonesia, IK spreads out in Sumatera, Java, Madura, Bali, Celebes, Flores and Lombok. Its production can still be increased because the demand of importing countries has not been met yet. Thus, this may increase the state revenue and provide job opportunity as shown by the statistics of export value from time to time. The export value from 1999 to August 2003 was consecutively 199,828 tons (267,104 USD), 181,055 tons (245,488 USD), 179,597 tons (317,675 USD), 125,747 tons (264,132 USD), and 266,719 tons (385,995 USD). After being harvested, IK seeds from parent tree cannot immediately germinate and then grow because they experience long dormancy period about 5-6 months [7]. To accelerate the seeds growth from its formation [8], it needs to break the dormancy period. An experiment was then conducted to study the way to break the seeds dormancy. And, at a glance, the results are very promising.

In this paper we show an experiment that we conduct, and discuss its results, to increase the productivity of glucomannan contained in the tuber of IK (*Amorphophallus muelleri*

Blume). This compound is of high economic value and has many benefits either in terms of industrial benefits or in world food security program. On the other hand, *Amorphophallus muelleri* Blume is a typical lowland to upland (100-1000 masl) plant grows in the tropical and subtropical zones of the Paleotropical Kingdom (Paleotropics) comprising the tropical areas of Africa, Asia and Oceania (excluding Australia and New Zealand). However, according to [6], historically, the plant is originally from West Africa. Thus, this plant is very familiar to the people of Africa especially to those who live in the paleotropics West Africa. We believe that West African people are more familiar with this plant than the people of the other regions in the world. How did it spread out in South-East Asia region? This is a long story as discussed in [6]. More specifically, it began since 1834 where the name "*Amorphophallus*" was first mentioned by the German-Dutch botanist Karl Ludwig von Blume.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted at Darmaga Research Field, Bogor Agricultural University (also known as IPB) and the materials used were IK tubers and seeds collected from IPB Darmaga Research Field, KNO₃, H₂O₂, aquadest, and compost fertilizer. In this experiment, the equipment consists of calipers, analytical weighing scale, rulers, measuring cylinder, nursery tray, wool, thread, paper label and bamboo.

Material and method for the first objective

The first objective is to study the effect of tuber weight on the percentage of flowering, flower size, number of fruits and seeds. For this purpose, the material IK tubers were classified into four groups based on their weight namely B₁ (300-500 g weight), B₂ (600-800 g), B₃ (900-1,100 g), and B₄ (1,200-1,400 g). As many as 132 IK tubers were classified; 71 tubers into B₁, 37 into B₂, 15 into B₃, and 9 into B₄. Land preparation begins with the weeding process in the planting area followed by making a planting hole of size 50 cm x 50 cm and 30 cm depth. At each planting hole, 0.5 kg of compost fertilizer was filled inside until the top surface of the soil. As many as 132 IK tubers were classified based on the weight i.e. B₁ consisted of 71 tubers, B₂ consisted of 37 tubers, B₃ consisted

of 15 tubers, and B₄ consisted of 9 tubers. Each tuber was then planted in a prepared hole; one tuber for one hole.

In this experiment, the method is as follows. Once the tuber was planted, observation was then done every 7 days until all the plants produce fruit. Data to be recorded at every observation consist of:

- (i) Number of flowering tuber
- (ii) Number of flowering tubers at each group
- (iii) The floering percentage was calculated using Equation 1.

$$\% \text{ blomming tuber} = \frac{\text{blooming tuber}}{\text{total tuber at each group}} \times 100\% \quad (1)$$

- (iv) Flower size
- (v) Average length of female flower and total length of flowers from all cobs.
- (vi) Number of fruits and seeds at each flower cob

