

MODIFIKASI HURDLE TECHNOLOGY DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK KUNYIT DAN PENYIMPANAN SUHU DINGIN PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA MIE BASAH

Giyarto¹, Yuli Witono², Tamtarini³ dan Nany Mariah Qibthiyah⁴

^{1, 2, 3, 4} Jurusan Teknologi Hasil Pertanian,
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Email: giyartocipto@yahoo.co.id

ABSTRAK

Inseri teknologi hurdle pada industri rumah tangga pengolahan mie basah telah dilakukan, demikian juga analisa kelayakan ekonominya. Inseri teknologi hurdle pada industri rumah tangga pengolahan mie basah dengan kombinasi penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan dingin mampu meningkatkan daya simpan mie basah, yakni dengan menurunkan total mikroba, nilai total volatile basa (TVB), kadar air dan aktivitas air (Aw). Perlakuan tersebut juga menghasilkan sifat fisik dan sensori yang lebih baik, menstabilkan tekstur, menurunkan kecerahan produk dan mempertahankan kadar protein. Inseri teknologi hurdle dapat meningkatkan nilai kelayakan ekonominya yakni meningkatkan B/C rasio dari 1,0002 (sebelum inseri hurdle) menjadi 1,0020 (setelah inseri hurdle).

Keyword: kunyit, mie basah, teknologi hurdle

PENDAHULUAN

Mie merupakan produk pangan yang terbuat dari tepung terigu dengan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Mie tergolong produk pangan yang mempunyai kadar air tinggi sehingga mudah rusak. Untuk mempertahankan masa simpannya diperlukan perlakuan pengawetan. Akan tetapi penggunaan bahan pengawet oleh pengrajin mie basah seringkali terjadi mal-praktek. Cara pintas yang banyak dilakukan produsen adalah penggunaan bahan pengawet yang diijinkan tetapi dengan dosis berlebihan atau penggunaan bahan kimia yang tidak diijinkan untuk makanan (*non food grade*) (BPOM-RI, 2005). Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi yang mudah diadopsi oleh industri pangan berskala menengah ke bawah tanpa harus merubah total arus proses, salah satunya adalah dengan menginsersikan *hurdle technology*. Menurut Leistner (2000) hurdle technology berprinsip pada *treatment* pengawetan yang efektif (*effective preservation of food*) atau mengkombinasikan perlakuan yang mempunyai efek sinergis.

Hasil penelitian sebelumnya (Witono dkk., 2008) menunjukkan bahwa *treatment* penyimpanan yang terbaik untuk mie basah adalah dengan penyimpanan pada suhu dingin. Kajian lanjutannya oleh Tamtarini dkk (2009) dilakukan dengan mengkombinasikan penambahan berbagai konsentrasi ekstrak kunyit dan penyimpanan pada suhu ruang dan dingin diperoleh hasil bahwa perlakuan yang tepat untuk memperpanjang daya simpan dan memperbaiki performa mie basah adalah dengan penambahan ekstrak kunyit 3% dan perlakuan penyimpanan suhu dingin. Menurut Rukmana (1994) kandungan senyawa antioksidan kunyit yaitu kurkuminoid mempunyai aktivitas biologis berspektrum luas, diantaranya antibakteri, antioksidan dan antihepatotoksik. Kandungan kurkumin pada rimpang kunyit bersifat antikuman, terutama berkat komponen sejenis alkanon hidroksimetosifenil-heptadiena-dion.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan insersi *hurdle technology* dengan kombinasi suhu dingin dan penambahan ekstrak kunyit 3% pada *home industry* pengolahan mie basah.

METODOLOGI

Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu, tepung tapioka, telur, garam, kunyit, minyak kelapa, dan air. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah: asam borat, indikator Metilen Merah-Metilen Biru (MMMB), CuSO_4 1%, Na_2CO_3 2%, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KCl, NaNO_3 , NaBr, K_2CO_3 , NaOH, HCl 0.02 N, aquades, media PCA, tissue, kapas dan bahan kimia lainnya untuk analisa.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: parutan, pH meter, timbangan analitik, rheometer (Rheotex), color rider, destilator, cawan conway, biuret, autoklaf, petridish, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, mortar, pipet tetes, pipet volum, kertas saring, corong, autoklaf, tabung reaksi, petridish dan alat lain yang terkait.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap pembuatan ekstrak kunyit 3% dan pembuatan mie basah dengan insersi *hurdle technology* dan tanpa insersi *hurdle technology* sebagai kontrol pada *home industry* pengolahan mie basah.

