

PERUBAHAN KADAR AIR DAN MIKROBIOLOGI BUBUR INSTAN SELAMA PENYIMPANAN DENGAN VARIASI KONDISI PRE-PACKING

Ferdian¹, Liza Visiska Putri², Warsono El Kiyat^{3*}

¹Departemen Teknologi Pangan dan Gizi Fakultas Ilmu Hayati Universitas Surya

²Departement Of Quality Control, PT Dellifood Sentosa Corpindo

³Institute Of Bio Chemical Sciences, College Of Life Science, National Taiwan University

*warsono.el.kiyat@gmail.com

ABSTRAK. Pertumbuhan rata - rata konsumsi bubur dalam kemasan cukup tinggi, sekitar 31,47% pada tahun 2011 - 2015. Pada makanan kering seperti bubur instan, kerusakan biasanya disebabkan oleh kadar air yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perubahan kadar air, mikrobiologi, serta karakteristik organoleptik pada bubur instan dengan variasi kondisi pre-packing selama penyimpanan. Parameter yang diamati pada penelitian ini, yaitu: kadar air, nilai ALT, jumlah kapang dan khamir, serta sifat organoleptik. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan empat kondisi pre-packing di antaranya: gudang tanpa AC (air conditioner), gudang dengan AC, ruangan dengan exhaust fan, dan ruangan dengan kipas angin. Secara deskriptif, ruangan dengan kipas angin merupakan kondisi pre-packing terbaik dengan kadar air tertinggi di minggu ke-3, yaitu 4,41%, nilai ALT menurun hingga minggu ke-5, serta tidak adanya pertumbuhan kapang dan khamir dari minggu ke-1 sampai ke-5. Nilai keseluruhan dari perlakuan ini adalah 16.

Kata kunci: bubur instan, kadar air, mikrobiologi, penyimpanan, uji segitiga

ABSTRACT. The average growth of packaged porridge consumption is quite high in 2011 – 2015, ie 31.47%. In dried foods such as instant porridge, the deterioration parameter is the high moisture content in the product usually. This study aimed to analyze changes in moisture content, microbiology, and organoleptic characteristic in instant porridge with variations of pre-packing conditions during storage. The observed parameters were moisture content, TPC, the amount of yeast and mold, and organoleptic characteristics. This research was carried out by comparing four pre-packing conditions that consist of the warehouse without air conditioning, with air conditioning, room with an exhaust fan, and with a fan. However, the room with fan was the best condition with the highest moisture content in the 3rd week just reached 4.41%, the ALT decreased until the 5th week, and there was no yeast and mold growth from 1st week until the 5th week. Overall scoring from this treatment is 16.

Keywords: instant porridge, moisture content, microbiology, storage, triangle test

PENDAHULUAN

Pertumbuhan produksi padi di Indonesia pada tahun 2010 - 2014 rata - rata mencapai 1,64% dengan jumlah tertinggi sebesar 71.281.000 ton pada tahun 2013. Serupa dengan nilai pertumbuhan produksinya, beras yang diolah menjadi makanan juga memiliki pertumbuhan rata - rata, yaitu 1,66% pada tahun 2010 - 2014. Selain itu,

konsumsi bubur dalam kemasan juga memiliki pertumbuhan rata - rata yang tinggi, sekitar 31,47% pada tahun 2011 - 2015 (Sekretariat Jendral Pertanian, 2015).

Bubur dalam kemasan termasuk dalam kategori bubur instan. Bubur instan merupakan bubur yang telah mengalami proses gelatinisasi dalam bentuk *flakes* dan *pellet* kering

sehingga dalam penyajiannya tidak diperlukan proses pemasakan. Penyajian bubur instan dapat dilakukan hanya dengan menambahkan air panas (Fellows, 2016). Super Bubur merupakan salah satu produk instan berupa bubur dan pelengkap yang dikemas dan diproduksi oleh PT Dellifood Sentosa Corpindo yang merupakan anak perusahaan dari Mayora Group.

Makanan yang dikemas dalam waktu yang lama seperti Super Bubur dapat mengalami penurunan mutu seiring berjalannya waktu. Menurut Susiwi (2009), ada enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan. Penurunan mutu yang dimaksud, yaitu: pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, aktivitas enzim - enzim di dalam bahan pangan, serangga parasit dan tikus, suhu, kadar air, udara (oksigen), dan cahaya.

Kerusakan makanan kering biasanya terjadi karena penyerapan uap air yang menyebabkan peningkatan kadar air pada produk pada penyimpanan kelembaban udara relatif (RH, *relative humidity*) yang tinggi (Ansar et al., 2006; Dumadi, 2014; Mamuaja dan Tooy, 2014). Kandungan air dalam bahan pangan memengaruhi terjadinya perubahan dan menentukan kandungan mikroba pada pangan (Kusnandar, 2010) yang memengaruhi keamanan produk tersebut untuk dikonsumsi (Arpah, 2001; Kusnandar, 2010). *Off flavor* pada produk dapat disebabkan oleh kandungan lemak dalam beras (USDA, 2009) yang menghasilkan senyawa - senyawa karbonil yang sifatnya tengik (Astawan dan Wresdiyati, 2004) dan menghasilkan rasa yang tidak enak (Fachry et al., 2007).

Penyimpanan dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu: penyimpanan sebelum dikemas (*pre-packing*) dan penyimpanan setelah dikemas (*finished good*). Variasi kondisi penyimpanan seperti kualitas awal bahan baku (Muchtar et al., 2011), sistem penyimpanan seperti suhu ruangan dan

kelembaban relatif (Ansar et al., 2006; Muchtar et al., 2011; Dumadi, 2014; Mamuaja dan Tooy, 2014), serta waktu penyimpanan juga memengaruhi kondisi produk (Muchtar et al., 2011). Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Josua et al. (2017) tentang penyimpanan bubur instan dengan konsentrat ikan gabus. Kesimpulan yang diperoleh pada penelitiannya, yaitu kadar air bubur instan yang disimpan pada suhu ruang lebih rendah daripada kadar air bubur instan yang disimpan di suhu dingin dan total kapang pada kedua perlakuan cenderung fluktuatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penyimpanan *pre-packing* bubur instan terhadap perubahan kimia dan mikrobiologi, serta sifat organoleptiknya.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *rice thickener* dan *rice flake* yang dibuat dari campuran beras putih, tepung tapioka, dan air, media PCA dan PDA, reagen NaCl, akuades, reagen asam tartarat, kemasan OPP 20/ (*Oriented Polypropylene*) dan LLDPE 30 (*Linear Low Density Polyethylene*) untuk kemasan *inner* bubur, kemasan OPP 20/ dan VMCPP 25 (*Vacuum Metalized Cast Polypropylene*) untuk kemasan *outer* bubur, PP (*Polypropylene*) untuk kemasan sementara *rice thickener* dan *rice flake*, label putih, plastik seal.

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *moisture analyzer*, loyang aluminium, penjepit loyang, *drum dryer*, tangki perendam, mesin pengayak beras dan tepung tapioka, mesin *mixer*, tangki *aging*, neraca analitik, mesin pengemas *outer* (sekunder) dan *inner* (primer), *vacuum presser*, *vacuum chamber*, gelas ukur, termos, mangkuk dan sendok Super Bubur, cawan petri, mikropipet, tip, tabung shoot, labu Erlenmeyer, Laminar Air Flow (LAF), *waterbath*, bunsen, inkubator suhu 25, 35, dan 50°C.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu pemilihan bahan baku, pembuatan bubur instan, pengemasan bubur instan, dan pengambilan data yang disajikan pada Gambar 1. Pemilihan bahan baku bertujuan untuk menyesuaikan standar bahan baku yang diberikan oleh PT Dellifood Sentosa Corpindo. Pembuatan dan pengemasan bubur instan bertujuan untuk membuat sampel.