Material and method for the effect of KNO₃

Germination is a process of developing seeds into young plants. This process is important to study since it can shorten the dormancy period. This topic has received special attention from the researchers on various types of plants. Just to mention some, [9] and [10] have reported their results on germination of *Avena fatua*, [11] and [12] on germination of *chenopodium album*, [13] and [14] on that of canary grass, [15] and [16] on that of weed, and very recently [17] on germination behavior of perennial halophyte of Arabian deserts. We also learn the interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of weed species in [18], the behavior of seeds germination of herbaceous plant in [19], of *Phalaris minor* and *Poa annua* in [13] and of oat in [20]. Due to that special importance of germination process, in what follows we study the effect of KNO₃ concentration and soaking time on the seeds germination rate. In our experiment, seeds used were harvested 45 days before planting which then divided into 60 lots and each was put into cross stitch cloth. Each lot was then soaked into aquadest and four levels concentration of KNO₃ at a pre-determined soaking time namely 0, 3, 6, and 12 hours. After being soaked, seeds were washed with aquadest to remove KNO₃ residual on the seeds surface. After that, they were planted into plastic jar containing washed-quartz sand. One experiment unit was one plastic jar and arranged

randomly. The observation was done at every 7 days starting from age 14 to 63 days after planting (DAP). The data observed was the normal germinated seeds from each experiment unit and converted into percentage. The criterion of being normal germinated seed of IK is when radicle becomes a perfect shoot and plumule has formed perfect leaf. In order to determine the negative effect of KNO_3 (if any) on the tuber, as many as 40 germinated seeds of each experiment unit was taken and planted on the ground. Planting was done on a ground with compost fertilizer applied with planting size 15 cm x 20 cm under albasia tree as cover crop. Treatment was designed randomly at each replication. After the plant entered dormancy period, the tuber was harvested and observed. The observation consists of number of growing plant, growing percentage, weight and tuber shape.

Material and method for the effect of H_2O_2

The harvested seeds from IPB Darmaga Research Field were divided into 48 experiment units where each unit used 25 seeds and put into cross stitch cloth. Those bags containing of seeds were soaked into aquadest and three concentration levels of H_2O_2 as in accordance with the pre-determined soaking time treatment namely 0, 6, 12, and 18 hours. After soaking, seeds were washed to remove H_2O_2 residual on the seed surface. After that, they were planted into plastic jar containing of washed-quartz sand and arranged randomly. The observation was done at every 7 days starting from age 30 to 66 DAP, normal germinated seeds grown on each experiment unit was counted and converted into percentage using this following equation.

$$\% \text{ germination} = \frac{\text{number of normal seeds on each jar}}{25} \times 100\% \quad (2)$$

Materials and Methods should be described with sufficient details to allow others to replicate and build on published results. Please note that publication of your manuscript implicates that you must make all materials, data, computer code, and protocols associated with the publication available to readers. Please disclose at the submission stage any restrictions on the availability of materials or information. New methods and protocols should be described in detail while well-established methods can be briefly described and appropriately cited.

Research manuscripts reporting large datasets that are deposited in a publicly available database should specify where the data have been deposited and provide the relevant accession numbers. If the accession numbers have not yet been obtained at the time of submission, please state that they will be provided during review. They must be provided prior to publication.

Interventionary studies involving animals or humans, and other studies require ethical approval must list the authority that provided approval and the corresponding ethical approval code.

RESULTS AND DISCUSSION

In this section we report the effect of IK tuber weight on the percentage of flowering, flower size, number of seeds, and the effect of KNO_3 and that of H_2O_2 on germination process.

Flowering Percentage

Flowering percentage was counted based on the tuber population number from each flowering group and then converted into percentage. The flowering percentage on each group based on tuber weight is shown in Figure 1.

