

PERKEMBANGAN PRODUKSI HISTAMIN IKAN PEDAS PADA PENYIMPANAN DENGAN CARA BERBEDA

Ninoek Indriati¹⁾, Suwarno T. Sukarto²⁾, dan Sinta Utiya Syah³⁾

ABSTRAK

Penelitian tentang perkembangan histamin pada ikan pedas selama penyimpanan telah dilakukan. Bahan baku pedas yaitu ikan kembung (*Rastrelliger neglectus*) diperoleh dari TPI Pekalongan. Pada pengolahan pedas, ikan dicuci bersih (tanpa disiangi), digarami dengan perbandingan 1:1 selama semalam, setelah itu dicuci bersih dan dijemur selama 7–8 jam, kemudian dikemas dalam kotak kayu yang dilapisi kertas semen. Setelah 3 minggu kotak dibuka, ikan dibagi menjadi 3 bagian dan disimpan dengan cara yang berbeda yaitu: dikeringkan lagi kemudian disimpan pada suhu kamar; tidak dikeringkan kemudian disimpan pada suhu kamar; tidak dikeringkan kemudian disimpan pada suhu dingin (5–10°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan histamin tertinggi terdapat pada ikan pedas yang disimpan pada suhu kamar tanpa dikeringkan dan terendah pada ikan pedas yang disimpan pada suhu dingin tanpa dikeringkan. Kandungan histamin ikan pedas selama penyimpanan berkisar antara 3,1–25,9 mg%

ABSTRACT: *Histamine production on fermented fish during different method of storage.*
By: Ninoek Indriati, Suwarno T. Sukarto, and Sinta Utiya Syah

*Research on the histamine development of fermented fish during several methods of storage has been done. Raw material used in the experiment was chub mackerel (*Rastrelliger neglectus*) obtained from a fish landing place at Pekalongan, which was then processed into fermented fish. On the processing of fermented fish, fish was washed (without gutting), salted overnight with a ratio of 1:1 of fish to salt, then rewashed and dried for 7–8 hours. It was then stored inside a wooden chest lined with cement paper and covered tightly. After 3 weeks, the chest was opened and the fish were divided into three parts, each was stored using different methods, i.e.: dried (re-drying) then stored at ambient temperature; non-dried then stored at ambient temperature; and non-dried then stored at chilled temperature (5–10°C). The result showed that the highest level of histamine was found on the non-dried treatment stored at ambient temperature, while the lowest was on the non-dried treatment stored at chilled temperature. The level of histamine content during storage was between 3.1–25.9 mg%.*

KEYWORDS: *fermentation, histamine, storage, pedas, *Rastrelliger neglectus**

PENDAHULUAN

Pedas merupakan salah satu produk fermentasi ikan bergaram yang mempunyai cita rasa serta aroma yang khas. Pada umumnya, pedas dibuat dari ikan kembung (*Rastrelliger sp.*). Ditinjau dari sifat fisiknya, ada dua macam pedas yaitu pedas merah dan pedas putih, baik yang basah, setengah basah, maupun yang kering (Sjachri & Nur, 1977). Daerah pengolahan pedas terdapat di kota-kota pantai utara Jawa sampai Madura serta P. Bawean.

Ikan kembung termasuk dalam famili Scombroideae yang dikenal mempunyai kandungan asam amino histidin bebas tinggi, sehingga potensial

menghasilkan histamin, suatu senyawa biogenik amin yang dapat menyebabkan keracunan. Histidin diubah menjadi histamin melalui proses dekarboksilasi yang melibatkan enzim histidin dekarboksilase yang dihasilkan oleh bakteri pembentuk histamin (Bennour *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 2000).

Bakteri penghasil histamin pada ikan yang penting adalah dari golongan *Enterobacteriaceae* (Lopez *et al.*, 1996). Suhu optimum bagi perkembangan bakteri tersebut adalah 20–30°C. Pada pembuatan ikan pedas isi perut ikan tidak dibuang. Hal ini bertujuan untuk memicu terjadinya fermentasi, tetapi di sisi lain, isi perut ini merupakan sumber bakteri pembusuk, antara lain *Enterobacter* yang merupakan bakteri pembentuk

¹⁾ Peneliti pada Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan

²⁾ Guru besar Emeritus Institut Pertanian Bogor

³⁾ Mahasiswa Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor

histamin. Bakteri ini akan mengubah histidin bebas yang ada pada ikan dengan enzim histidin dekarboksilase menjadi senyawa histamin.