Pemilihan Bahan Baku

Bahan dasar yang digunakan yaitu beras putih dan tepung tapioka yang dicampur air. Beras putih yang digunakan berjenis beras *broken* dengan kadar air maksimum harus sesuai dengan spesifikasi PT Dellifood Sentosa Corpindo dan tidak memiliki aroma apek, serta bebas dari cemaran. Tepung tapioka yang digunakan harus memiliki kadar air maksimum sesuai dengan spesifikasi PT Dellifood Sentosa Corpindo dan juga tidak ada cemaran, terutama nitrit.

Pembuatan Bubur Instan

Beras dan tepung tapioka dimasukkan ke dalam mesin pengayak yang berbeda untuk dilakukan proses pengayakan. Untuk beras dan tepung tapioka, pengayak yang digunakan masing - masing memiliki satuan 10 mesh dan 40 mesh yang dilengkapi dengan *magnet trap*. Fungsi dari perlakuan ini adalah menyaring bahan untuk menghilangkan benda asing, seperti kayu, tali, potongan karung, dan logam.

Beras yang telah diayak, kemudian direndam di dalam tangki perendaman. Proses perendaman bertujuan untuk membersihkan dan melunakkan tekstur dari beras, serta digunakan *conveyor belt* untuk meniriskan air sisa pada proses perendaman. Air yang digunakan sebanyak 100 - 200 liter dan proses memakan waktu selama 1 jam. Selanjutnya, beras yang sudah dibersihkan masuk ke dalam mesin *shear pump*. Pada mesin ini terdapat 2 proses, yaitu penggilingan dan pencampuran. Proses penggilingan bertujuan untuk menghancurkan beras hingga siap saat dibuat adonan

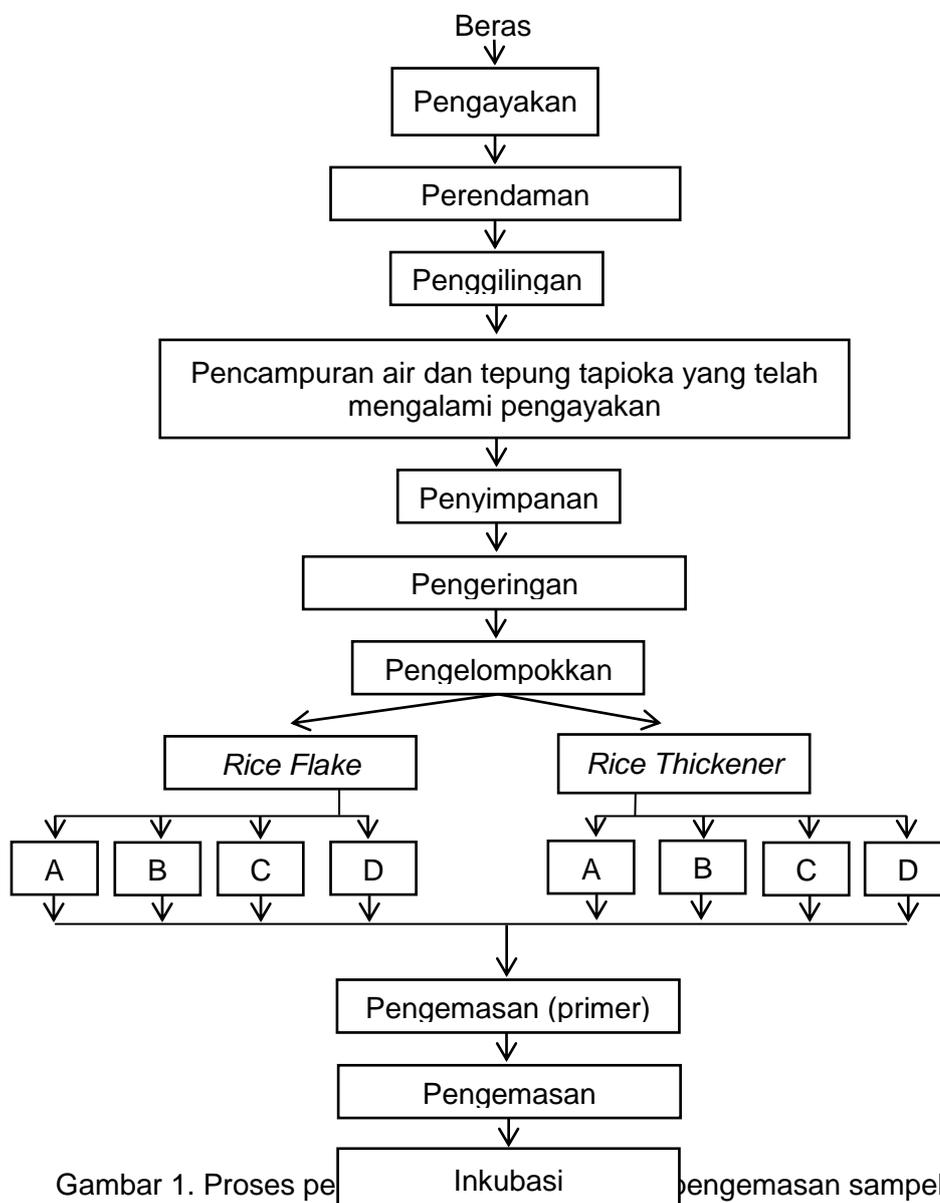
bersama dengan tepung tapioka dan air dan proses pencampuran bertujuan untuk mencampurkan 200 - 210 liter air, 10 - 20 kg tepung tapioka, dan 300 - 400 kg beras (2 *batch*) hingga homogen menjadi adonan. Proses pencampuran memakan waktu 1 jam yang dibagi menjadi 2 sub proses, yaitu 45 menit agitasi dengan kecepatan 50 rpm dan 15 menit pendinginan.

Proses selanjutnya yaitu penyimpanan. Proses ini merupakan peralihan dari proses pencampuran sebelum masuk ke proses pengeringan. Pada proses ini, adonan kembali diagitasi selama 60 menit pada suhu 10°C - 20°C. Selanjutnya, adonan masuk ke dalam *drum dryer* untuk dilakukan proses pengeringan. Pada proses ini ada 3 *roll* dan 3 *spray* yang digunakan. Parameter yang digunakan, yaitu *input steam* yang masuk bertekanan 4 - 4,8 bar, suhu *drum dryer* dan suhu produk yang menempel di mesin sebesar 120°C - 140°C. Adonan yang dikeringkan berbentuk lembaran. Pada *drum dryer* dilengkapi dengan *scraper* untuk mencacah lembaran hingga bentuknya lebih kecil. Cacahan dapat masuk ke dalam *grader* yang dilengkapi dengan *magnet trap* untuk dikeluarkan menjadi bubur instan Super Bubur.