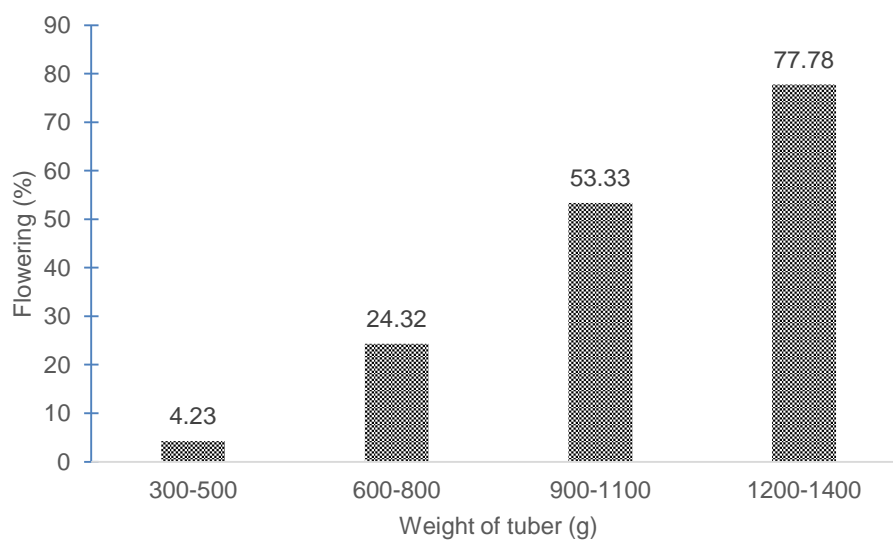


Figure 1: Effect of tuber weight on flowering percentage

Figure 1 shows that the heavier the tuber, the higher the flowering percentage. Tuber weight of 1,200-1,400 g produced the highest flowering percentage (more than 75%), while 300-500 g of weight produced the lowest flowering percentage (less than 5%). The increase of flowering percentage resulted from increasing weight of the tuber is due to the fact that because of heavier tuber contains higher food reserve. In this regards, [6] and [21] have stated that heavier tuber contains more carbohydrate and thus leads to stronger ability for flowering.

Flower Size

The flower size was measured on the average length of female flower and total length of male flower added with female from all flower cobs produced from each tuber. The result is shown in Figure 2.

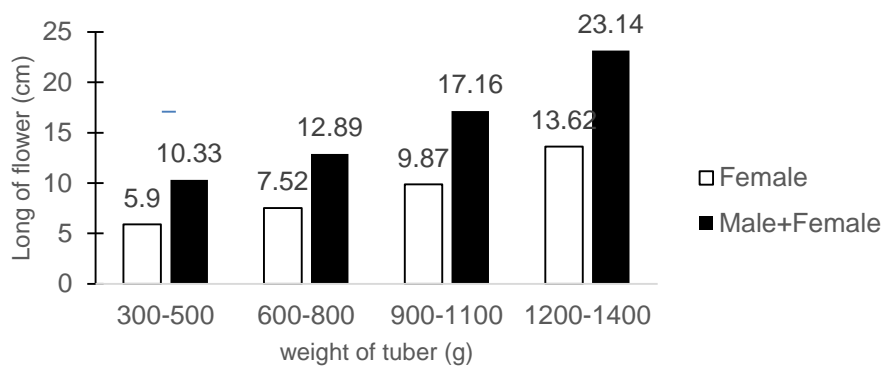


Figure 2: Effect of tuber weight on flower length

This figure shows that flower size has similar pattern with the flowering percentage presented in Figure 1.

The experimental results on the average number of fruits and number of seeds of each flower cob are shown in Figure 3.

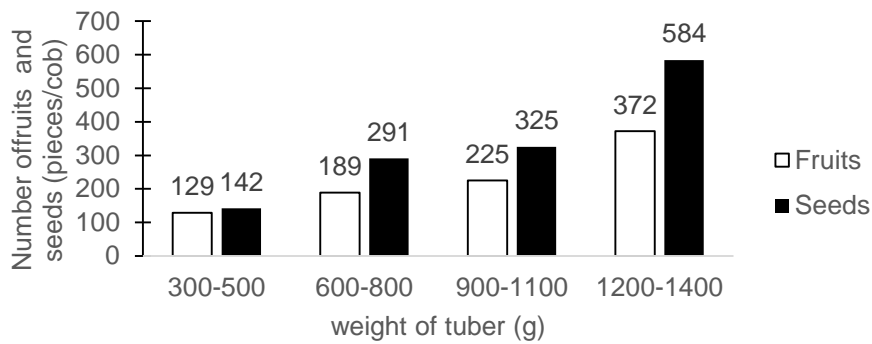


Figure 3: Effect of tuber weight on number of fruits and number of seeds

The same pattern as in Figures 1-2 also occurs on the average number of fruits and number of seeds of each flower cob as can be seen in Figure A3. This figure shows that heavier tuber produced higher average number of fruits and number of seeds on each flower cob.

The Effect of KNO₃ concentration and soaking time

Table 1 shows that in a week-observation, the seeds germination rate after KNO₃ treatment with 0, 1,000, 2,000, 3,000, and 4,000 ppm did not show significant difference. This indicates that seeds treated with KNO₃ or control produced the same germination. It means that KNO₃ did not contribute on breaking the dormancy. This table also shows that germination seeds treated with KNO₃ on 14, 21 and 28 DAP observation with 4,000 ppm in general was significantly higher than control. But, the observation for 35 to 63 DAP did not show significant difference. This indicates that KNO₃ only served to accelerate the germination.

