

Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap antioksidan ASI

Effect of temperature and length of storage on Breast milk antioxidants

Enggar^{1*}, Margareta Paula Klara²

*¹Akademi Kebidanan Palu Sulawesi Tengah, Jalan Cendrawasih No. 44 Palu, Sulawesi Tengah, email: enggardarwis@gmail.com, Indonesia

²Akademi Kebidanan Palu Sulawesi Tengah, Jalan Cendrawasih No. 44 Palu, Sulawesi Tengah, email: gretha.cla86@gmail.com, Indonesia

ABSTRACT

Background: Breast milk contains antioxidants that can inhibit oxidative stress in infants. Milking is now a much-done option. Breast milk is stored so that the baby can drink it at any time. The presence of temperature treatment and long storage of breast milk triggers physical and chemical changes, one of which is antioxidants that babies desperately need to combat the effects of free radicals.

Objective: The research aimed at comparing antioxidants in the fresh breast milk and storage breast milk.

Methods: This was the true experimental research. Samples were taken using the purposive sampling technique of 24 samples. The breast milk was tested its antioxidant content using DPPH, initial control, and giving two treatment factors. The first treatment was the breast milk storage at room temperature (fresh breast milk), refrigerator temperature, and freezer temperature. The second treatment was breast milk storage for 7, 14, 30, and 60 days. The data were analyzed using T-Test and repeated Anova.

Results: The research result indicates that there is a decrease of the antioxidants between the fresh breast milk and the breast milk stored in the refrigerator temperature of 2⁰C with the storage duration of 7 days, and freezer temperature of -16⁰C with the storage duration 14, 30, and 60 days, p=0.000.

Conclusion: The antioxidant is better stored at the temperature of -16⁰C than the temperature of 2⁰C. The longer the storage, the lower the breast milk antioxidant.

Keywords: *Antioxidant, Breastmilk, Cold Temperature, Freezing Temperature, Room Temperature,*

PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) dan United Nations Children's Fund (UNICEF) dalam *Global Strategy for Infant and Young Child Feeding (GSYCF)*, serta Kementerian Kesehatan melalui Kepmenkes RI No 450/MENKES/SK/IV/2004 dan Undang-Undang Kesehatan No 36 Tahun 2009 pasal 128 merekomendasikan antara lain 1) Memberikan ASI kepada bayi segera 30 menit setelah bayi lahir. 2) Memberikan ASI eksklusif sejak lahir sampai bayi berumur 6 bulan. 3) Memberikan MP-ASI sejak bayi berusia 6-24 bulan. 4) Meneruskan

pemberian ASI sampai bayi usia 24 bulan atau lebih.^{1,2}

Radikal bebas bisa mengubah ekspresi gen atau kerusakan lipid, protein, dan kerusakan DNA. Stres Oksidatif (OS) terjadi jika ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas (FR) dengan kapasitas antioksidan. OS dapat menjadi faktor risiko gangguan janin, kelahiran prematur, dan meningkatkan risiko penyakit pada masa remaja bahkan hingga dewasa. Dampak pada periode neonatal yang meliputi gangguan perkembangan saraf (masalah motorik dan kognitif, *attention deficit hyperactivity*, dan gangguan psikotik), asma,

resistensi insulin, diabetes melitus, hipertensi, penyakit jantung koroner, dan stroke.³

Peningkatan stres oksidatif telah dikaitkan dengan meningkatnya risiko radikal bebas. Stres oksidatif (OS) menyebabkan banyak penyakit pada janin dan bayi baru lahir.⁴ Sistem antioksidan yang rendah yang pada bayi tidak mampu melawan efek berbahaya radikal bebas (FR) dampak dari "penyakit terkait radikal bebas" pada bayi baru lahir yaitu kerusakan sel, jaringan, dan organ (ginjal, retina, paru-paru, usus, dan cedera otak).⁵ Jadi Stres oksidatif dapat terjadi diawal kehamilan dan berlanjut sampai masa nifas. Kondisi ini menyebabkan beberapa penyakit patogenesis pada bayi baru lahir.