Super Bubur memiliki dua jenis bahan yang dikeluarkan oleh *grader*, yaitu *rice flake* yang dihasilkan dari filter 10 mm dengan ukuran sebesar 5 - 8 mm dan *rice thickener* yang dihasilkan dari filter 6 mm dengan ukuran sebesar 3 - 4 mm dengan kadar air maksimum sebesar 4%. Kedua bahan ini dicampur menjadi 1 produk, yang kemudian dikemas bersama bahan pelengkap lain. *Rice thickener* dan *rice flake* diambil masing - masing sebanyak 4 kantong dengan berat 0,5 kg sehingga didapat total 8 kantong. Kemudian, setiap 2 kantong jenis *rice* yang berbeda diberi kondisi variasi *pre packing* yang berbeda. Variasi tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi kondisi *pre packing* pada sampel bubur instan

Kondisi	Keterangan	RH (%)	T (°C)
A	Gudang tanpa AC	66,5	28,7
B	Gudang dengan AC	41,9	24,9
C	Ruangan dengan kipas penyedot udara (<i>exhaust fan</i>)	52,2	31,2
D	Ruangan dengan kipas angin	63,8	29,4



Gambar 1. Proses *pre packing* dan pengemasan sampel

Penyimpanan dilakukan di dalam plastik PP selama 3 hari. Tujuannya adalah untuk mendinginkan produk sehingga ketika dikemas, tidak terbentuk uap air di dalam kemasan. Terbentuknya uap air dapat menyebabkan produk mudah rusak.

Pengemasan Bubur Instan

Setelah 3 hari *pre-packing*, proses pengemasan dilakukan untuk menggabungkan 11,5 gram *rice flake* dan 11,5 gram *rice thickener* menjadi 23 gram Super Bubur Reguler sesuai standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Lalu, proses pengemasan dilaksanakan menjadi 2 tahap, yaitu primer (*inner*) dan sekunder (*outer*).

Pengemasan *inner* dilakukan dengan mesin *packing* yang dilengkapi dengan *metal detector* di bagian *conveyor belt*. Suhu yang dikeluarkan mesin saat proses di bagian horizontal dan vertikal kemasan memiliki kisaran angka, yaitu 120°C - 150°C, serta kecepatan pemotongan kemasan berkisar 40 - 60 *cut*/menit. Untuk pengemasan *outer* dilakukan dengan mesin *packing* dengan suhu yang dikeluarkan pada bagian *long seal* dan *end seal* 130°C - 200°C, serta kecepatan pemotongan kemasan berkisar 70 - 80 *cut*/menit.

Setiap satu proses *packaging*, dilakukan uji kebocoran selama 1 menit untuk memastikan tidak ada udara yang masuk ke dalam kemasan menggunakan *vacuum presser* dan *vacuum chamber*. Sesuai standar PT Dellifood Sentosa Corpindo, tekanan yang diberikan untuk kemasan *inner* adalah 0,4 bar, sedangkan untuk kemasan *outer* tekanan yang diberikan sebesar 0,3 bar. Penimbangan juga dilakukan meliputi penimbangan kemasan *inner* dan *finish good packaging super bubur* supaya sesuai dengan standar PT Dellifood Sentosa Corpindo. Setelah itu, seluruh sampel dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 50°C. Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali dari minggu ke-1 hingga minggu ke-5 meliputi

pengecekan kadar air, ALT, *yeast*, *mold*, dan perbedaan dengan uji segitiga, serta penerimaannya.

Analisis Kadar Air

Pada penelitian ini, uji kadar air dilakukan setiap 1 minggu setelah masuk inkubator hingga minggu ke-5. Pengujian kadar air dilakukan dengan memasukkan ± 5 gram sampel secara merata ke atas loyang aluminium dalam *moisture analyzer* (MA), kemudian ditutup dan biarkan penguapan air terjadi selama beberapa saat. Perhitungan kadar air berakhir ketika terdapat bunyi dari MA, serta tertera tulisan END dan persentase kadar air pada layar monitor MA.

Pada penelitian ini, analisis mikrobiologi terbagi menjadi perhitungan Angka Lempeng Total (ALT), khamir, dan kapang. Analisis mikrobiologi dilakukan setiap 1 minggu awal masuk inkubator pada minggu ke-1 hingga minggu ke-5. Uji ALT dilakukan di media PCA dengan melarutkan 2,35 gram bubuk PCA ke dalam 100 mL akuades panas. Setelah itu, larutan media diaduk kemudian disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Media berisi larutan dimasukkan ke dalam *waterbath* pada 50°C. Kemudian, sampel sebanyak 2,5 gram dimasukkan ke dalam 45 mL larutan NaCl di dalam tabung *schoot*. Pembuatan larutan NaCl dilakukan dengan memasukkan 9 mL NaCl ke 1000 mL akuades panas. Lalu, sampel dipipet sebanyak 1 mL menggunakan mikropipet ke cawan petri. Selanjutnya, media dimasukkan ke dalam cawan petri ± 15 mL dengan metode *pour plate* sebanyak dua kali (*duplo*). Setelah agar memadat, media PCA yang telah berisi sampel dimasukkan secara terbalik ke dalam inkubator bersuhu 35 - 37°C selama 48 jam. Perhitungan koloni setelah 48 jam dilakukan secara manual.

Uji khamir dan kapang dilakukan menggunakan media PDA dengan melarutkan 3,9 gram bubuk PDA ke

dalam 100 mL akuades panas. Setelah itu, larutan diaduk dan disterilisasi di dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Media berisi larutan dimasukkan ke dalam *waterbath* bersuhu 50°C. Setelah dingin, masukkan 1,4 mL asam tartarat ke 100 mL media PDA yang sudah dingin untuk mengasamkan media. Larutan asam tartarat dibuat dengan memasukkan 5 gram bubuk tartarat ke ke 45 mL akuades (konsentrasi 10%). Kemudian, sampel sebanyak 2,5 gram dimasukkan ke dalam 45 mL larutan NaCl di dalam tabung *schoot*. Pembuatan larutan NaCl dilakukan dengan memasukkan 9 mL NaCl ke 1000 mL akuades panas. Lalu, 1 mL sampel dipipet menggunakan mikropipet ke cawan petri. Selanjutnya, media dimasukkan ke dalam cawan petri ± 15 mL dengan metode *pour plate*. Setelah agar memadat, media PDA yang telah berisi sampel dimasukkan secara terbalik ke dalam inkubator bersuhu 25°C - 30°C selama 48 jam. Perhitungan koloni setelah 48 jam dilakukan secara manual.

Uji Segitiga

Uji segitiga dilakukan dengan mengikuti Instruksi Kerja *Triangle Test* di PT Dellifood Sentosa Corpindo (DSC). Jumlah panelis dalam penelitian ini berjumlah 10 orang QC (*quality control*) di PT DSC yang sudah biasa menjadi panelis dalam mencoba sampel Super Bubur. Penentuan ini didasari pada padatnya kegiatan QC di setiap harinya, bahkan QC juga sering dipanggil untuk tugas ke luar dengan waktu yang tidak tentu atau tiba-tiba. Selain itu, jumlah minimal panelis yang ditentukan minimal 7 orang dari bagian QC dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Giyarto et al. (2015) tentang penentuan masa simpan "beras cerdas", panelis yang digunakan adalah panelis semi terlatih sebanyak 7 orang. Jadi ketika seorang panelis misalnya mendapat tugas keluar maka uji segitiga masih dapat dilanjutkan karena panelis masih di atas standar yang ditentukan.

Uji segitiga dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan 2 sampel standar dengan empat jenis sampel yang diteliti tanpa dilakukan pengulangan. Dalam satu uji, tiga sampel disajikan di atas meja dalam mangkuk Super Bubur Cup tanpa *topping* dan bumbu, serta pelengkap lainnya dengan diberi kode tiga angka acak. Setiap panelis memilih sampel mana yang berbeda secara keseluruhan secara bergantian. Panelis dapat menulis apa perbedaan sampel yang dipilihnya di kuesioner.