Penyimpanan berpengaruh terhadap perkembangan histamin. Tingkat akumulasi kadar histamin dipengaruhi oleh waktu dan suhu penyimpanan (Rawles *et al.*, 1996). Pada suhu rendah, pembentukan histamin agak terhambat. Hal ini terjadi karena aktivitas enzim histidin dekarboksilase menjadi rendah pada suhu rendah (Fletcher *et al.*, 1996). Faktor lain yang dapat mempengaruhi perkembangan histamin adalah pengeringan. Prinsip pengeringan adalah menurunkan kadar air sehingga perkembangan bakteri dapat dihambat. Dengan terhambatnya perkembangan bakteri, terutama bakteri pembentuk histamin, maka pembentukan histamin juga akan terhambat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara yang tepat untuk menyimpan peda sehingga pembentukan histamin selama penyimpanan dapat dicegah atau minimal dikurangi.

BAHAN DAN METODE

Jenis ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan kembung perempuan (*Rastrelliger neglectus*) dengan ukuran rata-rata 12 ekor/kg, yang diperoleh langsung dari TPI Pekalongan. Pembuatan peda dilakukan di tempat pengolahan peda di desa Klidang Lor, Batang. Ikan dibawa ke tempat pengolahan dalam *cool box* dan diberi hancuran es. Untuk memperoleh peda yang bermutu baik, dipilih ikan yang masih segar (penilaian kesegaran ikan dilakukan terhadap mata, insang, tekstur dinding perut, sayatan otot, dan bau) dengan ukuran yang seragam.

Setelah ikan dicuci, tanpa disiangi, ikan ditambah garam kasar dengan perbandingan 1:1, kemudian dibiarkan semalam. Selesai digarami, ikan dicuci bersih dan dijemur selama 7–8 jam, kemudian difermentasikan di dalam kotak kayu yang dilapisi kertas semen dan ditutup rapat. Setelah 3 minggu penyimpanan peti dibuka, ikan dibagi menjadi 3 bagian dan masing-masing bagian disimpan dengan perlakuan yang berbeda, yaitu :

- P₁ : tanpa pengeringan (tanpa penjemuran kembali) disimpan pada suhu kamar (28–32°C).
- P₂ : dengan pengeringan (dengan penjemuran kembali) disimpan pada suhu kamar (28–32°C).
- P₃ : tanpa pengeringan (tanpa penjemuran kembali) ikan disimpan pada suhu dingin (5–10° C).

Pengamatan

Pada ikan segar dilakukan analisis kadar histamin, dan proksimat yang meliputi kadar protein, lemak,

air, dan garam, serta kadar TVB. Selain itu juga diamati jumlah bakteri penghasil histamin. Sedangkan pada peda, dilakukan analisis kadar air, kadar TVB, kadar histamin, dan jumlah bakteri penghasil histamin serta organoleptik.

Analisis proksimat dilakukan dengan metode AOAC (1980), kadar histamin dianalisis menggunakan metode Hardy & Smith (1976), sedangkan jumlah bakteri penghasil histamin dengan metode Niven *et al.* (1981). Penilaian organoleptik dilakukan terhadap peda (menggunakan skala 5) yang meliputi penampakan, tekstur, bau, rasa, dan ada tidaknya pertumbuhan kapang. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 kali ulangan. Pengambilan sampel pertama dilakukan setelah fermentasi 3 minggu, selanjutnya sampel diambil setiap minggu selama 2 minggu penyimpanan.

Hasil analisis ragam (ANOVA) diuji lebih lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test. Data diolah menggunakan program SAS 6.12 pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN BAHASAN

Bahan Baku

Hasil analisis terhadap bahan baku ikan kembung sebelum diolah menjadi peda adalah seperti terlihat pada Tabel 1. Pada Tabel tersebut tampak bahwa pH ikan (6,8) berada pada kisaran normal, sedangkan kandungan TVB (17,1 mgN%) maupun histamin (2,4 mg%) pada ikan kembung sebagai bahan baku peda masih rendah; yaitu masih berada di bawah batas aman (Connell, 1980). Ini menunjukkan bahwa kondisi bahan yang digunakan masih cukup baik. Akan tetapi, kandungan bakteri pembentuk histamin sudah tinggi, yaitu $6,4 \times 10^4$ kol/g. Meskipun kandungan histamin masih rendah (2,4 mg%), namun dengan tingginya jumlah bakteri pembentuk histamin yang ada pada bahan mengindikasikan risiko terbentuknya histamin cukup besar, terlebih apabila penanganan kurang baik. Risiko tersebut makin besar mengingat kadar air ikan cukup tinggi (81%).