Air Susu Ibu memiliki kemampuan untuk mengikat radikal bebas dan menghambat peroksidasi lipid dibanding susu formula. ASI memiliki keunggulan yang jelas meskipun diketahui antioksidan molekul seperti vitamin C dan E yang tinggi pada produk susu formula. Sehingga untuk tingkat *F2-IsoPs* lebih rendah dalam urin bayi yang diberi ASI dibandingkan dengan bayi susu formula.⁶

Berdasarkan hasil penelitian bahwa TAC (*Total Antioxidan Capacity*) ASI bervariasi dan dipengaruhi oleh nutrisi. Hal ini diketahui bahwa TAC secara signifikan lebih tinggi dalam ASI dibandingkan susu formula, yang berarti ASI memberikan potensi antioksidan lebih baik dari pada susu

formula.⁷ Penelitian menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan yang tinggi dalam kolostrum sangat penting pada awal kehidupan bayi baru lahir dan antioksidan ini akan berkurang selama periode menyusui disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan bayi. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa aktivitas antioksidan yang tinggi dalam kolostrum segera setelah lahir akan menjadi faktor yang paling penting untuk melindungi bayi yang baru lahir dikehidupan luar kandungan.⁸

Anak adalah anugrah yang diciptakan Tuhan untuk para orang tua. Oleh karena itu anak harus dirawat dengan sebaik-baiknya dengan penuh kasih sayang agar kelak dapat tumbuh dan berkembang dengan sehat. Pertumbuhan dan perkembangan anak yang sehat tidak terlepas dari makanan yang diberikan kepada anak tersebut terutama diawal kelahirannya. Bayi diharapkan dapat tumbuh menjadi sempurna dan sehat perlu makanan yang tepat pula. Air Susu Ibu (ASI) adalah makanan utama dan tepat bagi bayi. Seiring dengan berbagai kemajuan yang telah dicapai oleh kaum perempuan dan kemajuan zaman, dewasa ini banyak perempuan terlibat di sektor publik. Bertambahnya jumlah kesempatan kerja, meningkatnya pendidikan, dan perubahan sosial ekonomi menyebabkan banyak wanita bahkan ibu rumah tangga beralih menjadi ibu bekerja. Meningkatnya tenaga kerja perempuan dapat mempengaruhi pemberian ASI kepada bayi sehingga alternatif agar bayi

tetap menerima ASI ibu bekerja dapat memerah ASI dan menyimpannya di lemari pendingin.

ASI mengandung antioksidan yang dapat menghambat stres oksidatif pada bayi baru lahir. Sedikit yang diketahui tentang efek dari penyimpanan, dan lama penyimpanan pada ASI pada tingkat antioksidan yang dikandungnya. Adanya perlakuan suhu dan lama penyimpanan ASI dapat menyebabkan perubahan fisik maupun komposisi kimia. Dengan adanya perubahan kimiawi tersebut maka kemungkinan besar akan terjadi kerusakan terhadap kapasitas antioksidan dalam ASI. Selain itu, tidak ada rekomendasi untuk standar proses pembekuan mengenai kapasitas antioksidan pada ASI perah ini dalam praktik klinis. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan antioksidan pada ASI langsung 0 hari, ASI penyimpanan pada suhu dingin (*refrigerator*) dan suhu beku (*freezer*).

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium yang bertujuan memperoleh total antioksidan pada ASI. Rancangan penelitian menggunakan metode *true experimental* dengan menggunakan kontrol awal dan memberikan dua faktor perlakuan. Faktor perlakuan pertama yaitu perlakuan penyimpanan ASI pada 3 suhu yaitu suhu ruangan (ASI segar), suhu dingin (*refrigerator*), dan suhu beku (*freezer*). Faktor perlakuan kedua yaitu perlakuan

penyimpanan ASI selama 7 hari, 14 hari, 30 hari, dan 60 hari. Selanjutnya kedua perlakuan tersebut diukur antioksidan pada sampel ASInya. Sampel dalam penelitian ini adalah 24 orang, teknik pengambilan sampel dengan cara *purposive sampling*.