a. Ekstrak kunyit

Kunyit sebanyak 3% dari berat tepung (b/b) dan ditambahkan air sebanyak 50 ml. Kemudian dilanjutkan dengan proses pamarutan dan proses penyaringan sehingga diperoleh ekstrak kunyit.

b. Mie Basah

Pembuatan mie basah pada *home industry* tanpa insersi *hurdle technology* menggunakan bahan dengan formulasi terdiri dari 250 gram tepung gandum jenis *medium hard flour* (kandungan protein sedang), tepung tapioka, telur ayam 1 buah, air masak ± 50 ml, minyak kelapa sawit. Proses pengolahannya semua bahan dicampur sampai adonan kalis, kecuali tepung tapioka dan minyak kelapa sawit. Kemudian dilakukan pembentukan lembaran dengan sesekali diberi taburan tepung tapioka yang selanjutnya dilakukan pencetakan dan direbus. Setelah mie direbus, mie ditiriskan dan dilakukan pendinginan, kemudian diberi olesan minyak kelapa sawit.

Parameter Pengamatan dan Analisa Data

Parameter yang diamati pada setiap sampling adalah warna (*Colour Reader*; Subagio dan Morita, 1997), tekstur (Metode Rheotex, Sudarmadji, dkk., 1997), pH (pH meter-Jen Way tipe 3320, Apriyantono, 1989), kadar air (Metode grafimetri, menggunakan Oven, Sudarmadji, dkk., 1997), total protein (Kjeldahl, Sudarmadji, dkk., 1997), total volatile base (TVB, Sudarmadji, dkk., 1997), aktivitas air (Cawan Conway; Subagio dkk., 2001), total mikroba (Teknik Agar Tuang Plate Count; Fardiaz, 1993), sifat sensoris (Uji deskriptif, Fardiaz, 1993), dan analisa ekonomi. Data hasil penelitian diploting dalam bentuk tabel atau histogram, dan dianalisis secara deskriptif.

Parameter sensoris yang dinilai berdasarkan perbedaan dan karakteristik diantaranya ialah warna, tekstur, aroma dan rasa. Berdasarkan sifat sensoris terhadap jenjang skala uji deskriptif terhadap warna, tekstur, aroma dan rasa dari masing-masing sampel adalah dari 1 (lemah) sampai 5 (kuat).

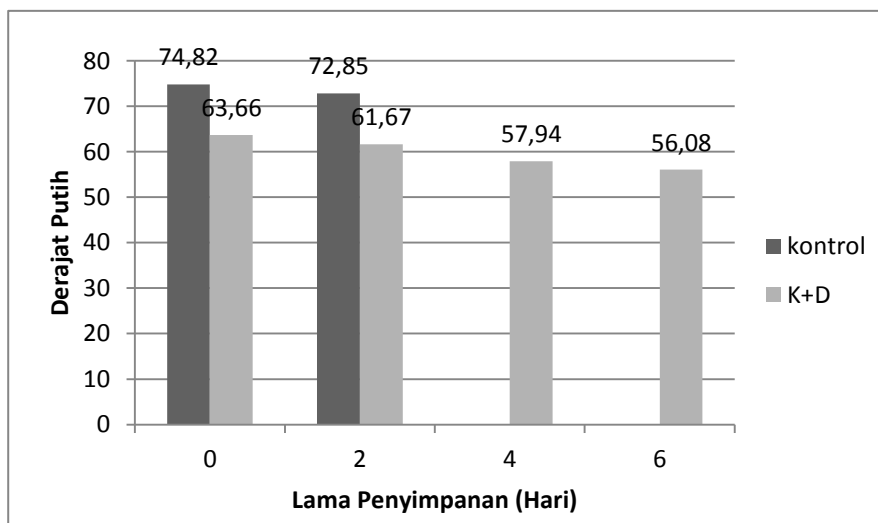
Kelayakan usaha pada industri pengolahan mie basah tersebut dihitung dengan menggunakan B/C ratio. *B/C Ratio* menunjukkan angka perbandingan antara *benefit* dengan *cost* ditambah *investment* dan diperlukan bahwa *B/C Ratio* lebih besar dari satu. Industri pengolahan mie basah dapat dikatakan menguntungkan (*profitable*) apabila *B/C Ratio* > 1 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan sampel untuk pengamatan parameter penelitian dilakukan dengan mengamati tingkat kerusakan oleh mikroba, terutama jamur pada mie basah, sesuai hasil penelitian dari skala laboratorium. Berdasarkan hasil pengamatan yang didapat dari perlakuan tersebut yaitu pada perlakuan kontrol sudah mengalami kerusakan setelah 2 hari penyimpanan. Sedangkan pada perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan suhu dingin sampel mulai mengalami kerusakan pada hari ke 6. Kerusakan yang terjadi pada semua perlakuan mie basah ditandai dengan timbulnya jamur berwarna hitam dan bau yang tidak sedap pada mie basah.