Mutu Ikan Peda Setelah Proses Pengolahan dan Penyimpanan

Kadar histamin

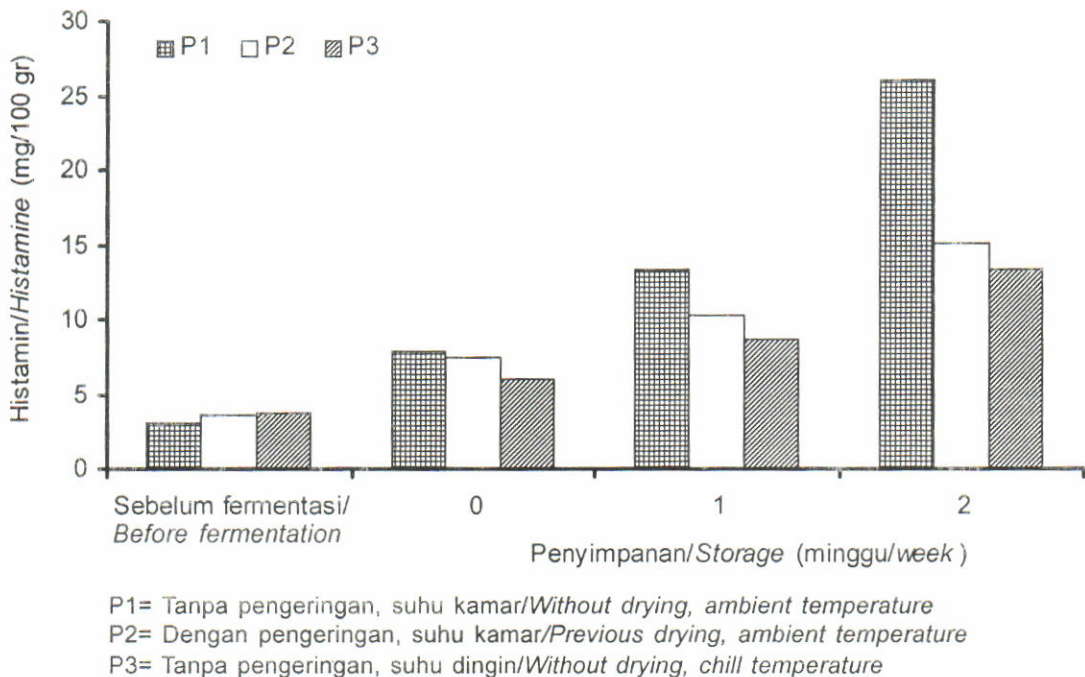
Kadar histamin ikan peda dari setiap perlakuan selama penyimpanan berkisar antara 3,1–25,9 mg% (Gambar 1). Pada Gambar 1 tampak terjadi peningkatan histamin yang tajam setelah minggu ke 1 penyimpanan (terhitung sejak peda selesai difermentasi) pada peda yang tidak dikeringkan dan

Tabel 1. Komposisi kimia dan mikrobiologi ikan kembung sebagai bahan baku peda
 Table 1. Chemical content and microbial load of chub-mackerel as a raw material for peda

Komponen/Component	Jumlah/Amount
Kadar protein/Protein content (%)	18.6
Kadar lemak/Fat content (%)	10.45
Kadar air/Moisture content (%)	70.1
pH	6.8
Kadar TVB/TVB content (mg N%)	17.07
Kadar histamin/Histamine content (mg%)	2.43
Kadar garam/Salt content (%)	0.22
Bakteri penghasil histamin (kol/g)/Histamine forming bacteria (cfu/g)	6.4×10^4

disimpan pada suhu kamar. Pada peda yang dikeringkan, baik yang disimpan pada suhu kamar maupun suhu dingin, peningkatan histamin lebih rendah. Pada penelitian ini kadar histamin yang diperoleh masih di bawah batas yang ditetapkan oleh FDA (1998) yaitu 50 mg/100 g, sedangkan menurut Wonggo (1995) kadar histamin 50–100 mg/100 g dianggap berbahaya untuk kesehatan. Dengan demikian, pada semua sampel, kadar histamin yang diperoleh dalam penelitian ini masih dapat dikategorikan aman.

Kadar histamin semua perlakuan meningkat selama penyimpanan. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh yang sangat nyata ($p \leq 0,01$) pada perlakuan pengeringan, suhu dan lamanya penyimpanan. Pada perlakuan tidak dikeringkan, dikeringkan dan disimpan pada suhu dingin terdapat perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$), tetapi pada perlakuan dikeringkan dan disimpan pada suhu dingin tidak terdapat perbedaan yang nyata ($p > 0,05$). Kadar histamin tertinggi terdapat pada peda yang tidak dikeringkan dan disimpan pada suhu kamar, sedang



Gambar 1. Kadar histamin peda selama penyimpanan.
 Figure 1. Histamine content in peda during storage.

yang terendah adalah peda yang tidak dikeringkan, disimpan pada suhu dingin (5–10°C).