Dilakukan pengambilan sampel ASI pada responden sebanyak 30 cc menggunakan pompa ASI. Setiap ASI dibagi menjadi 5 bagian, kemudian akan diberi label dengan informasi nomor, waktu, suhu, dan lama penyimpanan. Sampel dibagi berdasarkan perlakuan penyimpanannya yaitu 6 cc untuk ASI segar dengan suhu ruangan 2-6 jam, 6 cc untuk penyimpanan *refrigerator*, dan 18 cc untuk penyimpanan *freezer*. ASI akan diuji kadar antioksidannya menggunakan pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*), dengan selang waktu 7 hari, 14 hari, 30 hari, dan 60 hari. ASI segar, ASI hari ke7 untuk suhu *refrigerator*, dan ASI 14, 30, dan 60 hari untuk suhu *freezer*. Untuk mengetahui suatu konsentrasi antioksidan dalam ASI digunakan parameter IC_{50} (50% *Inhibitory Concentration*).

Untuk melihat perbandingan antara ASI segar suhu ruangan (0 hari) dengan ASI penyimpanan suhu *refrigerator* penyimpanan 7 hari, dengan ASI penyimpanan suhu *freezer* pada hari hari 14, hari 30, dan hari 60 menggunakan uji T-Test dan analisis *Repeated Anova*. Sedangkan untuk mengetahui hubungan suhu *freezer* lama penyimpanan hari 14, hari 30, dan hari 60

terhadap antioksidan ASI maka dilanjutkan dengan analisis uji *post hoc*. Penelitian ini menggunakan derajat kepercayaan 95% dengan $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui suatu konsentrasi total antioksidan dalam ASI digunakan parameter IC_{50} (50% *Inhibitory*

Concentration). Oleh karena itu dikaji perhitungan untuk menentukan nilai IC_{50} yang diperoleh dari uji aktivitas antioksidan serta korelasinya. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persen inhibisi untuk mengetahui nilai IC_{50} . IC_{50} adalah Konsentrasi dari antioksidan yang dapat meredam atau menghambat 50% radikal bebas.

Tabel 1. Perbandingan Rerata Antioksidan ASI Segar dengan ASI Penyimpanan

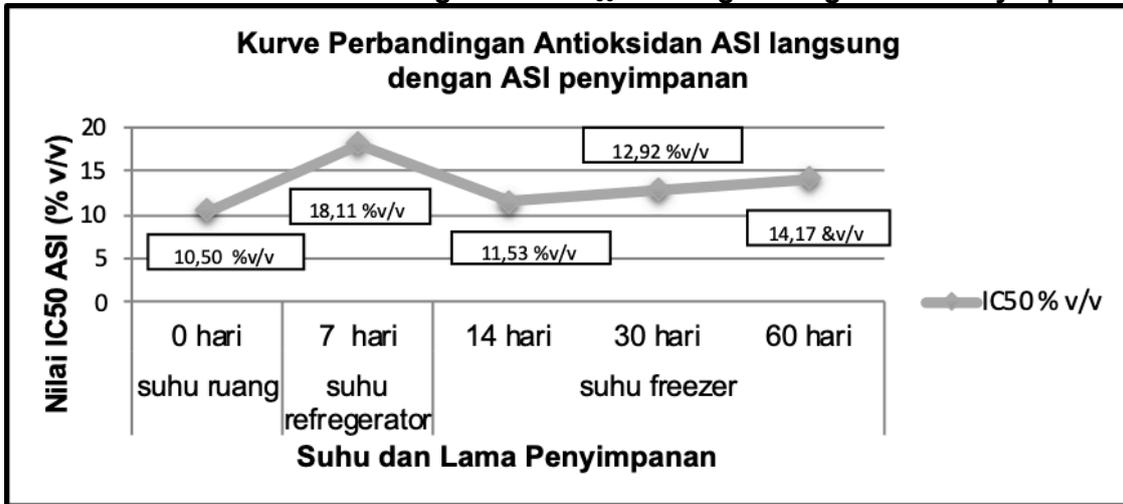
ASI penyimpanan (n = 24)		Nilai IC_{50} ASI		Nilai p
Suhu	Lama penyimpanan	Mean \pm SD (% v/v)	CI 95%	
Ruang (ASI segar) Suhu Dingin 2 °C	0 hari	10,50 \pm 1,55	9,83-11,15	0,000
	7 Hari	18,11 \pm 3,51	16,63-19,59	
Ruang (ASI segar) Suhu Beku -16 °C	0 hari	10,50 \pm 1,55	9,83-11,15	0,000
	14 Hari	11,53 \pm 1,57	10,87-12,19	
	30 Hari	12,92 \pm 2,01	12,07-13,77	
	60 Hari	14,17 \pm 2,49	13,12-15,22	