Metode Analisis

Untuk data kadar air, ALT, *yeast*, dan *mold* yang diperoleh dari penelitian ini, dianalisis secara deskriptif. Analisis deskriptif merupakan analisis dengan penggambaran yang bersifat apa adanya. Kemudian, dari empat perlakuan *pre-packing* diurutkan perlakuan mana yang terbaik dengan sistem *skoring*. Sistem *skoring* dilihat berdasarkan kenaikan parameternya. Jika kenaikan begitu terlihat akan dinilai dengan poin 1, sementara jika kenaikan tidak begitu terlihat dinilai dengan poin 2, dan bila kenaikan tidak terjadi atau hampir tidak ada kenaikan mendapat poin 3 atau 4 tergantung dari margin kenaikan. Setelah itu, dari setiap parameter skor dijumlahkan lalu dilihat skor mana yang paling tinggi. Skor tertinggi mencerminkan perlakuan terbaik dari seluruh perlakuan yang ada. Hal yang sama juga dilakukan pada parameter organoleptik.

Untuk data uji segitiga yang diperoleh dari penelitian ini, direkapitulasi dalam bentuk tabel. Setelah itu, data dianalisis secara statistik dengan peluang binomial menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2010. Distribusi binomial dipakai dalam uji segitiga karena uji ini cocok untuk melihat dua hasil, yaitu benar dan salah (Lawless dan Heymann, 2010). Penggunaan peluang binomial dalam analisis data penelitian ini bertujuan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan signifikan dari sampel standar perusahaan dengan sampel - sampel yang sedang diteliti.

Hasil yang didapat dari rumus tersebut berupa peluang uji atau p - value dibandingkan dengan α yang digunakan dalam penelitian, yaitu 5%. Jika $\alpha \geq p$ - value maka ada perbedaan yang signifikan. Selain itu, analisis juga dapat dilakukan dengan membandingkan minimal jumlah benar yang didapat pada pada uji segitiga dengan yang ada di tabel uji segitiga sesuai level signifikansi yang digunakan (Kemp et al., 2009). Jika minimal jumlah benar melebihi jumlah benar yang ada di tabel maka perbedaan produk juga signifikan. Ketika sampel yang diteliti sudah berbeda signifikan dibanding dengan sampel standar maka penerimaan panelis terhadap sampel akan dilihat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

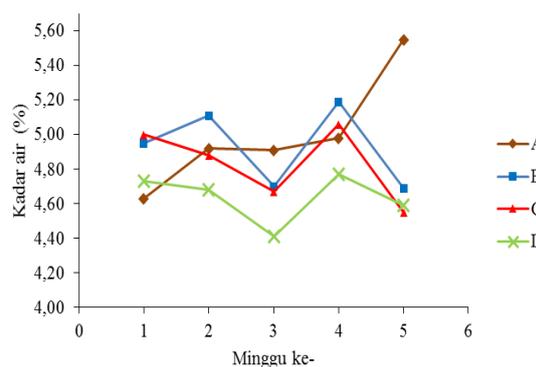
Kadar Air

Kondisi A merupakan gudang *finished good* tanpa pengatur sirkulasi udara. Pada kondisi A yang memiliki RH 66,7% dan suhu 28,7°C saat penyimpanan *pre-packing*, kadar air dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami peningkatan (Gambar 2). Kadar air tertinggi terdapat pada minggu ke-5 dengan nilai 5,55%. Hal ini disebabkan oleh kondisi *pre packing* yang diberikan pada sampel.

Keadaan penyimpanan yang kering dan tidak ada sirkulasi udara membuat suhu penyimpanan cenderung hangat. Menurut Hasfita dan Husin (2013), semakin tinggi suhu, maka kecepatan reaksi juga semakin tinggi yang mengakibatkan reaksi respirasi berjalan lebih cepat. Pati dalam beras (Winarno, 2002) dan tepung tapioka (Imanningsih, 2012) mengalami perombakan dan bereaksi dengan oksigen menjadi karbon dioksida dan uap air yang tertahan di dalam kemasan. Kemudian, sifat higroskopis yang dimiliki bubur membuat air terserap ke dalam bubur dan meningkatkan kadar air (Fibriyanti, 2012) hingga minggu ke-5.

Kondisi B merupakan gudang dengan AC. Pada kondisi B yang memiliki RH 41,9% dan suhu 22,9°C saat penyimpanan *pre packing*, kadar air dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan dan fluktuatif bila dilihat pada Gambar 2. Kadar air tertinggi terdapat pada minggu ke-4 dengan nilai 5,19%. Suhu yang cenderung rendah menyebabkan kecepatan respirasi menurun (Hasfita dan Husin, 2013). Kadar air tidak mengalami penambahan seperti kadar air di kondisi A karena tidak ada air yang dihasilkan melalui respirasi. Respirasi yang sedikit menyebabkan tidak terbentuknya air di dalam kemasan saat diinkubasi. Pada kondisi awal kadar air sudah terlihat tinggi.

Gambar 2. Perubahan kadar air (%)



sampel pada gudang tanpa AC (A); gudang dengan AC (B); ruangan dengan kipas penyedot udara (*exhaust fan*) (C); ruangan dengan kipas angin (D).

Hal ini disebabkan oleh pengembunan yang terjadi akibat suhu rendah di ruangan ber - AC. Gas yang terkonversi menjadi air karena pengembunan terbentuk secara mikroskopis di dalam plastik PP saat *pre-packing*. Sifat higroskopis dari bubur instan membuat air dapat masuk ke dalam bahan saat awal penyimpanan (Muthukumarappan et al., 1992; Rachmat, 2008).

Kondisi C merupakan ruangan dengan *exhaust fan* yang dapat membuang udara dari dalam ke luar. Pada kondisi

C yang memiliki RH 52,2% dan suhu 31,2°C saat penyimpanan *pre packing*, kadar air dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan dan fluktuatif bila dilihat pada Gambar 2. Kadar air tertinggi terdapat pada minggu ke-4 dengan nilai 5,06%. Suhu pada kondisi C tergolong tinggi, namun adanya *exhaust fan* membantu membuang udara panas menjadi lebih dingin. Penggunaan AC pada kondisi B lebih mengurangi kadar air pada penyimpanan awal dibanding penggunaan *exhaust fan* pada kondisi C. Hal ini disebabkan oleh kapasitas pembuangan udara panas AC jauh lebih besar dibanding *exhaust fan*. Sama seperti kondisi B, kadar air yang cukup tinggi di awal disebabkan oleh pengembunan yang terbentuk penarikan udara panas keluar oleh *exhaust fan*. Gas yang terkonversi menjadi air karena pengembunan terbentuk secara mikroskopis di dalam plastik PP saat *pre packing*. Sifat higroskopis dari bubur instan membuat air dapat masuk ke dalam bahan saat awal penyimpanan (Rachmat, 2008).

Kondisi D adalah ruangan dengan kipas angin. Pada kondisi D yang memiliki RH 63,8% dan suhu 29,4°C saat penyimpanan *pre packing*, kadar air dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan dan fluktuatif, serta cenderung stabil pada Gambar 2. Kadar air tertinggi terdapat pada minggu ke-4 dengan nilai 4,77%.

