

**EFEKTIVITAS KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) SEBAGAI PEREDUKSI
FORMALIN PADA UDANG PUTIH (*Penaeus merguensis*)
PENYIMPANAN SUHU DINGIN**

*Study of Effectivity of Tumeric (*Curcuma longa* Linn.) as formaldehyde
Reductor for Shrimp (*Penaeus merguensis*) During Cooling Storage*

Evina Damayanti^{*)}, W. Farid Ma'ruf^{*)}, Ima Wijayanti^{*)}

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang 50275.

ABSTRAK

Penggunaan formalin semakin beredar luas dikalangan nelayan, banyak dijumpai hasil perikanan terutama Udang diberi perlakuan formalin untuk proses pengawetan. Tanaman Kunyit memiliki senyawa aktif yang dapat digunakan untuk meminimalisir keberadaan formalin pada Udang yaitu saponin. Penelitian ini menggunakan Udang putih yang sudah direndam larutan formalin 5% kemudian ditambahkan larutan kunyit. Rancangan percobaan yang digunakan adalah model Faktorial dengan 2 faktor, yaitu perlakuan pemberian larutan Kunyit (0% dan 10%) dan faktor penyimpanan (0,3,6,9 hari). Parameter yang digunakan adalah uji formalin, jumlah TPC, kadar air, nilai pH, dan nilai organoleptik. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik 10% dengan lama perendaman 60 menit dilihat dari penurunan kadar formalin dan nilai organoleptik. Hasil penelitian utama menunjukkan perbedaan perlakuan larutan Kunyit dan lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata ($F_{hit} > F_{tab}$) terhadap kadar residu formalin serta dari hasil tersebut menunjukkan adanya interaksi antara ke-2 faktor tersebut. Apabila dilihat dari sisi organoleptik hasil penelitian utama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$). Namun dilihat dari parameter lain yaitu TPC, pH, dan kadar air hasil penelitian utama tidak menunjukkan adanya interaksi antara 2 faktor tersebut ($P > 0,05$).

Kata kunci : Udang putih, Formalin, Kunyit

ABSTRACT

The use of formalin increase widely circulated among fishermen, found many fisheries, especially shrimp treated with formalin for preservation process. Turmeric has active compounds that is saponin. It can be used to minimize the presence of formaldehyde in shrimp This study used white shrimp immersed in 5% formalin solution added a solution of turmeric. The experimental design used was a factorial model used two factors, namely the provision of a solution of turmeric treatment (0% and 10%) and safety factor (0,3,6,9 days). The parameters used are formalin test, microbial analysess (TPC), moisture content, pH value, and sensory value. Primary research results showed that the best concentration was obtained is 10% during 60 minutes immersing time seen from decreased levels of formaldehyde and sensory value. The main research showed that differences treatment between turmeric solution and long storage give significant effect ($F_{hit} > F_{tab}$)

**)Penulis penanggung jawab*

hit>F tab) on the residu content of formalin, and the result also showed there was interaction between both factors. Based on organoleptic assessment of. The main result showed there was very significant ($P<0,01$). But for another parameters such as TPC, pH, and moisture content did not show interaction between two factors.

Keywords : Shrimp, Formalin, Turmeric

Pendahuluan

Dewasa ini, penggunaan formalin marak di kalangan para nelayan, karena formalin dianggap paling efektif untuk mengawetkan hasil perikanan. Pemakaian formalin di dalam makanan sangat tidak dianjurkan karena di dalam formalin terkandung zat formaldehid yang di dalam tubuh bersifat racun. Kandungan formalin yang tinggi di dalam tubuh akan menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik dan bersifat mutagen serta orang yang mengkonsumsinya akan muntah, diare dan kencing bercampur darah dan apabila terhirup akan merangsang terjadinya iritasi hidung, tenggorokan dan mata (Winarno, 2004)

Penggunaan formalin nampaknya belum disadari betul oleh kalangan masyarakat atas bahaya yang ditimbulkan. Pemanfaatan formalin disalah gunakan, padahal formalin diketahui tidak aman untuk ditambahkan pada bahan pangan. Sebagaimana hal ini diatur oleh Permenkes RI No. 722/MENKES/PER/IX1988, yang menyebutkan bahwa formalin merupakan senyawa kimia yang beracun dan berbahaya yang tidak boleh dipergunakan sebagai bahan tambahan makanan.