Hasil serupa diperoleh Kim *et al.* (2002) yang melakukan penelitian dengan menggunakan ikan makerel, albakor dan mahi-mahi yang disimpan pada suhu berbeda (4, 15, 25, dan 37°C). Hasilnya, kadar histamin tertinggi terdapat pada ikan yang disimpan selama 6 jam pada suhu di atas 15°C. Pada suhu 37°C produksi histamin meningkat (berkisar antara 90–146 mg%) sejalan dengan pertumbuhan bakteri.

Suhu kamar atau lebih tersebut (~37°C) merupakan suhu optimum bagi bakteri pembentuk histamin dan juga bagi enzim histidin dekarboksilase yang bertanggungjawab terhadap pembentukan histamin melalui proses dekarboksilasi histidin (Bennour *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 2000). Sementara itu, pada suhu dingin aktivitas enzim histidin dekarboksilase terhambat sehingga produksi histamin juga terhambat.

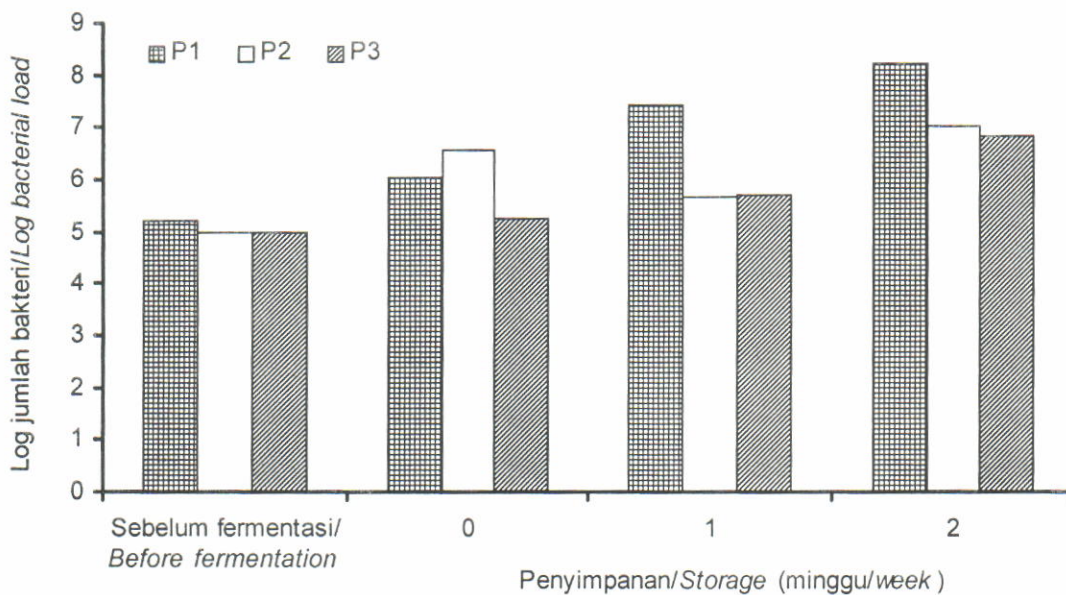
Bakteri pembentuk histamin

Jumlah bakteri penghasil histamin pada ikan peda selama penyimpanan setiap perlakuan berkisar antara $1,2 \times 10^5$ – $2,3 \times 10^7$ kol/g (Gambar 2). Bila dilihat dari kondisi awal bahan baku dengan jumlah bakteri

pembentuk histamin mencapai $6,4 \times 10^4$ kol/g, maka telah terjadi kenaikan hingga 10^3 kali. Namun demikian, kenaikan jumlah bakteri pembentuk histamin hingga 3 skala log ini belum menyebabkan kandungan histamin (3,1–25,9 mg% pada Gambar 1) melewati batas aman (Wonggo, 1995; FDA, 1998).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa cara penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$). Sedangkan kombinasi antara keduanya tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap jumlah bakteri pembentuk histamin.

Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan pengeringan sebelum penyimpanan dan penyimpanan pada suhu rendah dapat memberikan efek hambatan terhadap pertumbuhan bakteri pembentuk histamin. Efek penghambatan tersebut mulai tampak setelah 1 minggu penyimpanan. Namun demikian, efek pengeringan sebelum penyimpanan dan efek suhu penyimpanan sebagaimana tampak dalam Gambar 2 tidak tampak ada perbedaan yang nyata meskipun peda disimpan hingga 2 minggu (uji lanjut Duncan; $p > 0,05$). Ini berarti bahwa perlakuan pengeringan sebelum penyimpanan dan penyimpanan pada suhu dingin belum dapat dibedakan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bakteri pembentuk histamin. Bakteri, termasuk bakteri pembentuk histamin, memerlukan



P1= Tanpa pengeringan, suhu kamar/Without drying, ambient temperature
P2= Dengan pengeringan, suhu kamar/Previous drying, ambient temperature
P3= Tanpa pengeringan, suhu dingin/Without drying, chill temperature

Gambar 2. Jumlah bakteri pembentuk histamin peda selama penyimpanan.
Figure 2. Number of histamine forming bacteria in peda during storage.