Warna

Perlakuan penambahan ekstrak kunyit menurunkan kecerahan (derajat putih) mie basah dibandingkan tanpa insersi *hurdle technology* (dari 74,82 menjadi 63,66). Kandungan senyawa kurkumin yang berwarna kuning pada kunyit mengakibatkan derajat putih mie basah menurun sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



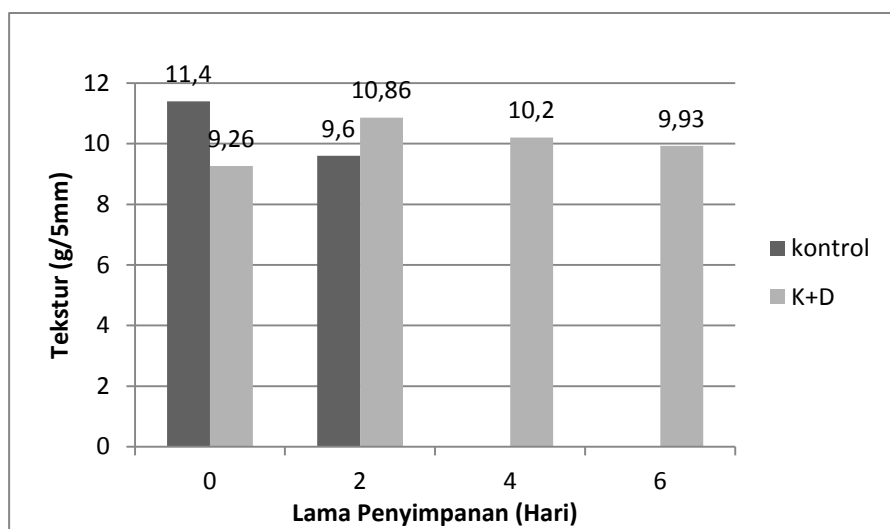
Gambar 1. Derajat Putih Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Penyimpanan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Semakin lama penyimpanan baik pada perlakuan kontrol dan perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan suhu dingin mengalami penurunan. Pada perlakuan kontrol disebabkan adanya kontaminasi jamur sehingga menyebabkan warna mie basah menjadi kehitaman. Sedangkan pada perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan suhu dingin dikarenakan terjadinya kontaminasi dari jamur serta terjadinya

retrogradasi pati yang menyebabkan volume mie basah menurun dan intensitas warna mie meningkat, akibatnya terjadi penurunan derajat putih pada mie basah.

Tekstur

Hasil pengukuran tekstur menunjukkan bahwa mie basah cenderung menurun teksturnya seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan. Untuk perlakuan kontrol, tekstur mie mengalami penurunan dari 11,4 menjadi 9,6 sebagaimana tertera pada Gambar 2. Hal ini dikarenakan pada kontrol telah terkontaminasi oleh mikroba sehingga teksturnya menjadi lebih lunak akibat lendir yang dihasilkan oleh mikroba tersebut. Tekstur berkaitan dengan kadar air bahan.