Kipas angin diketahui juga memberikan udara yang lebih sejuk, namun tidak membuang udara panas secara langsung. Suhu yang agak rendah seperti kondisi B dan C menyebabkan terjadinya pengembunan yang meningkatkan kadar air di awal. Namun bila suhu agak tinggi, respirasi akan berjalan lebih cepat sehingga air juga dihasilkan dan dapat meningkatkan kadar air selama penyimpanan. Kondisi D merupakan kondisi terbaik di antara C dan D yang hasilnya cenderung stabil.

Secara keseluruhan, kadar air dapat meningkat karena sifat higroskopis dari beras (Rachmat, 2008) dan tepung tapioka (Castro et al., 2005) yang menjadi bahan dasar pembuatan bubur instan. Bahkan, koefisien ekspansi higroskopis beras pada saat absorpsi lebih besar daripada saat beras mengalami desorpsi. Jika kelembaban berada pada nilai yang tinggi, maka uap air akan terabsorpsi ke dalam bubur, sementara apabila nilai kelembaban turun, maka air dapat terdesorpsi keluar dari bubur (Rachmat, 2008). Bila RH tinggi, kadar air juga dapat naik karena terjadi penyerapan uap air ke dalam produk dari lingkungan (Ansar, et al., 2006; Dumadi, 2014; Mamujaja dan Tooy, 2014).

Penggunaan suhu 50°C pada inkubator menyebabkan reaksi - reaksi kimia dapat terjadi. Salah satu reaksi tersebut adalah reaksi Maillard. Adanya reaksi Maillard juga dapat meningkatkan persentase kadar air. Reaksi ini membentuk senyawa melanoidin yang dibentuk oleh gugus karbonil pada gula dan gugus amina primer pada asam amino (Winarno, 2008). Ketika kandungan karbohidrat atau protein menurun karena hasil dari reaksi tersebut, persentase kadar air dapat meningkat seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, kadar air dapat mengalami peningkatan selama penyimpanan.

Selama penyimpanan juga terjadi respirasi aerobik, yaitu terjadinya interaksi antara pati yang telah dirombak dengan oksigen. Oksigen dapat masuk ke dalam kemasan disebabkan saat pengemasan tidak dilakukan dalam kondisi vakum sehingga udara juga ikut terkemas. Selain itu, setiap kombinasi kemasan *inner* maupun *outer* tidak sepenuhnya menghalangi oksigen yang keluar maupun masuk karena permeabilitas oksigennya yang berbeda - beda. Permeabilitas oksigen dari plastik OPP sebesar 2,1 ml μcm^2 hari atm pada 10°C (Yam dan Lee, 1995; Piergiovanni dan Limbo, 2010). Kemudian, permeabilitas oksigen LLDPE memiliki

nilai 15,7 ml μcm^2 hari atm pada 10°C (Yam dan Lee, 1995). Sementara untuk permeabilitas VMCPD nilainya belum diketahui, namun memiliki permeabilitas udara yang rendah (Matsumoto, 1999).

Mikrobiologi

Kondisi A merupakan gudang *finished good* tanpa pengatur sirkulasi udara. Pada kondisi A yang memiliki RH 66,7% dan suhu 28,7°C saat penyimpanan *pre packing*, ALT dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan (Gambar 3). Kemudian, untuk *khamir dan kapang*, terjadi pertumbuhan pada minggu ke-5 sebanyak 10 CFU/g dan di minggu sebelumnya tidak ada pertumbuhan bila dilihat pada Gambar 4.

Kondisi B merupakan gudang dengan AC. Pada kondisi B yang memiliki RH 41,9% dan suhu 22,9°C saat penyimpanan *pre-packing*, ALT dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan dan fluktuatif bila dilihat pada Gambar 3. Kemudian, untuk *khamir dan kapang*, terjadi pertumbuhan pada minggu ke-2 sebanyak 10 CFU/g dan di minggu - minggu lainnya tidak ada pertumbuhan bila dilihat pada Gambar 4.

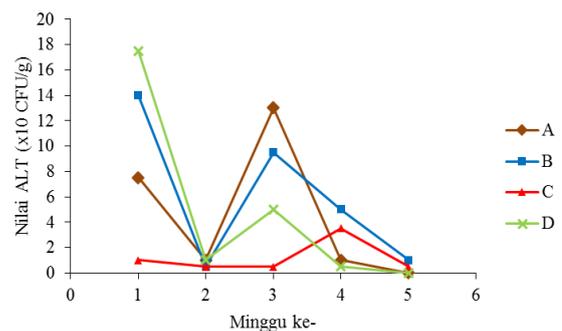
Kondisi C merupakan ruangan dengan *exhaust fan* yang dapat membuang udara dari dalam ke luar. Pada kondisi C yang memiliki RH 52,2% dan suhu 31,2°C, ALT dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5 di inkubator 50°C cenderung mengalami kenaikan dan fluktuatif bila dilihat pada Gambar 13. Selama penyimpanan tidak ada pertumbuhan *khamir dan kapang* di kondisi C dan D. Hal ini menandakan A_w produk di bawah 0,6 (Bhunia dan Bibek, 2014).

Kondisi D adalah ruangan dengan kipas angin. Pada kondisi D yang memiliki RH 63,8% dan suhu 29,4°C saat penyimpanan *pre packing*, ALT dari minggu ke-1 sampai minggu ke-5

di inkubator 50°C cenderung mengalami penurunan bila dilihat pada Gambar 3.

Kenaikan ALT terjadi pada minggu ke-3 untuk kondisi A, B, dan D, serta minggu ke-4 untuk kondisi C. Hal ini disebabkan oleh dua hal. Pertama, adanya bakteri termofil yang tahan panas yang dalam kondisi dorman. Ketika masuk ke dalam inkubator, bakteri menemukan kondisi yang sesuai sehingga terjadi pertumbuhan.

Kedua, adanya bakteri yang masih bertahan (*sub lethal*) dari pemanasan *drum drying* dan kemudian beradaptasi di inkubator sehingga dapat terjadi pertumbuhan (Bhunia dan Bibek, 2014). Akumulasi dari kedua pertumbuhan tersebut meningkatkan

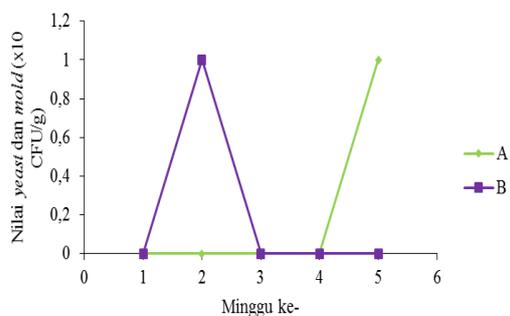


pertumbuhan. Namun setelah kenaikan, ALT selalu turun di setiap kondisi pada penelitian ini. Hal tersebut terjadi karena mikroorganisme membutuhkan gizi terus menerus.

Gambar 3. Perubahan ALT (x10 CFU/g) sampel pada kondisi gudang tanpa AC (A); gudang dengan AC (B); ruangan dengan kipas penyedot udara (*exhaust fan*) (C); ruangan dengan kipas angin (D). bahan pangan dapat turun karena berbagai faktor. Salah satu faktor tersebut adalah suhu (Bhunia dan Bibek, 2014).

Kontaminasi di produk bubur instan selama penyimpanan terbilang umum. Produk yang sudah terolah masih dapat ditumbuhi oleh mikroba sekitar 100 -

1.000 koloni/g untuk ALT dan 10 - 100 koloni/g untuk *khamir dan kapang*. Mikroba bisa tumbuh dalam adonan yang telah tercampur atau saat masih menjadi *raw material*, bahkan dari udara, pekerja, atau peneliti dapat mengontaminasi produk (Bhunia dan Bibek, 2014).