In general, the treatment of several levels of KNO₃ concentration on observation 14 to 63 DAP showed that the highest germination rate occurred at 3,000 ppm but not significantly different with 4,000 ppm, except on 14 DAP where the highest occurred at 4,000 ppm. Soaking time treatment on observation 14 to 63 DAP showed that the highest germination rate occurred at 3 hours soaking compared with 6 and 12 hours, except 0 hour. The application of KNO₃ with higher concentration to a certain extent will accelerate the germination process. However, over doses of concentration leads to poisoning condition. KNO₃ can give additional O₂ useful for accelerating the seeds respiration and trigger the conversion of seed carbohydrate compound into simple sugars that will be used as energy

source for germination. KNO_3 will decompose into nitric acid and K element, in which acid can attenuate the seed shell to facilitate oxygen water comes into the seed, while K element will help on water absorption so that germination runs faster.

According to [7], KNO_3 treatment under 6,000 ppm concentration with 24 hours soaking time may produce unsweetened-red palm seed by 65.33% compared with control (36.00%) on 22 weeks after planting (WAP). Previously, [22] have remarked that the effectiveness of soaking pine walnut into KNO_3 concentration of 500-1,000 ppm is less significant (less visible), but 1,500 ppm concentration significantly accelerate the germination but on higher concentration tends to be slowing the germination. Moreover, according to [23], higher concentration level of KNO_3 up to 200 ppm may trigger the germination of seeds from *Eragrotis curvula* species. And, according to [24], the application of 500 ppm and 1,000 ppm KNO_3 concentration with soaking time 14 hours with light and 10 hours dark on *Onopordium acanthium* L seeds produces the germination rate of 66.6% and 88.2%. It is higher than control (41,8%). On the other hand, the application of KNO_3 and soaking time of 6 and 12 hours did not give significant response. Soaking more than 3 hours leads to lower germination rate for each KNO_3 concentration treatment. This might happen since higher concentration of KNO_3 will cause toxic to seed germination.

Observation on 21 DAP showed that there was no effect of the combined treatment. Meanwhile, the concentration of 3,000 ppm produced the highest result but not different when it soaked for 0 hour. This indicates that the effect caused during the initial treatment was not always followed by same result overtime. This could be due to the effect of KNO_3 compound which had been absorbed by the seed during nursery period. Observation on 28, 35, and 42 DAP showed the response patterns generated by the effect of KNO_3 treatment and the soaking time. This is relatively similar to those observed on 21 DAP, where concentration of 3,000 ppm and 3 hours soaking period tended to give the highest result except on observation of 28 DAP. Observation on 49 DAP showed that for 0 hour soaking time at all 5 levels of KNO_3 concentration, produced the same results except concentration 2,000 ppm. This concentration significantly produced the lowest result, while the highest result was produced with 3,000 ppm. However, there is no significant difference for the application of 0, 1,000 and 4,000 ppm.

Soaking time for 6 hours in 5 levels of KNO_3 concentration did not show significant difference on the germination rate. Similar results were obtained for 3 hours soaking time except for soaking with 1,000 ppm which produced the lowest value. Meanwhile, the highest germination rate was produced under treatment of 3,000 ppm for 3 hours. However, compared with control (aquadest), the application of 3,000 ppm was not significantly different. It is so with control (aquadest), and KNO_3 concentration 2,000 and 4,000 ppm. Soaking for 12 hours also did not show significant different.

From all those treatments, it can be said that 3 hours soaking time and 3,000 ppm concentration gave the best result. This result was only effective during the first 14 days. After that day, the effect of KNO_3 decreased and disappeared after 49 DAP. Eventhough only after 63 DAP the same germination percentage will be obtained This means that after 63 DAP, using or not using KNO_3 , the germination percentage will be the same.

of ammonium ions which occur in plant nutrient. Additionally, it can act as oxidizing substrate According to [25], to increase the germination rate one can also use nitrate compound as it can reduce the amount in the metabolic regulatory process involving nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP) in the particular reaction on glucose metabolism. One of the reasons when seed cannot grow immediately is the lack of oxygen. This is in line with [25] and [26] who stated that KNO_3 associates with the activity of pentose phosphate pathways, limited availability of oxygen causes the path of pentose phosphate to be inactive because oxygen is used for respiratory activity through other pathways.