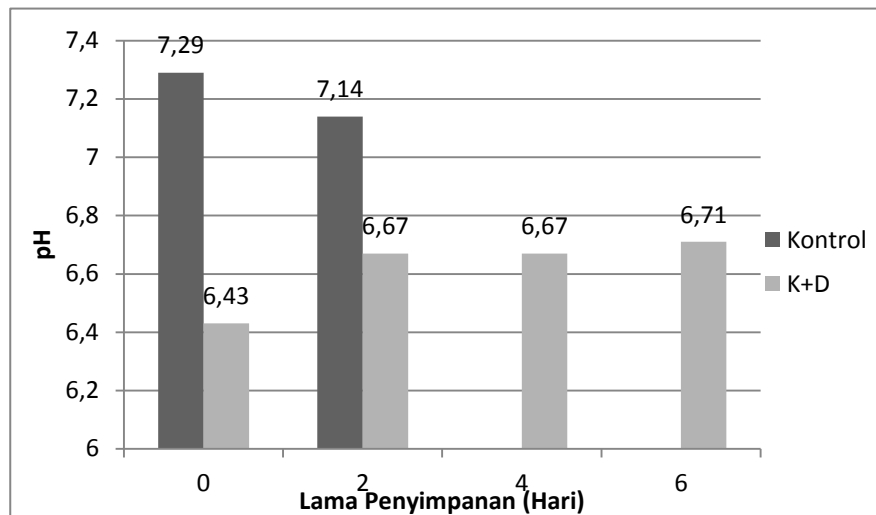
Gambar 2. Nilai Tekstur Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Penyimpanan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Nilai tekstur mie basah dari perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% pada hari ke-0 menunjukkan peningkatan dari 9,26 g/5mm menjadi 10,86 g/5mm. Hal ini diduga karena terjadi pengerasan tekstur mie dalam penyimpanan dingin. Namun pada hari ke-2 ke hari ke-4 dan 6 mengalami penurunan yaitu dari hari ke-0 sampai hari ke-6 berturut-turut sebesar 9,26 g/5mm; 10,8 g/5mm; 10,2 g/5mm dan 9,93 g/5mm. Hal ini dikarenakan mie sudah mulai terkontaminasi oleh mikroba sehingga terjadi penurunan tekstur.

Adanya penambahan kunyit dapat mempertahankan tekstur dibandingkan kontrol. Kunyit mengandung senyawa kurkuminoid yang bersifat antimikroba. Penyimpanan suhu dingin menghasilkan nilai tekstur yang lebih besar dibandingkan penyimpanan suhu ruang, karena laju transpirasi dan respirasi terhambat dan pada penyimpanan dingin aktivitas mikroba juga terhambat.

Nilai pH

Perlakuan penambahan ekstrak kunyit menurunkan nilai pH mie basah dibandingkan tanpa insersi *hurdle technology*. Nilai pH mie basah pada kontrol cenderung mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan, sebaliknya pH mie basah dengan perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan dingin cenderung mengalami peningkatan (Gambar 3).



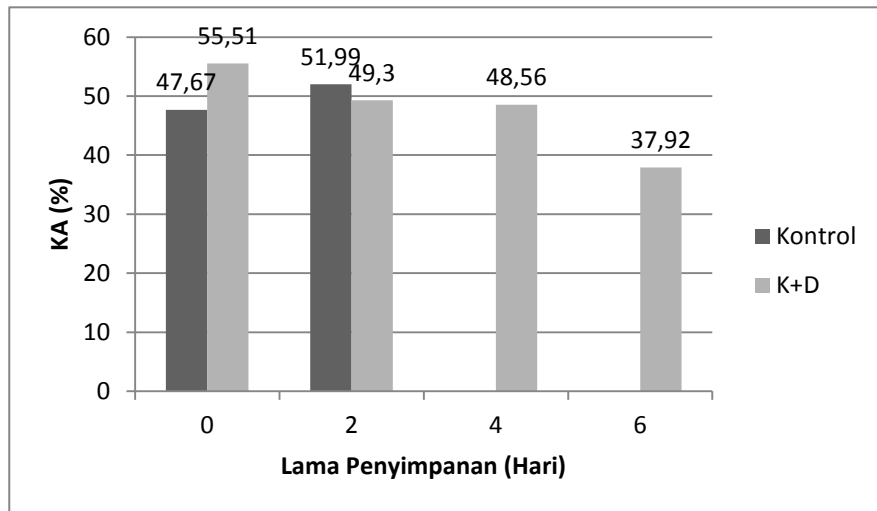
Gambar 3. Nilai pH Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Penyimpanan Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Penyimpanan hari ke-2 pH mie basah dengan perlakuan kontrol menurun menjadi 7,14 dari 7,29. Hal ini diduga karena selama penyimpanan terdapat aktivitas mikroba yang menghasilkan asam sehingga mampu menurunkan pH.