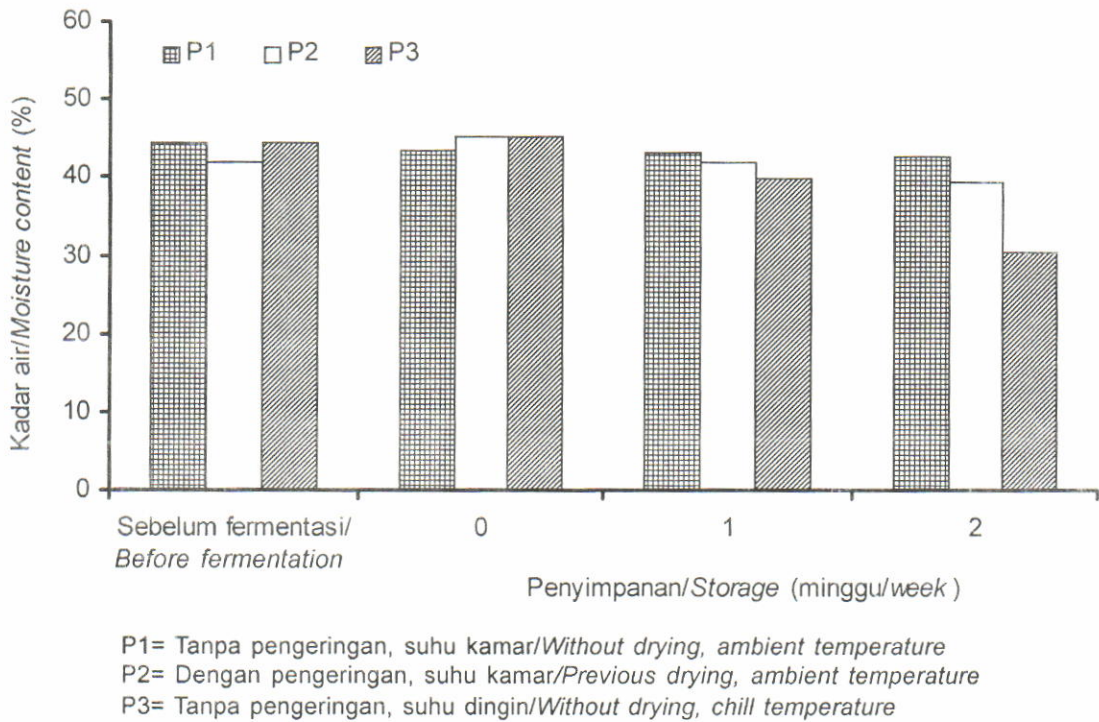
air yang dapat dimanfaatkan dalam jumlah cukup dan suhu yang sesuai untuk hidup dan berkembang biak dengan baik (Frazier, 1977; Fardiaz, 1992).

Kadar air

Sebelum dilakukan fermentasi, setelah penjemuran, kadar air ikan peda rata-rata 41,8–44,5%, dengan kadar garam rata-rata 14,3–18,2%. Selama penyimpanan, kadar air ikan peda turun mencapai titik yang bervariasi antara 30,4–45,3% (Gambar 3) tergantung perlakuannya. Kadar air peda yang disimpan pada suhu kamar, baik dengan atau tanpa

terhadap kadar air, tetapi lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$).

Penurunan kadar air ikan peda selama penyimpanan disebabkan terjadinya penguapan air sebagai akibat dari perbedaan kandungan uap air antara udara dan produk. Kelemahan dari penurunan kadar air yang tajam selama penyimpanan adalah menyebabkan peda menjadi lebih kering. Meskipun demikian, kelembaban yang rendah, kadar air produk yang rendah dan suhu yang rendah belum berhasil menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk histamin (Gambar 2). Namun, mengingat kadar



Gambar 3. Kadar air peda selama penyimpanan.
 Figure 3. Moisture content of peda during storage.