Ambang batas aman formalin di dalam tubuh menurut IPCS (*International Programme on Chemical Safety*) lembaga khusus PBB yang bertugas mengontrol keselamatan penggunaan bahan kimiawi, dalam bentuk cairan adalah 1miligram per liter, sedangkan dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 – 14mg/hari. (Wisnu, 2006; Nurheti, 2007).

Ada banyak data dan literatur yang membuktikan bahwa rimpang Kunyit berpotensi besar dalam aktifitas farmakologi yaitu sebagai anti inflamasi, anti imunodefisiensi, anti virus, anti bakteri, anti jamur, anti oksidan, anti karsinogenik, dan anti infeksi (Kristina *et.al.*, 2007). Sedangkan pada Kunyit, senyawa bioaktif yang berperan sebagai antimikrobia adalah *kurkumin*, *desmetoksikumin* dan *bidestometoksikumin* dimana di dalamnya terdapat saponin yang terkandung surfaktan berfungsi sebagai emulgator. (Purwani dan Muwakhidah, 2008).

Menurut Winarno (1997) pendinginan adalah penyimpanan bahan pangan di atas suhu pembekuan yaitu 2-10°C. Pendinginan yang biasa dilakukan dalam lemari es umumnya mencapai 4-8°C. Penyimpanan daging pada suhu dingin dapat memperpanjang daya tahan daging karena pada suhu dingin aktifitas mikroorganisme dapat dihambat dan ditekan.

Dewasa ini, belum ada data yang mengungkap pengaruh pemanfaatan larutan kunyit terhadap perubahan zat-zat yang terkandung dalam bahan makanan. Mengingat udang sebagai salah satu produk perikanan memiliki sifat mudah busuk (*highly perishable*), maka penanganan dan proses produksi yang baik mutlak diperlukan agar mutu dan keamanan udang tetap segar pada saat

*)Penulis penanggung jawab

dikonsumsi. Mutu Udang terutama ditentukan oleh keadaan fisik, organoleptik (rupa, warna, bau, rasa dan tekstur), ukuran dan keseragaman udang. Udang merupakan salah satu bahan makanan yang sering menjadi sasaran penggunaan formalin. Sehingga, perlu penelitian tentang pemanfaatan kondimen salah satunya Kunyit dalam pengolahan bahan makanan, salah satunya untuk udang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan larutan kunyit terhadap kadar residu formalin.

Materi dan Metode

Materi

Bahan baku Udang segar yang digunakan diperoleh dari perairan Tambak Lorok, Semarang dengan ukuran rata-rata 5cm. Kunyit diperoleh dari Pasar Tradisional di Semarang. Sedangkan Larutan Formalin 40% diperoleh dari Toko Bahan Kimia MRK, Semarang.

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mencari konsentrasi terbaik dan lama perendaman terbaik dari larutan Kunyit yang digunakan untuk mereduksi formalin. Sedangkan penelitian utama dilakukan untuk mencari efektivitas lama penyimpanan dingin dalam mereduksi kandungan formalin pada Udang putih.

Metode

a. Penelitian Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan larutan formalin 5%, yaitu larutan formalin 40% diencerkan menjadi 5%, menggunakan rumus $V_1.M_1=V_2.M_2$ dan didapat hasil larutan formalin sebanyak 125 ml (Wikanta, 2011).

Pembuatan larutan Kunyit menggunakan berbagai konsentrasi yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% dan didapat konsentrasi terbaik yakni 10% (Wikanta, 2011).