Uji *Paired Samples T Test* dan *Repeated ANOVA*

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata IC_{50} ASI sebelum disimpan yaitu ASI segar dengan suhu ruang (0 hari) adalah 10,50 (SD \pm 1,55). Selanjutnya IC_{50} ASI yang mengalami penyimpanan pada suhu dingin (*refrigerator*) 2°C dengan lama penyimpanan 7 hari mengalami peningkatan IC_{50} dengan nilai rata-rata 18,11 (SD \pm 3,51). Nilai IC_{50} ASI penyimpanan pada suhu beku (*freezer*) -16 °C dengan lama penyimpanan 14 hari rata-rata 11,53 (SD \pm 1,57), 30 hari rata-rata 12,92 (SD \pm 2,01), dan 60 hari rata-rata 14,17 (SD \pm 2,49) masing-masing mengalami

peningkatan dibandingkan ASI segar. Berdasarkan hasil uji statistik terdapat perbedaan antioksidan antara ASI segar dengan ASI yang disimpan pada suhu dingin 2 °C lama penyimpanan 7 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$, antara ASI segar dengan suhu beku -16 °C lama penyimpanan 14 hari, 30 hari, dan 60 hari terhadap antioksidan ASI dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$. Terdapat perbedaan antioksidan ASI dengan antara lama penyimpanan 14 hari, 30 hari, dan 60 hari pada suhu beku -16°C dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$.

Gambar 1 Perbandingan Nilai IC₅₀ ASI Segar dengan ASI Penyimpanan



Keterangan: suhu dingin 2^oC suhu beku -16^oC

Gambar 1 menunjukkan peningkatan nilai IC₅₀ antara ASI segar suhu ruang 0 hari dengan ASI penyimpanan suhu dingin 2^oC dengan lama penyimpanan 7 hari, dan ASI penyimpanan suhu beku -16^oC dengan lama penyimpanan 14 hari, 30 hari, dan 60 hari

juga mengalami peningkatan nilai IC₅₀ tetapi nilai ini lebih rendah IC₅₀ jika dibandingkan ASI penyimpanan suhu dingin 2^oC dengan lama penyimpanan 7 hari.

Tabel 2. Perbandingan Rerata Antioksidan ASI Antara Kelompok Suhu dengan Lama Penyimpanan

ASI Penyimpanan (n=24)		Nilai IC ₅₀ ASI		Nilai p
Suhu	Lama Penyimpanan	Mean ± SD (% v/v)	Selisih Mean	
Ruangan (ASI segar) Dingin/Refrigerator 2 ^o C	0 hari	10,50±1,55	-7,614	0,000
	7 hari	18,11±3,51		
Ruangan (ASI segar) Beku/freezer -16 ^o C	0 hari	10,50±1,55	-1,037	0,000
	14 hari	11,53±1,57		
Ruangan (ASI segar) Beku -16 ^o C	0 hari	10,50±1,55	-2,420	0,000
	30 hari	12,92±2,01		
Ruangan (ASI segar) Beku -16 ^o C	0 hari	10,50±1,55	-3,672	0,000
	60 hari	14,17±2,49		
Dingin/Refrigerator 2 ^o C Beku -16 ^o C	7 hari	18,11±3,51	6,577	0,000
	14 hari	11,53±1,57		
Dingin/ Refrigerator 2 ^o C Beku -16 ^o C	7 hari	18,11±3,51	5,193	0,000
	30 hari	12,92±2,01		
Dingin/ Refrigerator 2 ^o C Beku -16 ^o C	7 hari	18,11±3,51	3,942	0,000
	60 hari	14,17±2,49		
Beku/freezer -16 ^o C	14 Hari	11,53±1,57	-1,383	0,000*

ASI Penyimpanan (n=24)		Nilai IC ₅₀ ASI		Nilai p
Suhu	Lama Penyimpanan	Mean ± SD (% v/v)	Selisih Mean	
Beku/freezer -16 °C	30 Hari	12,92±2,01		
Beku/freezer -16 °C	14 Hari	11,53±1,57	-2,635	0,000*
Beku/freezer -16 °C	60 Hari	14,17±2,49		
Beku/freezer -16 °C	30 Hari	12,92±2,01	-1,251	0,000*
Beku/freezer -16 °C	60 Hari	14,17±2,49		