It is worth noting that, according to [27], KNO_3 solution at concentration 2,000 ppm in dark condition and temperature 15-30°C can trigger the seeds germination of *Lepidium virginicum*, *Eragrotis curvula*, *Polypogon monspelliensis*, *Agrostis*, and *Sorghum halepense*. And, the effect of nitric calcium depends on concentration; germination rate increases along with the increasing of concentration but will decrease until a certain amount of concentration. This is in line with the experiment on 49 DAP. Based on the presence of germination, as the seeds used in this research is 45 days before planting, then on 14 DAP the first germination appears. However, we learn from the literature that dormancy period is about 5-6 months. Therefore, the application of KNO_3 with concentration 3,000 ppm and soaking time for 3 hours tends to accelerate the seeds

germination of IK namely 2-3 months earlier. Therefore, [6] stated that dormancy period of IK 5-6 months is wrong.

The effect of H₂O₂ concentration and soaking time

The effects of soaking into H₂O₂ solution at different concentration and different soaking time on the seeds germination rate of IK were studied on 30 to 66 DAP. The results of our experiment is presented in Table 2

Table 2 show that concentration of H₂O₂ gave significant effect to seeds germination on 30 to 48 DAP. The seeds used as control treatment have also germinated but on 54 to 66 DAP but they did not show significant effect. This means that H₂O₂ only accelerated the germination and did not reduce dormancy period. Generally, treatment on several levels of H₂O₂ concentration on 30 to 48 DAP showed that the highest germination rate produced on 0.5%. Meanwhile, on observation of 54 to 66 DAP, the effect of H₂O₂ concentration did not occur anymore.

Treatment of soaking time on 30 to 42 DAP showed that germination rate was significantly higher when soaked for 6, 12 and 18 hours while on 48 to 66 DAP, the soaking time did not give significant effect. The highest germination rate occurred at soaking time for 18 hours except on 30 DAP where the highest germination rate was obtained at 12 hours soaking. H₂O₂ can increase the seeds germination rate because H₂O₂ will decompose into H₂O and O₂. After that, O₂ can be used to accelerate the respiration process thus will produce more energy for cells synthesis process and at the end increases the growth of embryo and shoot comes up.

To close this section, as a comparison, it is interesting to note that, according to [28], the application of H₂O₂ at concentration 1% for 12 hours can increase the seeds germination of *Abies amabilis*, *Picea glauca*, and *Pinus contoria*.

CONCLUDING REMARKS

In this research, the application of KNO₃ and H₂O₂ did not break the dormancy but accelerate the seeds germination. This did not comply with the statement of Jansen, van

der Wilk and Hetterscheid, 1996, in [6] who mentioned that dormancy of IK seeds is 5-6 months. According to our experiment results, the heavier the tuber weight, the larger the flower growth percentage, flower size, number of fruits and number of seeds. KNO_3 and H_2O_2 treatment have no effect on breaking dormancy. This treatment is only effective to accelerate the germination process. Furthermore, the residual of KNO_3 and that of H_2O_2 did not have effect on the number of plants, tuber weight and tuber shape.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to the Editor and anonymous reviewers for their effort and time to read the manuscript and provide constructive comments and suggestions that led to the final presentation of this paper. Special thanks go to our institutions for providing equipment and research facilities.