Peningkatan nilai pH terjadi pada penyimpanan suhu dingin dan penambahan ekstrak kunyit 3%. Hal ini diduga karena penyimpanan suhu dingin menyebabkan mikroba menjadi dorman. Pada penyimpanan hari ke-2 dan hari ke-4, pH mie basah dengan perlakuan penambahan ekstrak kunyit tetap stabil. Hal tersebut karena aktivitas mikroba yang terjadi pada mie basah kecil sekali karena adanya ekstrak kunyit yang bersifat anti mikroba.

Kadar Air

Perlakuan penambahan campuran ekstrak kunyit meningkatkan kadar air mie basah (55,51%) dibandingkan dengan tanpa insersi teknologi hurdle (47,67%). Namun seiring lama penyimpanan kadar air pada perlakuan penambahan ekstrak kunyit semakin menurun (Gambar 4).

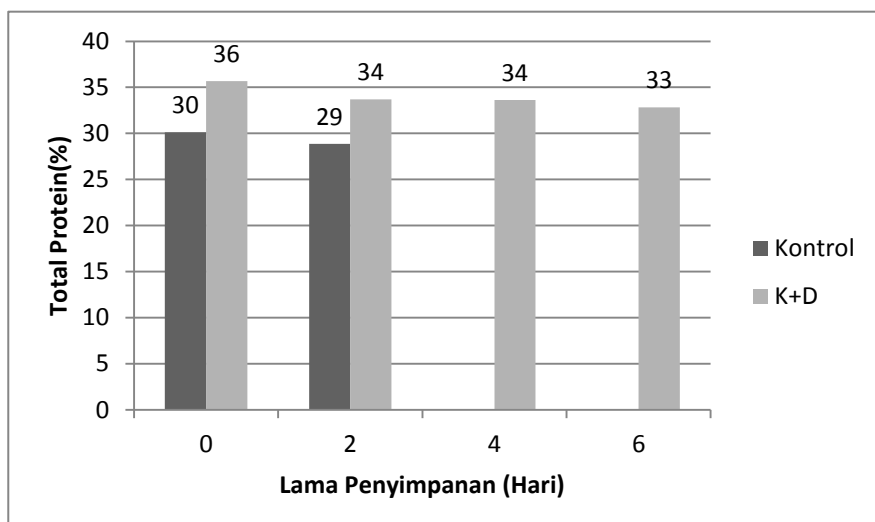


Gambar 4. Kadar Air Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Penyimpanan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Penurunan kadar air tersebut disebabkan oleh pengikatan molekul air oleh senyawa aktif kunyit, sehingga semakin sedikit air bebas yang tersedia. Tinggi rendahnya kadar air mie basah berhubungan erat dengan ikatan silang dari polipeptida yang membentuk gel. Apabila gaya tarik menarik antar polipeptida meningkat, maka gel cenderung menyusut sehingga air yang didalamnya akan dilepaskan. Sedangkan jika gaya tarik menarik menurun, maka gel akan dapat menahan air lebih banyak sehingga kadar air dalam mie basah menjadi tinggi.

Total Protein

Total protein mie basah baik pada perlakuan kontrol maupun perlakuan penambahan ekstrak kunyit 3% dan penyimpanan suhu dingin cenderung mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan (Gambar 5).