Uji *Paired Samples T Test*

* Uji *Repeated ANOVA*

Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI segar dengan ASI yang disimpan dalam suhu dingin 2 °C selama 7 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$ yang berarti secara signifikan terdapat perbedaan yang bermakna. Terdapat perbedaan antioksidan pada ASI segar dengan ASI yang disimpan pada suhu beku -16 °C selama 14, 30, dan 60 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$ yang berarti secara signifikan terdapat perbedaan yang bermakna. Selanjutnya terdapat perbedaan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu dingin 2 °C selama 7 hari dengan ASI yang disimpan dalam dalam suhu beku -16 °C selama 14, 30, dan 60 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$ yang berarti secara signifikan terdapat perbedaan yang bermakna. Berdasarkan lama penyimpanan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu beku-16°C selama 14 hari dengan ASI yang disimpan dalam dalam suhu beku -16 °C selama 30 dan 60 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$ yang berarti secara signifikan terdapat perbedaan yang bermakna. Terdapat perbedaan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu beku -

16 °C selama 30 hari dengan ASI yang disimpan dalam dalam suhu beku -16 °C selama 60 hari dimana nilai $p=0,000$ $p<\alpha=0,05$ yang berarti secara signifikan terdapat perbedaan yang bermakna.

1. Perbandingan antioksidan pada ASI segar dengan ASI yang disimpan dalam suhu *refrigerator* 2 °C selama 7 hari

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI segar suhu ruang 0 hari dengan ASI yang disimpan dalam suhu *refrigerator* 2 °C selama 7 hari. Penelitian ini menunjukkan bahwa ASI yang disimpan dalam *refrigerator* 2 °C selama 7 hari mengalami peningkatan rata-rata IC₅₀ dibandingkan ASI segar dimana kemampuan antioksidan ASI dalam menangkal radikal bebas terjadi penurunan tetapi masih memiliki antioksidan karena masih di bawah nilai 50. Semakin kecil nilai IC₅₀ menunjukkan semakin tinggi aktivitas antioksidannya.⁹

Sejalan dengan penelitin Akzu *et al.* (2014). Penyimpanan tidak mempengaruhi tingkat IL-10 ASI, namun kapasitas antioksidan ASI segar sedikit

berkurang setelah 72 jam pada suhu 4 °C dan menurun pada hari ke 14 dalam suhu 2 °C.¹⁰ Penelitian lain yang sejalan menunjukkan Total kapasitas antioksidan (TAC) ASI perah yang dinilai pada 0 jam suhu kamar, pada 48 jam, dan 7 hari setelah pendinginan (4 °C), hasil ditemukan bahwa TAC berkurang seiring dengan lama penyimpanan suhu dingin 4 °C.¹¹

Suhu dingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 °C. Kandungan antioksidan ASI sebelum disimpan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan ASI penyimpanan suhu *refrigerator* 2 °C selama 7 hari. Penyimpanan suhu dingin biasanya merupakan suatu cara pengawetan yang sering digunakan, efeknya sangat kecil sekali terhadap kualitas bahan pangan secara keseluruhan. Sehingga pengawetan di dalam lemari es sangat baik untuk memperpanjang kesegaran atau masa simpan ASI. Penyimpanan suhu dingin merupakan cara penyimpanan pada suhu sedikit diatas titik beku air, yang merupakan cara umum bagi pengawetan makanan dan bersifat sementara.

Kisaran suhu pendinginan atau refrigerasi yang digunakan biasanya antara 1 °C sampai 4 °C. Pada suhu tersebut pertumbuhan bakteri dan proses biokimia akan terhambat sehingga perubahan yang terjadi pada produk yang disimpan dapat diminimalisir atau

diperlambat. Pendinginan mempunyai pengaruh yang kecil terhadap perubahan mutu bahan pangan secara keseluruhan. Namun pendinginan hanya dapat mengawetkan bahan pangan selama beberapa hari atau beberapa minggu, tergantung kepada jenis bahan pangannya.