Setelah didapat konsentrasi terbaik dari larutan Kunyit, kemudian dilakukan penelitian untuk mencari lama perendaman terbaik dari larutan Kunyit dan didapat lama perendaman terbaik selama 60 menit (Saraswati, 2011).

b. Penelitian Utama

Udang yang telah direndam formalin dan diberi perlakuan Kunyit, kemudian disimpan suhu dingin (2°C) selama 0, 3, 6, dan 9 hari

Penelitian ini bersifat *experimental laboratories*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah model Faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor perlakuan dan penyimpanan, masing-masing faktor memiliki 2 taraf dan 4 taraf diulang sebanyak 3 kali.

Variabel utama yang diamati adalah kadar residu formalin selama proses penyimpanan dingin. Variabel penunjang adalah pH, kadar air, organoleptik dan TPC.

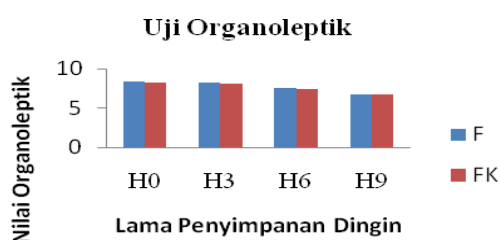
Matriks rancangan percobaan disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan	Ulangan	Perlakuan Lama Penyimpanan (hari)			
		0 hari	3 hari	6 hari	9hari

*)Penulis penanggung jawab

Formalin (Kontrol)	1	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄
	2	F ₂₁	F ₂₂	F ₂₃	F ₂₄
	3	F ₃₁	F ₃₂	F ₃₃	F ₃₄
Formalin + Kunyit	1	FK ₁₁	FK ₁₂	FK ₁₃	FK ₁₄
	2	FK ₂₁	FK ₂₂	FK ₂₃	FK ₂₄
	3	FK ₃₁	FK ₃₂	FK ₃₃	FK ₃₄

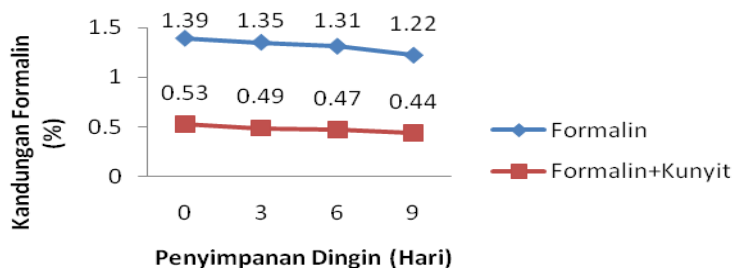
Hasil Dan Pembahasan Organoleptik



Gambar 1. Hasil Uji Organoleptik Udang Putih pada Penyimpanan Dingin

Hasil uji organoleptik selama penyimpanan dingin secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa pada penyimpanan dingin sampai hari ke-6 masih layak untuk dikonsumsi, karena nilainya lebih dari 7. Sesuai dengan pendapat Murniyati dan Sunarman (2001), bahwa ambang batas minimal ikan segar adalah 7, sehingga produk tersebut dinyatakan layak dikonsumsi. Apabila dilihat dari nilai organoleptik spesifikasi bau penyimpanan hari ke-6 mulai menunjukkan nilai di bawah 7, yaitu untuk perlakuan F sebesar 6,4 dan FK sebesar 6,6. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan akan semakin turun nilai organoleptik spesifikasi bau. Winarno (1993), menerangkan bahwa aroma makanan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas bahan pangan.