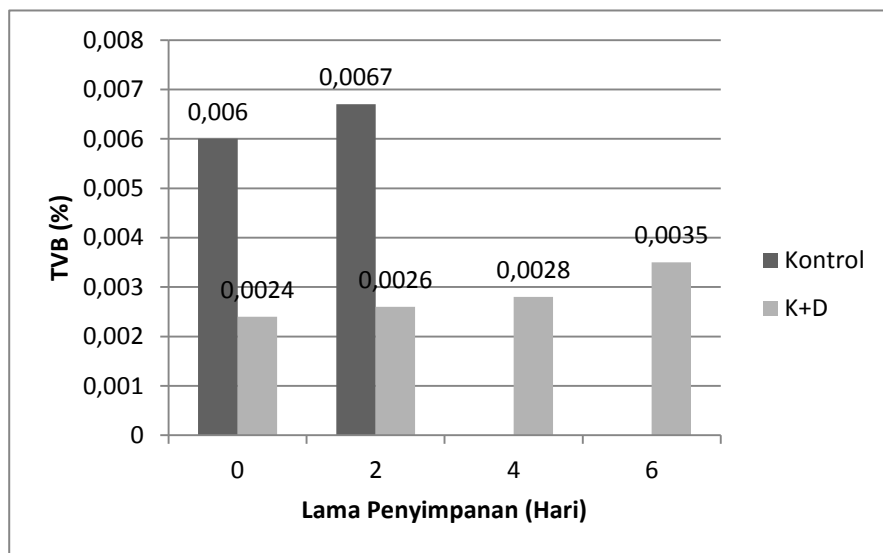


Gambar 5. Total Protein Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Penurunan total protein disebabkan oleh adanya degradasi senyawa protein yang meningkat selama penyimpanan. Total protein pada mie basah kontrol lebih kecil dibanding dengan perlakuan penambahan ekstrak kunyit, yang mengandung senyawa antimikroba yaitu kurkumin. Hal ini sesuai dengan pendapat Rukmana (1994) bahwa kurkumin dapat menghambat metabolisme mikroba dengan cara merusak membran sitoplasma dan mendenaturasi protein sel dari mikroba tersebut.

Total Volatile Base (TVB)

Nilai TVB mie basah semakin meningkat seiring dengan lama penyimpanan (Gambar 6). Peningkatan nilai TVB berbanding lurus dengan tingkat kerusakan mie basah.



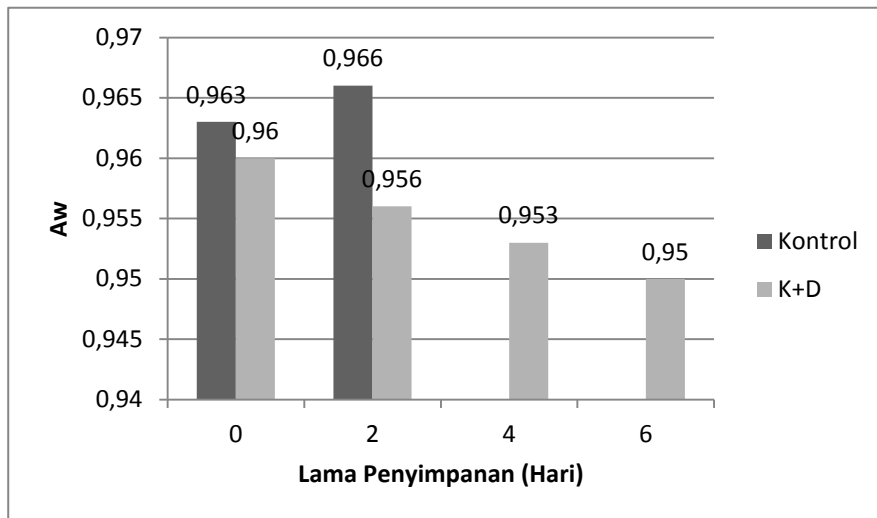
Gambar 6. TVB Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Perlakuan penambahan ekstrak kunyit pada pengolahan mie basah mampu menghambat pembentukan senyawa-senyawa basa yang bersifat volatil. Hal ini karena kunyit mengandung senyawa anti mikroba, sehingga degradasi senyawa-senyawa protein menjadi basa-basa volatil terhambat. Dengan adanya penambahan ekstrak kunyit *Total Volatile Base* (TVB) lebih terhambat.

Aktivitas Air

Aktivitas air merupakan parameter yang sangat berguna untuk menunjukkan kebutuhan air atau hubungan air dengan mikroorganisme dan aktivitas enzim. Seperti yang dinyatakan Purnomo (1995) ada hubungan yang erat antara kadar air dan aktivitas air dalam bahan pangan terhadap daya awetnya. Perlakuan penambahan ekstrak kunyit mampu sedikit

menurunkan nilai A_w mie basah dibandingkan tanpa insersi *hurdle technology* (dari 0,963 menjadi 0,960) (Gambar 7).