Table 1: Effect of KNO₃ concentration and soaking time

Observation (DAP)	KNO ₃ Concentration (ppm)	Soaking time (hour)			
		0	3	6	12
14	0	0.67	1.67	0.00	0.00
	1000	0.67	2.67	0.33	0.00
	2000	0.33	6.00	1.33	0.00
	3000	0.67	5.33	1.00	0.67
	4000	6.33	0.67	1.33	0.33
21	0	11.00	10.00	1.00	2.00
	1000	4.00	14.00	7.00	8.00
	2000	6.00	16.00	8.00	4.00
	3000	15.00	20.00	9.00	7.00
	4000	17.00	7.00	6.00	4.00
28	0	39.00	42.00	16.00	27.00
	1000	37.00	39.00	34.00	34.00
	2000	30.00	49.00	36.00	29.00
	3000	50.00	49.00	29.00	37.00
	4000	48.00	41.00	30.00	30.00
35	0	65.00	56.00	40.00	45.00
	1000	59.00	53.00	55.00	56.00
	2000	44.00	61.00	55.00	48.00
	3000	68.00	71.00	50.00	61.00
	4000	62.00	64.00	47.00	53.00
42	0	74.00	73.00	53.00	59.00
	1000	71.00	67.00	65.00	65.00
	2000	58.00	74.00	66.00	57.00
	3000	78.00	81.00	64.00	68.00
	4000	73.00	74.00	61.00	71.00
49	0	78.33	80.30	61.67	69.67
	1000	80.67	70.00	71.67	73.67
	2000	64.67	79.00	69.33	67.67
	3000	82.00	84.00	68.33	72.00
	4000	78.67	76.67	68.67	77.00
56	0	87.00	84.67	67.33	71.67
	1000	85.67	75.33	75.67	74.33
	2000	65.00	84.67	71.67	74.00
	3000	82.00	88.33	76.33	76.67
	4000	79.67	79.00	73.00	82.67

63	0	91.00	89.00	75.67	76.00
	1000	86.67	79.33	77.67	77.00
	2000	70.67	88.00	77.67	78.33
	3000	85.00	92.33	82.00	82.00
	4000	84.33	81.33	77.00	85.33

Table 2: Effect of soaking into H₂O₂ at different concentration and soaking time on the seeds germination rate of IK on 30 to 66 DAP

Observation (DAP)	H ₂ O ₂ Concentration (ppm)	Soaking time (hours)			
		0	6	12	18
30	0	0.00	1.33	0.00	0.00
	500	0.00	8.00	13.00	12.00
	1000	0.00	6.67	16.00	1.33
	1500	0.00	2.67	0.00	2.67
36	0	8.00	10.67	2.67	13.33
	500	14.67	24.00	38.67	53.33
	1000	12.00	29.33	44.00	21.33
	1500	6.67	14.67	28.00	26.67
42	0	26.67	25.33	18.67	33.33
	500	36.00	46.67	54.67	60.00
	1000	36.00	37.33	52.00	49.33
	1500	13.33	30.67	45.33	45.33
48	0	60.00	60.00	45.33	60.00

	500	62.67	69.33	78.67	78.67
	1000	69.33	66.67	69.33	70.67
	1500	42.67	61.33	69.33	68.00
	0	83.00	72.00	65.33	76.00
	500	70.67	77.33	88.00	82.67
54	1000	80.00	74.67	84.00	82.67
	1500	66.67	80.00	68.00	84.00
	0	85.33	77.33	78.67	85.33
	500	72.33	85.33	89.33	85.33
60	1000	90.67	80.00	85.33	82.67
	1500	70.67	84.00	81.33	89.33
	0	90.67	85.33	85.33	92.00
	500	84.00	89.33	90.67	89.33
66	1000	92.00	86.67	86.67	90.67
	1500	77.33	94.67	86.67	93.33

REFERENCES

- 1 **Chmielewski FM, Müller A and E Bruns** Climate Changes and Trends In Phenology Of Fruit Trees And Field Crops In Germany, 1961–2000 *Agric. For. Meteorol* 2004. **121 (1):** 69-78.
- 2 **Cleland EE, Chuine I, Menzel A, Mooney HA and MD Schwartz** Shifting Plant Phenology In Response To Global Change *Trends Ecol. Evol* 2007; **22 (7):** 357-365.
- 3 **Atkinson PM, Jeganathan C, Dash J and C Atzberger** Inter-comparison of four models for smoothing satellite sensor time-series data to estimate vegetation phenology *Remote Sens. Environ* 2012; **123:** 400–417.