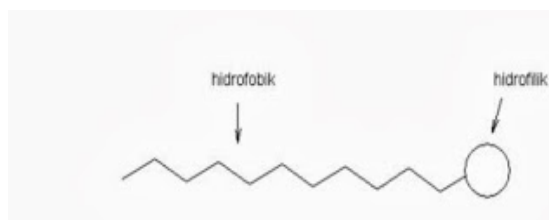
Analisa Kadar Formalin



Gambar 2. Residu Formalin pada Udang putih Selama Penyimpanan Dingin

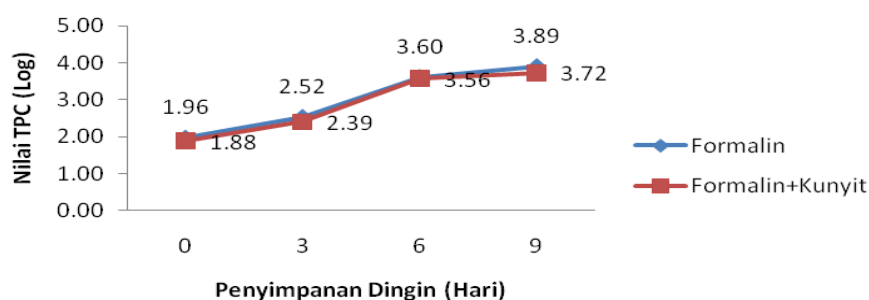
Hasil uji normalitas dan homogenitas pada analisa kadar formalin menunjukkan bahwa ragam data kandungan formalin pada udang putih selama penyimpanan dingin bersifat normal dan homogen ($P > 0,05$). Hasil pengaruh *)Penulis penanggung jawab

kemampuan untuk mengemulsi air dan formalin Gambar 4. Hal ini sesuai dengan pendapat (Johnson & Fritz, 1989 dalam Andarini, 2012) surfaktan adalah senyawa aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan permukaan yang sekaligus memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik dalam satu struktur molekul. Sifat tersebut menyebabkan surfaktan memiliki potensi sebagai komponen bahan adesif, bahan penggumpal, pembusa, dan pengemulsi.



Gambar 4. Molekul surfaktan, Sumber : Tang dan Suendo (2011)

TPC



Gambar 5. Nilai TPC pada Udang Putih Selama Penyimpanan Dingin

Hasil uji normalitas kandungan TPC Udang putih nilai asymp. sig sebesar 0,062 dimana nilai ini dibandingkan taraf uji 0,05, sig 0,062 > 0,05 dan uji Homogenitas kandungan TPC Udang putih menunjukkan bahwa ($P > 0,05$), dimana nilai asymp. sig 0,131 bahwa ragam data kandungan TPC Udang putih bersifat normal dan homogen. Sehingga asumsi untuk menggunakan uji ANOVA telah terpenuhi, yaitu data menyebar normal. Uji ANOVA menunjukkan bahwa dilihat dari perlakuan nilai $F_{hitung} (0,086) < F_{tabel} (4,49)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti perbedaan perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan TPC pada Udang putih berformalin. Sedangkan ditinjau dari lama penyimpanan nilai $F_{hitung} (0,664) < F_{tabel} (3,24)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti selama penyimpanan dingin tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan TPC pada Udang putih berformalin. kandungan TPC pada Udang putih berformalin. Ditinjau dari pengaruh interaksi, $F_{hitung} (0,002) < F_{tabel} (3,24)$, maka terima H_0 tolak H_1 , yang artinya masing-masing faktor menunjukkan tidak ada interaksi terhadap kandungan TPC.

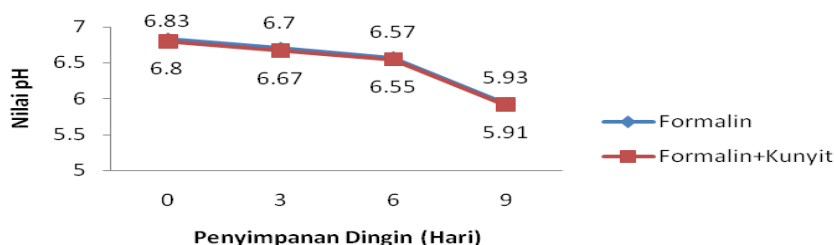
Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat walaupun disimpan sampai 9 hari jumlah bakteri pada Udang putih masih di bawah standart SNI. Terlihat bahwa