Gambar 4. Perubahan nilai *khamir dan kapang* (x10 CFU/g) sampel pada kondisi gudang tanpa AC (A); gudang dengan AC (B).

Selama masa penyimpanan juga dapat terjadi peningkatan jumlah mikroorganisme yang tumbuh. Hal ini disebabkan oleh adanya kenaikan kadar air. Kandungan air dalam bahan pangan memengaruhi terjadinya perubahan dan menentukan kandungan mikroba pada pangan (Kusnandar, 2010).

Kenaikan kadar air pada produk cenderung meningkatkan nilai A_w produk. Pada nilai A_w yang cocok, mikroorganisme dapat bertumbuh dan berkembang biak (Wijaya, 2007). Perbedaan 2% saja pada kadar air dapat membuat perbedaan besar dalam laju pertumbuhan jamur saat penyimpanan dan laju kerusakan serealialia (Bala, 2017).

Jika A_w meningkat di atas 0,6, beberapa jamur yang dapat tumbuh seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Rhizopus* yang menyebabkan pembusukan ketika kadar air sedang tinggi (Bhunia dan Bibek, 2014), bahkan mikotoksin seperti aflatoksin (Erkmen dan Bozoglu, 2016). Jenis - jenis bakteri yang dapat tumbuh selama penyimpanan meliputi bakteri berspora (Bhunia dan Bibek, 2014) seperti

Bacillus cereus (Erkmen dan Bozoglu, 2016; Fu, et al., 2017), bakteri psikotrof, bakteri gram positif dan negatif, beberapa patogen seperti *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, serta yeast (Bhunia dan Bibek, 2014; Erkmen dan Bozoglu, 2016), dan *Clostridium perfringens* (Bhunia dan Bibek, 2014). Namun, kemungkinan tumbuh mikroorganisme akan lebih banyak pada media *Nutrient Agar* (NA). Pada media NA akan lebih banyak jumlah koloni yang akan tumbuh dibanding dengan PCA karena kandungan nutrisinya tidak sebanyak yang terdapat pada media NA (Chikere dan Udochukwu, 2014).

Pada seluruh kondisi, sampel masih dikategorikan aman untuk dikonsumsi karena tidak ada yang melebihi standar yang ditetapkan pada PKBPOM no. 16 tahun 2016, yaitu untuk ALT maksimal 10^4 koloni/g, serta untuk *khamir dan kapang* 10^3 koloni/g (BPOM, 2016).

Hasil Uji Segitiga

Kondisi A merupakan gudang *finished good* tanpa pengatur sirkulasi udara. Pada kondisi A yang memiliki RH 66,7% dan suhu 28,7°C saat penyimpanan *pre-packing*, jumlah panelis yang dapat menjawab benar setiap minggunya meningkat dan seluruh panelis mampu membedakan saat minggu ke-5 yang tersaji pada Tabel 2.

Kon disi	Min ggu	Jumlah benar dari 10 panelis	Jumla h penol akan dari jawab an benar	Ha sil
A	1	5	1	T
	2	7	3	S
	3	7	3	S
	4	7	1	S
	5	10	6	S
B	1	0	0	T
	2	8	2	S
	3	9	4	S
	4	10	4	S
	5	10	7	S
C	1	8	3	S
	2	7	2	S
	3	9	2	S
	4	8	3	S
	5	10	6	S
D	1	8	1	S
	2	9	2	S
	3	10	1	S
	4	7	4	S
	5	9	3	S

Tabel 2. Hasil uji segitiga pada kondisi A, B, C, dan D

Produk mulai berbeda secara signifikan pada minggu ke-2. Hal ini ditunjukkan dengan p - value minggu ke-2 sampai minggu ke-5 $<0,05$ dan jumlah panelis yang menjawab benar pada minggu ke-2 sampai minggu ke-5 sama dengan atau lebih dari 7 panelis. Syarat minimum bagi sampel untuk dinyatakan berbeda signifikan adalah 7 panelis berdasarkan minimal jumlah benar dari tabel uji segitiga yang terlampir pada Lampiran 15., jika panelis yang ikut uji berjumlah 10 panelis (Kemp et al., 2009).

Dari jawaban benar akan dilihat apakah sampel diterima atau ditolak. Pada minggu ke-5 penolakan sampel secara sensoris mencapai 6 orang dari 10 orang. Kondisi B merupakan gudang dengan AC. Pada kondisi B yang memiliki RH 41,9% dan suhu 22,9°C saat penyimpanan *pre packing*, jumlah panelis yang dapat menjawab benar setiap minggunya meningkat dan seluruh panelis mampu membedakan saat minggu ke-5 yang tersaji pada Tabel 2. Pada minggu ke-1 produk belum dapat dibedakan dengan pembandingan. Hal ini menandakan produk masih tergolong baik dari sisi organoleptiknya. Produk mulai berbeda secara signifikan pada minggu ke-2.

Hal ini ditunjukkan dengan p - value minggu ke-2 sampai minggu ke-5 $< 0,05$ dan jumlah panelis yang menjawab benar pada minggu ke-2 sampai minggu ke-5 sama dengan atau lebih dari 7 panelis. 7 Panelis merupakan syarat minimum bagi sampel untuk dinyatakan berbeda signifikan berdasarkan minimal jumlah benar dari tabel uji segitiga, jika panelis yang ikut uji berjumlah 10 panelis (Kemp et al., 2009). Dari jawaban benar akan dilihat apakah sampel diterima atau ditolak. Pada minggu ke-5 penolakan sampel secara sensoris mencapai 7 orang dari 10 orang.

Kondisi C merupakan ruangan dengan *exhaust fan* yang dapat membuang udara dari dalam ke luar. Pada kondisi C yang memiliki RH 52,2% dan suhu 31,2°C, jumlah panelis yang dapat menjawab benar setiap minggunya cenderung stabil, namun sudah dapat dibedakan oleh banyak panelis yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini dapat dilihat pada minggu ke-1 di mana jawaban benar mencapai 8 panelis. Seluruh panelis mampu membedakan saat minggu ke-5. Produk mulai berbeda secara signifikan sejak minggu ke-1. Hal ini ditunjukkan dengan p -value minggu ke-1 sampai minggu ke-5 $<0,05$ dan jumlah panelis yang menjawab benar pada minggu ke-1 sampai minggu ke-5 sama dengan atau

lebih dari 7 panelis. 7 Panelis merupakan syarat minimum bagi sampel untuk dinyatakan berbeda signifikan berdasarkan minimal jumlah benar dari tabel uji segitiga, jika panelis yang ikut uji berjumlah 10 panelis (Kemp et al., 2009). Dari jawaban benar akan dilihat apakah sampel diterima atau ditolak. Pada minggu ke-5 penolakan sampel secara sensoris mencapai 6 orang dari 10 orang.