- 4 **Jin C, Xiao X, Merbold L, Arneth A, Veenendaal E and WL Kutsch** Phenology and gross primary production of two dominant savanna woodland ecosystems in Southern Africa *Remote Sens. Environ* 2013; **135**: 189-201.
- 5 **Workie TG and HJ Debella** Climate change and its effects on vegetation phenology across ecoregions of Ethiopia *Glob. Ecol. Conserv.* 2018; **13**: 00366,.
- 6 **Jansen PC, van der Wilk C and WL Hetterscheid** *Amorphophallus* Blume ex Decaisne . E-Prosea Detail. August 1996: 1-5.
- 7 **Bian L, Yang L, An Wang J and HL Shen** Effects of KNO₃ Pretreatment and Temperature on Seed Germination of *Sorbus pohuashanensis* *J. For. Res.* 2013; **24 (2)**: 309-316.
- 8 **Simón BE, Latorre F and C Rotundo** Study of The Reproductive Phenology of *Araucaria Angustifolia* in Two Environments of Argentina: Its Application to The Management of A Species at Risk. *Glob. Ecol. Conserv.* 2018; **16**: e00483.
- 9 **Hilton J and C Bitterli** The Influence of Light on The Germination of *Avena fatua* L- (Wild Oat) Seed and Its Ecological Significance. *New Phytol.* 2006; **95**: 325-333.
- 10 **Dostatny DF, Kordulasińska I and E Maluszyńska** Germination of Seeds of *Avena fatua* L. Under Different Storage Condition *Acta Agrobot.* 2015; **68 (3)**: 241-246.
- 11 **Moravcová L and J Dostálek** Contribution to the Biology of Germination of Four Species of *Chenopodium album* agg. Under Different Condition. *Folia Geobot. - FOLIA GEOBOT* 1989; **24**: 431-439.
- 12 **Eslami SV** Comparative Germination and Emergence Ecology of Two

- Populations of Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) from Iran and Denmark. *Weed Sci.* 2011; **59 (1)**: 90-97.
- 13 **Ohadi S, Mashhadi HR and RT Afshari** Seasonal Changes in Germination Responses of Seeds of the Winter Annual Weed Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) to Light. *Weed Sci.* 2009; **57 (6)**: 613-619.
- 14 **Derakhshan A, Gherekhloo J, Vidal RA and R De Prado** Quantitative Description of the Germination of Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor*) In: Response to Temperature. *Weed Sci.* 2014; **62 (2)**: 250-257.
- 15 **Gardarin A, Dürr C and N Colbach** Prediction of Germination Rates of Weed Species: Relationships Between Germination Speed Parameters and Species Traits. *Ecol. Modell.* 2011; **222 (3)**: 626-636.
- 16 **Alshallash KS** Germination of Weed Species (*Avena fatua*, *Bromus catharticus*, *Chenopodium album* and *Phalaris minor*) with Implications for Their Dispersal and Control. *Ann. Agric. Sci.* 2018; **63 (1)**: 91-97.
- 17 **Bhatt A, Bhat NR and TM Thomas** AGRICULTURE AND halophyte of Arabian deserts 2019; **53**: 348-354.
- 18 **Grubišić D and R Konjević** Light and Nitrate Interaction in Phytochrome-Controlled Germination of *Paulownia tomentosa* seeds. *Planta* 1990; **181 (2)**: 239-243.
- 19 **Baskin CC and JM Baskin** Germination Ecophysiology of Herbaceous Plant Species in a Temperate Region. *Am. J. Bot.* 1988; **75 (2)**: 286-305.
- 20 **Alshallash K** Seed Germination of Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) and Sterile

- Oat (*Avena sterilis*) Under Water Salinity Conditions at Constant or Alternating Temperatures *Egypt. J. Bot.* 2018; **0 (0)**: 0-0.
- 21 **Gregory LE** Physiology of Tuberization in Plants. (Tubers and Tuberous Roots.) *Differ. und Entwicklung / Differ. Dev.* 1965; 1328-1354.
- 22 **Abdelgadir HA, Kulkarni MG, Arruda MP and J Van Staden** Enhancing Seedling Growth of *Jatropha curcas*-A Potential Oil Seed Crop for Biodiesel. *South African J. Bot.* 2012; **78**: 88-95.
- 23 **Copeland LO and MB McDonald** *Principles of Seed Science and Technology.* 1999.
- 24 **Qaderi MM and PB Cavers** Interpopulation Variation in Germination Responses of Scotch Thistle, *Onopordum acanthium* L., to Various Concentrations of GA₃, KNO₃, and NaHCO₃. *Can. J. Bot.* 2000; **78 (9)**: 1156-1163.
- 25 **Gashi B, Abdullai K, Mata V and E Kongjika** Effect of Gibberellic Acid and Potassium Nitrate on Seed Germination of the Resurrection Plants *Ramonda serbica* and *Ramonda nathaliae*. *African J. Biotechnol.* 2012; **11 (20)**: 4537–4542.
- 26 **Ruttanaruangboworn A, Chanprasert W, Thobunluepop P and D Onwimol** Effect of Seed Priming With Different Concentrations of Potassium Nitrate on the Pattern Of Seed Imbibition and Germination Of Rice (*Oryza sativa* L.). *J. Integr. Agric.* 2017; **16**: 605-613.
- 27 **Mayer AM and A Poljakoff-Mayber** *The germination of seeds.* Oxford, New York, Pergamon Press; 1989.
- 28 **Barba-Espín G, Hernández JA and P Diaz-Vivancos** Role of H₂O₂ in Pea Seed Germination *Plant Signal. Behav.* 2012; **7 (2)**.