*)Penulis penanggung jawab

sifat formalin hanya menghambat pertumbuhan mikroba (bakteriostatik) dibandingkan bakteriosidal. Hal ini dikarenakan formalin dapat merusak bakteri, karena bakteri adalah protein. Sesuai dengan pendapat Cahyadi (2006), bahwa sifat antimikrobia dari *formaldehyde* merupakan hasil dari kemampuannya menginaktivasi protein dengan cara mengondensasi dengan asam amino bebas dalam protein menjadi hidrokoloid. Didukung oleh pernyataan (Barnen and Davidson, 1983) dalam Teddy (2007), bahwa mekanisme formalin sebagai pengawet adalah jika *formaldehyde* bereaksi dengan protein sehingga membentuk rangkaian-rangkaian antara protein yang berdekatan. Akibat dari reaksi tersebut, protein mengeras dan tidak dapat larut. Keberadaan Kunyit yang mengandung saponin (komponen terpenoid) diduga dapat melemahkan aktivitas bakteri, hal ini sesuai dengan pendapat Knobloch (1989) *et.al.*, dalam Marwati (1996), bahwa komponen terpenoid di dalamnya dapat merusak membran biologis sel atau asosiasi protein enzim sehingga mikroba akan lisis atau terhambat pertumbuhannya.

Selain itu peningkatan jumlah bakteri ini disebabkan karena kandungan kadar air juga meningkat, sehingga menyebabkan jumlah TPC juga meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayati (2005) bahwa berbagai kondisi suhu dan lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap kandungan protein dan total koloni pada ikan. Jumlah bakteri pada ikan akan terus mengalami peningkatan seiring dengan lamanya penyimpanan. Bakteri ini dapat berasal dari air yang terpolusi dan wadah yang digunakan selama penanganan.

pH



Gambar 6. Nilai pH pada Udang putih Selama Penyimpanan Dingin

Hasil uji normalitas dan homogenitas pada kandungan nilai TPC menunjukkan bahwa ragam data kandungan formalin pada udang putih selama penyimpanan dingin bersifat normal dan homogen ($P > 0,05$). Sehingga asumsi untuk menggunakan uji ANOVA telah terpenuhi, yaitu data menyebar normal. Uji ANOVA menunjukkan bahwa dilihat dari perlakuan nilai $F_{hitung} (0,029) < F_{tabel} (4,49)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti perbedaan perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan pH pada udang putih berformalin. Sedangkan ditinjau dari lama penyimpanan nilai $F_{hitung} (0,749) < F_{tabel} (3,24)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti selama penyimpanan tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan pH. Namun ditinjau dari nilai asymp.sig perlakuan ($P > 0,05$) yang artinya tidak berbeda nyata. Sedangkan apabila ditinjau dari pengaruh interaksi, $F_{hitung} (0,000) < F_{tabel} (3,24)$, maka terima H_0 tolak H_1 , yang artinya tidak

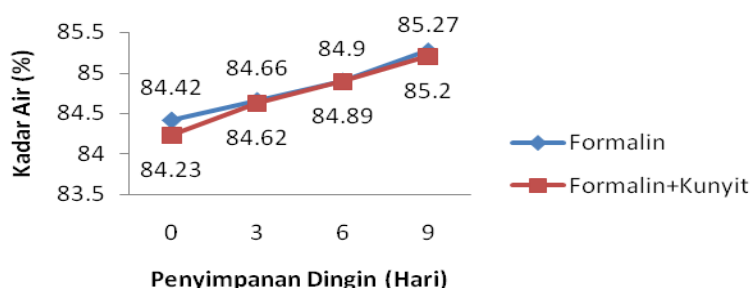
*)Penulis penanggung jawab

ada perbedaan nyata antara faktor perlakuan dan penyimpanan terhadap kandungan pH.