Kondisi D adalah ruangan dengan kipas angin. Pada kondisi D yang memiliki RH 63,8% dan suhu 29,4°C saat penyimpanan *pre packing*, jumlah panelis yang dapat menjawab benar setiap minggunya cenderung stabil, namun sudah dapat dibedakan oleh banyak panelis. Hal ini dapat dilihat pada minggu ke-1 di mana jawaban benar mencapai 8 panelis yang dapat dilihat pada Tabel 2. Seluruh panelis mampu membedakan saat minggu ke-3, namun di minggu ke-4 dan minggu ke-5 tidak seluruhnya mampu membedakan. Produk mulai berbeda secara signifikan sejak minggu ke-1. Hal ini ditunjukkan dengan *p-value* minggu ke-1 sampai minggu ke-5 $<0,05$ dan jumlah panelis yang menjawab benar pada minggu ke-1 sampai minggu ke-5 sama dengan atau lebih dari 7 panelis. 7 Panelis merupakan syarat minimum bagi sampel untuk dinyatakan berbeda signifikan berdasarkan minimal jumlah benar dari tabel uji segitiga, jika panelis yang ikut uji berjumlah 10 panelis (Kemp et al., 2009). Dari jawaban benar akan dilihat apakah sampel diterima atau ditolak. Pada kondisi D penolakan terbesar dari jawaban benar terjadi di minggu ke-4, di mana dari 7 panelis yang mampu membedakan, 4 di antaranya menolak sampel.

Pada sampel yang ditolak, terdapat beberapa penyimpangan yang terjadi pada parameter warna, tekstur, dan *flavor* (aroma dan rasa). Pada penyimpangan warna, hal disebabkan oleh adanya reaksi Maillard. Dalam penyimpanan pada temperatur 29 - 32°C dengan kelembaban 65–95%, gugus karbonil yang reaktif dari glukosa bereaksi dengan gugus amino yang

bersifat nukleofilik dari asam amino menurut reaksi yang dikenal sebagai reaksi Maillard yang membuat produk kekuningan hingga kecoklatan (Sirisoontaralak dan Noomhorm, 2007). Glukosa dan protein berasal dari tepung tapioka (Soemarno, 2007) dan beras (USDA, 2009). Menurut Hasfita dan Husin (2013), semakin tinggi suhu, maka kecepatan reaksi juga akan semakin tinggi. Inkubator yang digunakan memiliki suhu 50°C. Maka dari itu, reaksi ini lebih cepat terjadi karena tingginya suhu.

Pada penyimpangan tekstur, tekstur produk lebih encer atau lebih kental. Encernya bubur dapat disebabkan oleh peningkatan kadar air. Pada bubur yang kadar airnya tinggi, ketika dilakukan penyeduhan dengan air panas sebanyak 200 mL sesuai prosedur pembuatan bubur instan, tekstur akan lebih encer. Namun, encer atau kental dapat juga disebabkan oleh perbedaan komposisi yang tidak semestinya terjadi antara *rice thickener* dan *rice flake*. Bila *rice thickener* lebih banyak maka tekstur akan lebih kental.

Pada penyimpangan *flavor*, *off flavor* pada produk dapat disebabkan oleh kandungan lemak dalam beras (USDA, 2009) yang menghasilkan senyawa - senyawa karbonil yang sifatnya tengik (Astawan dan Wresdiyati, 2004) dan membuat *flavor* tidak enak (Fachry, 2007). Pada A_w yang tinggi, oksidasi lemak berlangsung lebih cepat (Winarno, 2002). Pertumbuhan mikroorganisme juga dapat menyebabkan *off flavor* (Bhunja dan Bibek, 2014). Mikroorganisme seperti mikroba jenis proteolitik dapat mengurai protein menjadi senyawa asam dan indol yang menyebabkan bau apek (Fardiaz, 1989). Menurut Hasfita dan Husin (2013), semakin tinggi suhu, maka kecepatan reaksi juga akan semakin tinggi. Inkubator yang digunakan memiliki suhu 50°C. Maka dari itu, reaksi di atas akan lebih cepat terjadi karena tingginya suhu.

Untuk parameter kadar air, perlakuan terbaik didapat pada kondisi C

(ruangan dengan kipas penyedot udara (*exhaust fan*)) dan D (ruangan dengan kipas angin) dengan poin 4. Di kedua kondisi ini kadar air terus turun sampai minggu ke-3 dan baru naik di minggu ke-4. Namun di minggu ke-5 kadar air kembali turun. Pada kadar air sampel di kondisi A (gudang tanpa AC), tren kadar airnya mengalami kenaikan sehingga diberikan skor 2. Meski trennya fluktuatif, namun pada kadar air sampel di kondisi B (gudang dengan AC) diberikan skor 2.

Untuk parameter ALT, kondisi A, C, dan D mendapat skor 4. Pada kondisi A dan D tren mengalami penurunan. Pada kondisi C, meski trennya naik namun kenaikannya hanya sedikit di minggu ke-4 dan masih di bawah batas maksimum, serta di minggu ke-2, ke-3, dan ke-5 stabil tidak mengalami penurunan dibandingkan dengan ketiga kondisi lain. Untuk parameter *khamir dan kapang*, kondisi C dan D yang paling baik sehingga diberi skor 4. Hal ini disebabkan tidak tumbuhnya *khamir dan kapang* di kedua kondisi ini selama penelitian berlangsung. Pada kondisi A dan B terjadi kenaikan dengan nilai yang sama, yaitu 10 CFU/g di mana kondisi A terjadi pertumbuhan di minggu ke-5 dan kondisi B di minggu ke-2, namun di minggu - minggu berikutnya tidak ada lagi pertumbuhan. Maka dari itu, skor yang diberikan untuk kondisi B adalah 3 dan kondisi A adalah 2. Kondisi terbaik untuk parameter ALT, serta nilai *khamir dan kapang* dapat dilihat pada Tabel 3. Hal ini disebabkan oleh kadar air diawal yang sudah tinggi dan semakin tinggi di minggu ke-2 dan minggu ke-4. Kondisi terbaik untuk parameter kadar air dapat dilihat pada Tabel 3.

Untuk parameter organoleptik melalui uji segitiga, kondisi A dan C mendapat skor 3. Pada kondisi A dan C, seluruh panelis baru dapat membedakan sampel mana yang berbeda dan terdapat enam panelis yang menolak sampel yang berbeda tersebut. Pada kondisi B diberi skor 2, di minggu ke-4 seluruh panelis dapat membedakan

sampel mana yang berbeda dan terdapat tujuh panelis menolak sampel yang berbeda tersebut. Pada kondisi D diberi skor 4, seluruh panelis dapat membedakan sampel mana yang berbeda dan hanya satu panelis yang menolak sampel yang berbeda di minggu ke-3. Kondisi terbaik untuk parameter organoleptik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ranking perlakuan terbaik setiap parameter dan secara keseluruhan

Parameter	A	B	C	D
Organoleptik	3	2	3	4
Kadar air	2	3	4	4
<i>Khamir dan kapang</i>	2	3	4	4
ALT	4	3	4	4
Total	11	11	15	16

Secara keseluruhan total skor dari masing-masing kondisi dapat dilihat di Tabel 3. Nilai dijumlahkan dari masing-masing parameter kadar air, ALT, *khamir dan kapang*, serta organoleptik melalui uji segitiga. Dari keempat perlakuan kondisi *pre packing* yang diuji pada penelitian ini, kondisi D, yaitu ruangan dengan kipas angin merupakan kondisi *pre packing* terbaik dengan total skor 16, diikuti dengan pada kondisi C (ruangan dengan kipas penyedot udara (*exhaust fan*)) dengan total skor 15. Di posisi akhir ditempati oleh kondisi A (gudang tanpa AC) dan B (gudang dengan AC) dengan skor 11. Dengan ini dapat dikatakan, bahwa kondisi D dapat diteliti lebih lanjut supaya dapat ditetapkan sebagai standar dalam penyimpanan produk bubur instan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Untuk parameter kadar air, perlakuan terbaik didapat pada kondisi C (ruangan dengan kipas penyedot udara (*exhaust fan*)) dan D (ruangan dengan kipas angin)

- dengan poin 4. Hal ini disebabkan oleh fluktuatifnya kadar air pada kedua kondisi dan lebih ke arah penurunan.
2. Untuk parameter ALT, perlakuan terbaik didapat pada kondisi A (gudang *finished good*), C, dan D sehingga mendapat skor 4. Untuk parameter *khamir dan kapang*, kondisi C dan D yang paling baik karena tidak terjadi pertumbuhan sama sekali sehingga diberi skor 4.
 3. Untuk parameter organoleptik, perlakuan terbaik didapat pada kondisi D sehingga mendapat skor 4, seluruh panelis dapat membedakan sampel mana yang berbeda dan hanya satu panelis yang menolak sampel yang berbeda di minggu ke-3.
 4. Dari keempat perlakuan kondisi *pre packing* yang diuji pada penelitian ini, kondisi D, yaitu ruangan dengan kipas angin merupakan kondisi *pre packing* terbaik dengan total skor 16.