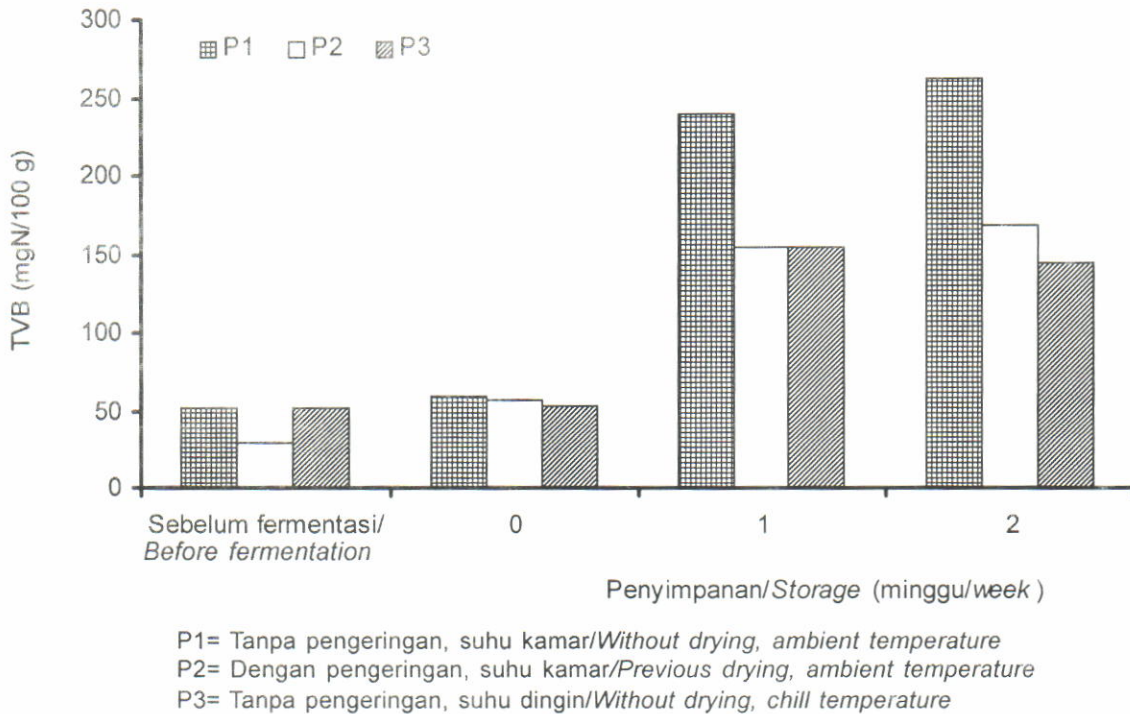
dikeringkan, tidak banyak berubah dan jika terjadi penurunan, penurunan tersebut hanya sedikit, yaitu pada awal penyimpanan, minggu pertama hingga minggu kedua.

Penurunan kadar air secara tajam terjadi pada peda yang disimpan pada suhu dingin, yaitu sejak minggu pertama hingga minggu kedua. Hal ini terjadi karena pada suhu dingin tersebut kelembaban ruang rendah sehingga produk yang disimpan di dalamnya akan mengalami dehidrasi. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pengeringan sebelum penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$)

histaminnya cukup rendah (Gambar 1), kondisi penyimpanan tersebut dianggap cukup baik meskipun belum berhasil menekan pertumbuhan bakteri pembentuk histamin.

Kadar TVB

Seperti halnya histamin, kadar TVB ikan peda selama penyimpanan meningkat secara nyata dan berkisar antara 28,5–262,1 mgN% (Gambar 4). Peningkatan terjadi sejak awal penyimpanan, dan terus berlanjut hingga penyimpanan minggu kedua. Pada Gambar 4 tampak bahwa kadar TVB meningkat tinggi untuk peda yang tanpa pengeringan dan



Gambar 4. Kadar TVB peda selama penyimpanan.
 Figure 4. TVB content of peda during storage.

disimpan pada suhu kamar. Untuk peda yang dikeringkan lebih dulu, baik disimpan pada suhu kamar ataupun suhu dingin, peningkatan TVB lebih rendah. Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa cara penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap kadar TVB selama penyimpanan. Uji lanjut Duncan terhadap perlakuan tidak dikeringkan dengan dikeringkan dan disimpan pada suhu dingin menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, tetapi perlakuan dikeringkan dengan disimpan pada suhu dingin tidak berbeda nyata.

Kadar TVB tertinggi terdapat pada perlakuan tidak dikeringkan disimpan pada suhu kamar, diikuti oleh perlakuan dikeringkan disimpan pada suhu kamar dan terendah adalah perlakuan tidak dikeringkan disimpan pada suhu dingin. TVB terbentuk oleh adanya degradasi protein dan derivatnya menjadi senyawa-senyawa mikro serta asam-asam yang mudah menguap seperti H_2S , karbonil, sulfur dan sebagainya. Menurut Hadiwiyoto (1993), pembentukan asam-asam ini dapat dihambat dengan cara menyimpan produk pada suhu dingin. Kadar TVB tertinggi yaitu 262,1 mgN%, terdapat pada perlakuan tidak dikeringkan disimpan pada suhu kamar pada penyimpanan minggu ke 2. Pada kondisi ini peda sudah tidak layak untuk dikonsumsi karena menurut Connel (1980), batas maksimum kadar TVB bagi ikan asin untuk dapat dikonsumsi adalah 100–200 mgN%.