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan bahwa selama dalam penyimpanan dengan suhu dingin pH udang putih turun. Penentuan nilai pH merupakan salah satu indikator pengukuran tingkat kesegaran ikan atau Udang. Nilai pH daging ikan ketika masih hidup umumnya mempunyai pH netral dan setelah mati pH menjadi turun. Hal ini sesuai dengan pendapat (Sakaguchi,1990 dalam Zakaria, 2008), produksi asam laktat dari hasil proses glikolisis secara anaerob setelah ikan mati akan menentukan perubahan nilai pH pada daging ikan. Perubahan nilai pH pada ikan bergantung pada berbagai faktor seperti jenis ikan, cara menangkap, pemberian pakan dan kondisi lainnya Jiang (1998) dalam Zakaria (2008), menambahkan pada dasarnya energi pada jaringan otot ikan setelah mati diperoleh secara *anaerobic* dari pemecahan glikogen menjadi glukosa. Selanjutnya penguraian glukosa melalui proses glikolisis akan menghasilkan ATP dan asam laktat. Akumulasi asam laktat inilah yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan pH daging ikan dan dapat menekan aktivitas mikroba.

Kandungan pH turun juga diduga karena adanya larutan Kunyit yang bersifat asam, ini dikarenakan Kunyit memiliki kandungan asam, yakni asam askorbat (vitamin C). Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (2003), bahwa kandungan kimia dalam rimpang Kunyit sebanyak 100 gram mengandung vitamin C sebanyak 26 mg.

Kadar Air



Gambar 7. Nilai Kadar Air pada Udang putih Selama Penyimpanan Dingin

Hasil uji normalitas kandungan kadar air pada Udang putih nilai asymp. sig sebesar 0,94 dimana nilai ini dibandingkan taraf uji 0,05, sig 0,94 >0,05 dan uji Homogenitas kandungan kadar air Udang putih menunjukkan bahwa ($P > 0,05$), dimana nilai asymp. sig 1,000 bahwa ragam data kandungan kadar air Udang putih bersifat normal dan homogen. Sehingga asumsi untuk menggunakan uji ANOVA telah terpenuhi, yaitu data menyebar normal. Uji ANOVA menunjukkan bahwa dilihat dari perlakuan nilai $F_{hitung} (0,211) < F_{tabel} (4,49)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti perbedaan perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan kadar air pada udang putih selama penyimpanan dingin. Sedangkan ditinjau dari lama penyimpanan nilai $F_{hitung} (0,334) < F_{tabel} (3,24)$, maka terima H_0 tolak H_1 , berarti selama penyimpanan tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan kadar air.

*)Penulis penanggung jawab

Berdasarkan Gambar 7, kandungan kadar air makin meningkat selama penyimpanan dingin, hal ini diduga adanya interaksi Udang dengan lingkungan sekitar. Meningkatnya kadar air produk selama penyimpanan terjadi karena proses penyerapan (absorpsi) oleh bahan atau produk dengan lingkungan sekitarnya. Sesuai yang diungkapkan oleh Syarif dan Halid (1997) bahwa terjadinya penurunan dan peningkatan kadar air selama penyimpanan disebabkan oleh proses penguapan dan absorpsi pada bahan pangan dipengaruhi oleh udara lingkungan.