YAYASAN MEMAJUKAN ILMU DAN KEBUDAYAAN (YMIK)
UNIVERSITAS NASIONAL

(Didirikan 15 Oktober 1949)

Jl. Sawo Manila No. 61, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12520, Telp. (021) 7806700 (hunting),
Fax. 7802718-7802719 <http://www.unas.ac.id>, Email : info@unas.ac.id

BERITA ACARA SERAH TERIMA LAPORAN AKHIR DAN LAPORAN KEUANGAN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI TAHUN 2020
Nomor : 002/LPPM-UNAS/I/2021

Pada hari Senin tanggal empat belas bulan Desember tahun dua ribu dua puluh, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. N a m a : Dr. Kisroh Dwiyono
Jabatan : Dosen Fakultas Pertanian Universitas Nasional
Alamat : Jln. Sawo Manila, Nomor 61, Pasar Minggu, Jakarta-Selatan.
Selanjutnya disebut sebagai PIHAK PERTAMA
2. N a m a : Dr. Ir. Nonon Saribanon M.Si
Jabatan : Ketua LPPM Universitas Nasional
Alamat : Jln. Sawo Manila Nomor 61, Pasar Minggu, Jakarta-Selatan
Selanjutnya disebut sebagai PIHAK KEDUA

PIHAK PERTAMA telah menyerahkan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menyetujui dan menerima Laporan Akhir Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi dan Laporan Keuangan Penggunaan Dana 70 % dan 100% dari Penelitian berjudul : "Rekayasa Beras Analog Dari Bahan Baku Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri*), Tepung Mocaf (*Manihot utilisima*), Dan Kedelai (*Glycine max*) Menggunakan Metode Nanoteknologi Dan Ekstruder" sesuai dengan surat nomor : B/87/E3/RA.00/2020 dan perjanjian/kontrak nomor : 98.ADD/LL3/PG/2020 tanggalOktober 2020 antara LPPM Universitas Nasional dengan DP2M Dikti /LL Dikti Wilayah III Dalam Program Desentralisasi Hibah Multi Tahun.

Demikian berita acara ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 Desember 2020

PIHAK KEDUA
LPPM Universitas Nasional,



Dr. Ir. Nonon Saribanon, M.Si.
NIP. 1331056601

PIHK PERTAMA
Ketua peneliti,

Dr. Kisroh Dwiyono
NIP. 195704281983031002



YAYASAN MEMAJUKAN ILMU DAN KEBUDAYAAN (YMIK)
UNIVERSITAS NASIONAL

(Didirikan 15 Oktober 1949)

Jl. Sawo Manila No. 61, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12520, Telp. (021) 7806700 (hunting),
Fax. 7802718-7802719 <http://www.unas.ac.id>, Email : info@unas.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Nasional dengan ini menyatakan telah menerima Laporan Akhir Penelitian, Berita Acara Penyerahan Laporan Akhir penelitian dan Penggunaan Dana Penelitian 100% atas nama:

Nama : Dr. Kisroh Dwiyono

Judul Penelitian : Rekayasa Beras Analog dari bahan baku lles-lles
(*Amorphophallus muelleri*), tepung Mocaf (*Manihot utilisima*)
dan Kedelai (*Glycine max*) menggunakan metode Nanoteknologi
dan Ekstruder

Demikian surat ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggungjawabkan.

Jakarta 14 Desember 2020

Kris PPM Universitas Nasional
UNIVERSITAS NASIONAL
NASKA
Nasional
Nonon Saribanon M.Si.
No. 0331056601