Nilai organoleptik

Saat sebelum fermentasi (minggu ke 0), nilai penerimaan total yang didasarkan pada pengujian penampakan, bau, rasa, dan tekstur masih rendah, yaitu 2,6–3,1. Peda dinilai masih belum menunjukkan adanya bau khas peda, tekstur daging masih keras dan belum *masir* serta daging bagian dalam belum berwarna merah. Hal ini mengindikasikan bahwa tampaknya proses fermentasi masih belum optimal. Namun, nilai penerimaan panelis terhadap peda mulai meningkat setelah fermentasi (awal penyimpanan). Nilai tersebut terus meningkat hingga penyimpanan minggu pertama dan kedua.

Pada perlakuan tidak dikeringkan disimpan pada suhu kamar, peda mempunyai nilai penerimaan tertinggi pada minggu ke 0 dengan penampakan cemerlang, bau khas peda mulai tercium, rasa gurih, tekstur agak *masir*, dan daging bagian dalam berwarna kemerahan. Tetapi, nilai ini menurun dengan cepat pada minggu pertama penyimpanan ditandai dengan penampakan yang mulai kusam, bau khas peda mulai berkurang, rasa gatal di lidah (hanya beberapa panelis) dan adanya bercak-bercak kapang pada permukaan peda. Rasa gatal ini mulai dikenali panelis sejak minggu pertama, yaitu ketika kandungan histamin mencapai 13,3 mg%. Pada minggu ke 2, nilai penerimaan mengalami penurunan drastis dengan

penampakan yang sangat kusam, bau apek, dan pertumbuhan kapang yang hampir merata pada seluruh permukaan peda sehingga produk ditolak oleh semua panelis.

Pada perlakuan dikeringkan disimpan pada suhu kamar, nilai penerimaan mengalami kenaikan pada saat selesai fermentasi dengan penampakan yang cemerlang, sedikit bau khas peda, daging bagian dalam agak kemerahan meskipun tekstur sedikit keras. Nilai penerimaan tertinggi terjadi pada penyimpanan minggu pertama, dimana penampakan masih cemerlang, bau khas peda mulai tercium, rasa gurih khas peda, tekstur agak masir, dan daging bagian dalam berwarna merah. Selanjutnya, pada penyimpanan minggu ke 2, nilai penerimaan mengalami penurunan pada hampir semua parameter dengan bercak- bercak kapang pada permukaan peda.

Untuk perlakuan tidak dikeringkan disimpan pada suhu dingin, nilai penerimaan mulai mengalami kenaikan pada awal penyimpanan dan nilai tertinggi terjadi pada minggu pertama dengan penampakan cemerlang, sedikit bau khas peda, tekstur agak liat, dan daging bagian dalam berwarna kemerahan. Nilai penerimaan mengalami penurunan pada minggu ke 2

dengan penampakan agak kusam, sedikit bau khas peda, tekstur daging bagian luar liat, namun tidak ada pertumbuhan kapang pada permukaan peda sampai akhir penyimpanan.