Saran

Sebaiknya penelitian lanjutan dilakukan oleh PT Dellifood Sentosa Corpindo mengenai ruangan dengan kipas angin untuk dijadikan standar ruangan *pre packing* bubur instan. Penelitian lanjutan yang dapat penulis sarankan adalah pengujian umur simpan bubur instan dengan kondisi tersebut dan perubahan - perubahan yang terjadi pada pelengkap bubur instan seperti kerupuk, bumbu, abon, bawang goreng dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, A., Rahardjo, B., Noor, Z., dan Rochmadi, R. 2006. *Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Udara terhadap Kelarutan Tablet Effervescent*. Majalah Farmasi Indonesia, 17 (2), 63-68.
- Arpah, M. 2001. *Penentuan kedaluwarsa produk pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Astawan, M., dan Wresdiyati, T. 2004. *Diet Sehat Dengan Makanan*

- Berserat*. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, Solo.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016 [BPOM]. *Kriteria Mikrobiologi dalam Pangan Olahan* (Nomor 16 Tahun 2016). Direktorat Standardisasi Produk Pangan, Jakarta.
- Bala, B.K. 2017. *Drying and Storage of Cereal grains* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex.
- Bhunia, A., dan Bibek, R. 2014. *Fundamental Food Microbiology* (5th ed.). CRC Press, Boca Raton.
- Castro, I.A., Motizuki, M., Murai, H., Chiu, M. C., dan Silva, R. S. S. F. 2006.. 2006. *Effect of Anticaking Agent Addition and Headspace Reduction in The Powdered - Drink Mix Sensory Stability*. Journal of Food Quality, 29 : 203 - 215.
- Diniyah, N., Giyarto, Subagio, A., Akhiriani, R. A. 2015. *Pendugaan Umur Simpan "Beras Cerdas" Berbasis Mocaf, Tepung Jagung Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) pendekatan Arrhenius*. Warta IHP 32 (1), 1 - 8.
- Dumadi, S.R. 2011. *The Moisture Content Increase of Dried Cocoa Beans during Storage at Room Temperature*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Erkmen, O., dan Bozoglu, T.F. 2016. *Food Microbiology Principles into Practice*. John & Wiley sons, Ltd, West Sussex.
- Fachry, H.A.R., Arta, S., dan Dewi, F. 2007. *Pengaruh Pemanasan dan Derajat Keasaman Emulsi pada Pembuatan Minyak Kelapa*. Jurnal Teknik Kimia, 11 (1).
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, Bogor.
- Fellows, P.J. 2016. *Food processing Technology. Principles and Practice* (4th ed.). Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cornwall.

- Fibriyanti, Y.W. 2012. *Kajian Kualitas Kimia dan Biologi Beras Merah (Oryza nivara) dalam Beberapa Pewadahan Selama Penyimpanan*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Fu, L., Wang, Y., dan Zhang, W. 2017. *Food Spoilage Microorganisms Ecology And Control*. CRC Press, Boca Raton
- Harrington, J.P., dan Jenkins, W.A. 1991. *Packaging Foods with Plastics*. Lancaster University, Lancaster
- Hasfita, F., dan Husin, H. 2013. *Pengaruh Temperatur Reaksi terhadap Aktivitas Katalis Besi Molibdenum Oksida Berpromotor Kromium Oksida*. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2 (1), 24 - 28.
- Imanningsih, N. 2012. *Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung - Tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan*. *Panel Gizi Makan*, 35 (1), 13 - 22.
- Josua, V., Syahrul, dan Sari, I. 2017. *Kajian Mutu Bubur Instan Konsentrat Protein Ikan Gabus yang Difortifikasi Tepung Chlorella sp. Selama Penyimpanan Suhu Ruang dan Dingin*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 4 (1). dari <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/view/14203> (27 Februari 2018)
- Kemp, S.E., Hollowood, T., dan Hort. J., 2009. *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. Wiley - Blackwell, Chicester.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat, Jakarta
- Lawless, H.T., 2013. *Laboratory Exercises for Sensory Evaluation*. Springer, New York.
- Mamuaja, C.F., dan Tooy, D. 2014. *Penentuan Umur Simpan Kripik Pisang Keju Gorontalo dengan Pendekatan Kurva Sorpsi Isotermis*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Matsumoto, K. 1999. *Basic Guide to Laminating Technology*. Converting Technical Institute, Tokyo.
- Muchtar, H., Kamsina, dan Anova, T. I. 2011. *Pengaruh Kondisi Penyimpanan terhadap Pertumbuhan Jamur pada Gambir*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 22 (1), 36 - 43.
- Muthukumarappan, K., Jindal, V.K., dan Gunasekaran, S. 1992. *Volumetric Changes in Rice Kernels during Desorption and Adsorption*. *Transactions of the ASABE*, 35 (1), 235 - 41.
- Piergiovanni, L., dan Limbo, S. 2010. *Food Packaging Materials*. Elsevier, New York.
- Rachmat, R. 2008. *Teknologi Penyimpanan Gabah secara Hermetik untuk Menekan Susut Kualitas dan Kuantitas*. *Rubrik Teknologi Pangan*, 51, 17.
- Sekretariat Jenderal Pertanian. 2015. *Statistik Konsumsi Pangan 2015: Rata - Rata Konsumsi Per Kapita Bahan Makanan Yang Mengandung Beras*. [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/perstatistikan/163-statistik/statistik-konsumsi/370-statistik-konsumsi\(17 Januari 2018 pangan – 2015\)](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/perstatistikan/163-statistik/statistik-konsumsi/370-statistik-konsumsi(17%20Januari%202018-pangan-2015)).
- Sirisoontarak, P., dan Noomhorm, A. 2007. *Changes in Physicochemical and Sensory - Properties of Irradiated Rice during Storage*. *Journal of Stored Products Research*. 43, 282–9.
- Soemarno. 2007. *Rancangan Teknologi Proses Pengolahan Tapioka dan Produk - Produknya*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Susiwi, S. 2009. *Kerusakan Pangan*. Universitas Pendidikan Indonesia: Bandung.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2009. *White Rice*.

- <http://www.usda.gov>. (17 Januari 2018)
- Wijaya, C.H. 2007. *Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk - Z dengan Metode Arrhenius*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. M - Brio Press, Bogor.
- Yam, K.L., dan Lee, D.S. 1995. *Design Of Modified Atmosphere Packaging For Fresh Produce. Active Food Packaging*. Chapman & Hall, North Carolina.