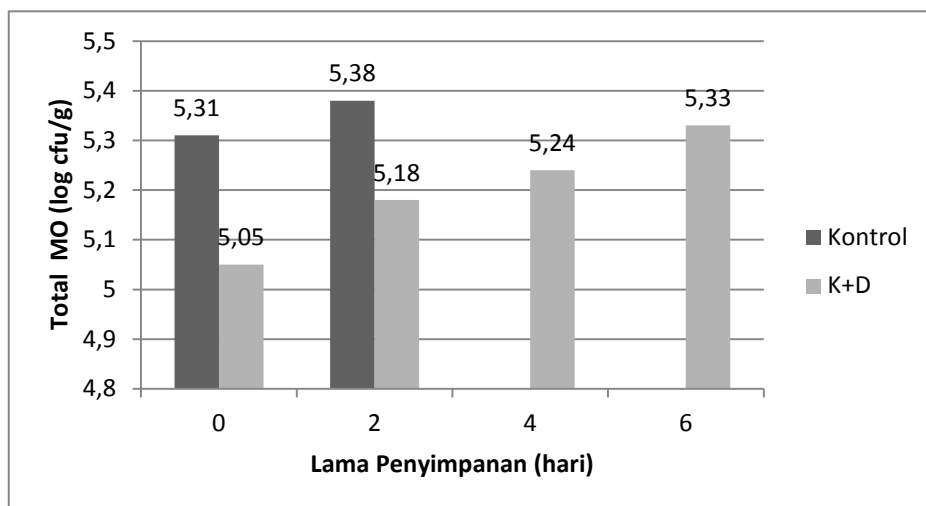


Gambar 7. Aktivitas Air (A_w) Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Hal ini diduga berkaitan dengan kadar air. Mie basah kontrol memiliki kadar air yang lebih tinggi dibanding dengan mie basah hasil insersi *hurdle technology*. Aktivitas air suatu bahan antara lain ditentukan oleh kadar air dari bahan tersebut. Semakin kecil kadar air suatu bahan, maka A_w -nya semakin kecil.

Total Mikroba

Gambar 8 memperlihatkan bahwa perlakuan penambahan ekstrak kunyit mampu menurunkan total mikroba mie basah dibandingkan tanpa insersi *hurdle technology* (dari 5,31 siklus log cfu/g menjadi 5,05 siklus log cfu/g). Total mikroba dari sampel mie basah semakin meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Jumlah total mikroba pada perlakuan penambahan konsentrasi ekstrak kunyit lebih sedikit dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dikarenakan kunyit mengandung kurkuminoid yang bersifat antimikroba. Log jumlah total mikroba mie basah untuk kontrol adalah 5,31 siklus log cfu/g meningkat menjadi 5,38 siklus log cfu/g pada hari ke-2. Sedangkan untuk perlakuan penambahan konsentrasi ekstrak kunyit 3% dan berturut-turut adalah 5,05 siklus log cfu/g; 5,18 siklus log cfu/g; 5,24 siklus log cfu/g; dan 5,33 siklus log cfu/g.



Gambar 8. Jumlah Total Mikroba Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Suhu Dingin (K+D) dan Kontrol (K) selama Penyimpanan

Kunyit mengandung senyawa kurkuminod yang bersifat antimikroba. Keberadaan senyawa antimikrobia tersebut mampu menekan pertumbuhan mikroba. Mie basah dengan penyimpanan suhu dingin mampu menghambat pertumbuhan aktivitas mikroba, sehingga total mikroba mengalami penurunan. Total mikroba dengan penyimpanan dingin lebih terhambat dibandingkan kontrol, karena pada penyimpanan dingin laju transpirasi dan respirasi bahan terhambat, air pada bahan terikat sehingga pertumbuhan mikroba dapat ditekan.

Sifat Sensoris

Penilaian panelis menunjukkan bahwa mie basah memiliki mengandung rasa kunyit, dimana semakin lama penyimpanan, cita rasa mie basah semakin berkurang. Penilaian panelis terhadap warna mie basah menunjukkan pada penyimpanan suhu ruang (kontrol) mempunyai warna yang kurang kuat. Hal ini disebabkan karena terjadi kontaminasi oleh mikroba sehingga menurunkan intensitas derajat putih pada mie.

Tabel 1. Nilai Sensoris Mie Basah Hasil Kombinasi Perlakuan Penambahan Ekstrak Kunyit 3% dan Suhu Dingin dan Kontrol selama Penyimpanan

Perlakuan	Lama penyimpanan (Hari)	Sifat sensori			
		Warna	Aroma	Tekstur	Rasa
Kontrol	0	2,67	1	2,2	1,2
	2	2,46	1	1,73	1
K+D	0	2,8	4,86	3,67	4,2
	2	2,13	4,33	3,73	3,67
	4	1,8	2,93	3,67	3,2
	6	1,5	2,2	3,4	2,2

Tabel 1 menunjukkan bahwa mie basah dengan perlakuan penambahan kunyit 3% dan suhu dingin menghasilkan nilai warna yang lebih kuat. Perlakuan penambahan konsentrasi ekstrak kunyit yang dicampurkan cenderung berpengaruh terhadap aroma mie basah. Namun, seiring dengan lama penyimpanan aroma kunyit mie basah semakin menurun akibat hilangnya senyawa volatil pada kunyit selama penyimpanan. Penilaian panelis terhadap tekstur mie basah pada kontrol menghasilkan tekstur yang lunak. Hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan kadar air. Sedangkan pada perlakuan penambahan ekstrak kunyit dan penyimpanan suhu dingin menghasilkan tekstur yang lebih kuat karena terjadi retrogradasi yang mengakibatkan pengerasan mie.