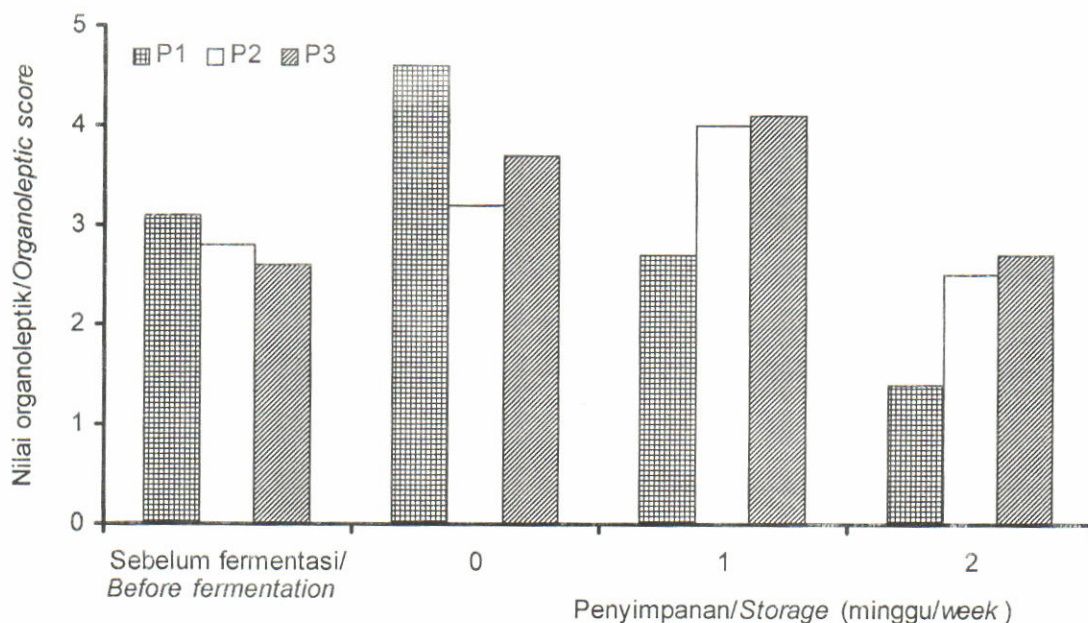
KESIMPULAN

- Bakteri pembentuk histamin sudah mulai ditemukan pada ikan segar yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan peda dalam jumlah yang cukup tinggi, yaitu $6,4 \times 10^4$ kol/g, namun jumlah histamin yang ditemukan masih sangat rendah, yaitu 2,4 mg%.
- Perlakuan pengeringan sebelum penyimpanan dan penerapan suhu dingin selama penyimpanan selain dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk histamin setelah minggu ke 1 juga menghambat proses pembentukan histamin.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical and Chemist*, 13th ed. AOAC, Inc. Arlington, Virginia.

Bennour, M., Marracki, A.E., Bouchriti, N., Hamama, A. and Ouada, M.E. 1991. Chemical and microbiologi-



P1= Tanpa pengeringan, suhu kamar/Without drying, ambient temperature
 P2= Dengan pengeringan, suhu kamar/Previous drying, ambient temperature
 P3= Tanpa pengeringan, suhu dingin/Without drying, chill temperature

Gambar 5. Nilai Organoleptik peda selama penyimpanan.
 Figure 5. Organoleptic value of peda during storage.

- cal assessment of mackerel (*Scomber scombrus*) stored in ice. *J. Food Prot.* 54: 789-792.
- Connel, J.J. 1980. *Control of Fish Quality*, Fishing News (Books) Ltd., Surrey, England.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 308 pp.
- FDA. 1998. *Scombrototoxin (Histamine) Formation. Ch.7. In Fish and Fishery Products Hazards and Control Guide 2nd ed.* Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Seafood, Washington DC. p.73-90.
- Fletcher, G.C., Summers, G., Winchester, R.V. and Wong, R.J. 1996. Histamine and histidine in New Zealand marine fish and shellfish species, particularly kahawai (*Arripis trutta*). *J. Aqua. Food Prod. Technol.* 4(2): 53-74.
- Frazier, W.C. 1977. *Food Microbiology*. Tata Mc Graw – Hill Publishing Company, New Delhi. 537 pp.
- Hardy, R. and Smith, J.G.M. 1976. The storage of mackerel (*Scomber scombrus*) development of histamine and rancidity. *J.Sci. Food Agric.* 27: 595-599.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Liberty, Jakarta.
- Kim, S.H., Ben-Gigrey, B., Velazquez Barros, Price, R.J. and An, H.J. 2000. Histamine and biogenic amines production by *Morganella morganii* isolated from temperature abused albacore. *J. Food Prot.* 63(2): 244-251.
- Kim, S. H., Price, R.J., Morrisey, M.T. , Field, K.G., Wei, C.I. and An, H.J. 2002. Histamine production by *Morganella morganii* in mackerel, albacore, mahi-mahi and salmon at various storage temperature. *J. Food Sci.* 67(4): 1522-1528.
- Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, Hernandez-Herrero, M., Roig-Sagues, A.X. and Mora-Ventura, M.A.T. 1996. Sensory quality and histamine formation during controlled decomposition of tuna (*Thunnus thynnus*). *J. Food Prot.* 59: 167-174.
- Niven, C.F., Jeffrey, M.B. and Corlett, D.A.1981. Differential plating medium for quantitative detection of histamine producing bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 41: 321-322.
- Rawles, D.D., Flick, G.J. and Martin, A.E. 1996. Biogenic amines in fish and shellfish. *Adv. Food Nutr. Res.* 39: 329-364.
- Sjachri, M. dan Nur, M.A. 1977. Pengaruh beberapa perlakuan terhadap sifat fisik dan kimia dari produk akhir pada pengolahan ikan pada cara laboratoris. *J. Penel. Tekn. Perik.* 2: 1-8
- Wonggo, J. 1995. *Pengaruh Perendaman Filet Ikan dalam Air Kelapa Terhadap Kandungan Histamin*. Tesis. Program Pasca sarjana. KPK IPB-UNSRAT. 64 pp.