Semakin meningkatnya kadar air ini juga erat kaitannya dengan meningkatnya jumlah TPC pada produk Udang putih ini, namun hal ini tidak berpengaruh nyata. Karena kita ketahui bakteri dapat tumbuh pada lingkungan yang memiliki kadar air yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Salosa (2013), bahwa penyebab kerusakan ikan adalah kadar air tinggi, dimana 70-80 % dari berat dagingnya sehingga menyebabkan mudahnya mikroba tumbuh dan berkembang biak. Selain itu ikan memiliki jaringan sel yang lebih longgar sehingga dimanfaatkan oleh mikroba sebagai media pertumbuhan. Beberapa jenis bakteri dapat mengurai gizi ikan menjadi senyawa-senyawa yang berbau busuk seperti asam indol, H₂S dan merkaptan dan menurunkan mutu ikan yang ditandai dengan perubahan sensori maupun indikator pembusukan lainnya.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan konsentrasi dan lama perendaman larutan kunyit memberikan pengaruh terhadap kadar residu formalin pada Udang putih; dan
2. Larutan kunyit berpotensi mereduksi kandungan formalin pada Udang putih selama penyimpanan dingin, karena mengandung senyawa aktif yaitu saponin.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam menangani produk atau hasil perikanan yang diformalin selain dengan lama perendaman dan lama penyimpanan dingin dan perlu adanya penelitian dengan memanfaatkan bahan alami lain yang berpotensi mereduksi kandungan formalin selain memanfaatkan kondimen.

Daftar Pustaka

- Andarini, M. 2012. Daur Ulang Pelumas Bekas Menggunakan Asam Sulfat Dan Ekstraksi Dengan Surfaktan. Fakultas MIPA, IPB, Bogor.
- Gunawan, D. dan S. Mulyani. 2004. Ilmu Obat Alam (Farmakognosi) Jilid 1. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hidayati L. 2005. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan dalam Penyimpanan Freezer Lemari Es Terhadap Kandungan Protein dan Jumlah Total Koloni Bakteri Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). [Tesis]. Universitas Muhammadiyah, Malang.

*)Penulis penanggung jawab

- Kristina N.N, Siti F.S, Molide R. 2007. Manfaat Kunyit untuk Kesehatan. http://www.obi.or.id/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=52 [20 Mei 2013].
- Marwati, T. 1996. Aktivitas Zat Antibakteri pada Rimpang Kunyit, Prosiding Simposium Nasional I Tumbuhan Obat & Aromatik APINMAP. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Murniyati AS dan Sunarman. 2000. Pendinginan, Pembekuan, dan Pengawetan Ikan. Kanisius, Jakarta.
- Nurheti, Y. 2007. Awas Bahaya! Dibalik Lezatnya Makanan. CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Purwani, E Dan Muwakhidah. 2008. Efek Berbagai Pengawet Alami Sebagai Pengganti Formalin Terhadap Sifat Organoleptik Dan Masa Simpan Daging Dan Ikan. Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Salosa, Yenni Y. 2013. Uji kadar formalin, Kadar Garam dan Total Bakteri Ikan Asin Tenggiri Asal Kabupaten Sarmi Provinsi Papua. Universitas Negeri Papua, Papua.
- Suntoro, SH. 1983. Metode Pewarnaan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Syarief R, Halid H. 1997. Teknologi Penyimpanan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Teddy. 2007. Pengaruh Konsentrasi Formalin Terhadap Keawetan Bakso Dan Cara Pengolahan Bakso Terhadap Residu Formalinnya. Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Travajah, R. Mudumbaimanhar, VK. Elizabeth, J. Rao, UK. Kanganathan, K. 2012. Chemical and Physical Basics of Routine Formaldehyde Fixation. Department of Oral and Maxillofacial Pathology, Ragas Dental College and Hospital Uthandi and Hospital. Cennai
- Wikanta, W. 2011. Pengaruh Penambahan Perasan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Kadar Residu Formalin dan Profil Protein Udang Putih (*Letapenaeus vannamei*) Berformalin. Unmuh, Surabaya.
- Winarno, F.G. 1993. Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- _____. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia, Jakarta.
- _____. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Wisnu, C. 2006. Analisis dan Aspek Kesehatan. Bahan Tambahan Pangan. PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- Zakaria, Rijan. 2008. Kemunduran Mutu Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) Pasca Panen Pada Penyimpanan Suhu Chilling. IPB, Bogor.