Analisa Kelayakan Ekonomi

Kelayakan secara ekonomis dari insersi *hurdle technology* pada *home industry* pengolahan mie basah dianalisa menggunakan parameter B/C ratio. Data nilai ekonomi yang digunakan adalah perbandingan data hasil penjualan/pendapatan dan pengeluaran untuk produksi mie basah sebelum dilakukan insersi dengan data setelah penerapan insersi *hurdle technology*. B/C rasio adalah rasio dari total pendapatan dengan total pengeluaran. Suatu usaha mendapat keuntungan jika B/C rasionya lebih besar dari 1. Selanjutnya dibandingkan besarnya B/C ratio dari dua cara pengolahan tersebut untuk menentukan peningkatannya.

Insersi *hurdle technology* layak secara ekonomis, yang menunjukkan bahwa nilai B/C ratio sesudah insersi *hurdle technology* lebih besar dari nilai B/C ratio sebelum insersi *hurdle*. Hasil perhitungan B/C ratio pada pengolahan mie basah sebelum insersi *hurdle technology* sebesar 1,0002, sedangkan setelah insersi *hurdle technology* meningkat menjadi 1,0020.

KESIMPULAN

Insersi *hurdle technology* pada *home industry* mie basah dengan penambahan konsentrasi ekstrak kunyit 3% dan perlakuan suhu dingin dapat memperpanjang umur simpan dan meningkatkan performanya, serta secara ekonomi layak untuk dikembangkan. Penambahan ekstrak kunyit sebanyak 3% dan perlakuan suhu dingin memberikan hasil yang lebih baik untuk produksi mie basah yaitu warna 63,66, tekstur 9,26g/5 mm, nilai pH 6,43, kadar air 55,51%, Aw 0,96, total protein 36%, total volatil base 0,0024% dan total mikroba 5,05 siklus log cfu/g, serta nilai B/C ratio 1,0020.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) DIKTI melalui Program Hibah Bersaing XVI T.A. 2010 yang telah mensupport kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyantono, A., 1989, Online: <http://www.iptek.net.id/ind/?mnu=8&ch=jsti7id=20>. Diakses tanggal 17 Maret 2011.
- Astawan, M., 2000, *Membuat Mi dan Bihun*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- BPOM-RI, 2005, *Tindakan Pemakaian Ilegal Formalin untuk Pangan*. Republika Online: <http://www.republika.co.id>.
- Cahyadi, W., 2006, *Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*, Bumi Aksara. Jakarta.
- Fardiaz, S., 1993, *Analisis Mikrobiologi Pangan*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Leistner, L., 2000, Review Basic Aspects of Food Preservation by Hurdle Technology, *International Journal of Food Microbiology-Elsevier*, 55: 181–186.
- Rukmana, R., 1994, *Kunyit*, Kanisius, Yogyakarta.
- Subagio, A. and Morita, N., 1997, *Changes in Carotenoids and Their Fatty Acid Esters in Banana Peel during Ripening*. *Food Sci. Technol.* 3 (3), 264-268.
- Sudarmadji, S., Haryono B. dan Sukardi, 1997, *Analisa Bahan Makanan dan Hasil Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Tamtarini, dan Giyarto. 2009. *Rekayasa Proses Pengolahan Produk Pangan Basah-Semi Basah Berbasis Hurdle Technology (Studi Kombinasi Perlakuan Fisik dan Bahan Pengawet Alami terhadap Performa dan Daya Simpan Produk)*. FTP Universitas Jember. Jember.
- Witono, Y., Giyarto, dan Tamtarini. 2008. *Rekayasa Proses Pengolahan Produk Pangan Basah-Semi Basah Berbasis Hurdle Technology (Studi Kombinasi Perlakuan Fisik dan Bahan Pengawet Alami terhadap Performa dan Daya Simpan Produk)*. FTP Universitas Jember. Jember.