2. Perbandingan antioksidan pada ASI segar dengan ASI yang disimpan dalam dalam suhu *freezer* -16 °C selama 14, 30, dan 60 hari

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI segar dengan ASI yang disimpan pada suhu *freezer* -16 °C dengan lama penyimpanan 14, 30, dan 60 hari. Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai IC₅₀ ASI yang disimpan pada suhu *freezer* -16 °C selama 14 hari, 30 hari, dan 60, semakin lama ASI disimpan maka semakin menurun antioksidannya. Berdasarkan uji antioksidan dalam penelitian ini dimana suhu beku yang digunakan adalah -16 °C dengan lama penyimpanan 14, 30, dan 60 hari merekomendasikan bahwa suhu tersebut aman untuk antioksidan ASI karena IC₅₀ ASI meskipun mengalami peningkatan tetapi masih nilai ini tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan ASI tanpa proses penyimpanan.

Penelitian sebelumnya dimana ASI yang disimpan pada suhu *freezer* -80 °C

menunjukkan bahwa penyimpanan ASI pada suhu beku -80°C selama 2 bulan tidak menjadi kondisi optimal untuk mempertahankan kapasitas antioksidan ASI.¹² Penelitian lain tentang efek dari penyimpanan pada suhu -8°C dalam menjaga kapasitas antioksidan kolostrum didapatkan hasil bahwa TAC (*Total Antioxidan Capacity*) dan status oksidasi kolostrum tidak berubah dengan menyimpan di suhu -8°C selama 3 bulan.¹³

Hasil penelitian pada aktivitas *glutathione peroksidase* dan konsentrasi *malondialdehyde* ASI ketika disimpan pada suhu beku, dimana membandingkan efek dari 2 suhu (-20°C dan -80°C) dan waktu penyimpanan yang berbeda (15, 30, dan 60 hari). Hasilnya menunjukkan bahwa pembekuan dari kedua suhu tersebut menurunkan antioksidan dalam ASI dan penurunan tersebut terus menurun seiring dengan lamanya penyimpanan pada kedua suhu, dari kedua perlakuan suhu tersebut antioksidan ASI lebih baik pada suhu -80°C dibandingkan penyimpanan pada suhu -20°C .¹⁴ Marinkovic *et al.* (2016) dalam penelitiannya menemukan penurunan antioksidan non enzimatis *superoksida dismutase* pada suhu beku -20°C lama penyimpanan 30 hari.¹⁵

Dalam penelitian ini suhu yang digunakan adalah suhu dingin 2°C dan

suhu beku -16°C , sejalan dengan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhunya penyimpanan yang digunakan baik untuk mempertahankan senyawa antioksidan, karena dalam suhu beku tidak mudah mengalami oksidasi jika dibandingkan suhu dingin. Didukung oleh penelitian bahwa ASI ketika mengalami penyimpanan, pembekuan, dan proses pencairan, menunjukkan penurunan kadar lemak (hingga 9% pengurangan) dalam berbagai wadah. Lebih baik untuk bayi untuk menerima ASI langsung dari ibu melalui payudara.¹⁶

3. Perbandingan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu *refrigerator* 2°C selama 7 hari dengan ASI yang disimpan dalam suhu *freezer* -16°C selama 14, 30, dan 60 hari

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu *refrigerator* 2°C selama 7 hari dengan ASI yang disimpan dalam suhu *freezer* -16°C selama 14, 30, dan 60 hari. Penelitian ini menunjukkan bahwa IC_{50} ASI yang disimpan pada suhu *refrigerator* 2°C selama 7 hari terjadi penurunan nilai IC_{50} dibandingkan ASI pada suhu *freezer* -16°C lama penyimpanan hari 14 hari, 30 hari, dan 60 hari. Selain itu penelitian ini juga menunjukkan bahwa ASI yang disimpan

pada suhu *freezer* -16°C selama 14, 30, dan 60 hari lebih baik antioksidannya dibandingkan dengan suhu *refrigerator* 2°C selama 7 hari. Meskipun dengan mendinginkan dan membekukan dapat memperpanjang umur penyimpanan ASI tetapi cara ini juga bisa berpengaruh terhadap antioksidan ASI jika tidak diperhatikan suhu penyimpanan dan lama penyimpanannya.

Pada penelitian ini suhu *refrigerator* 2°C lebih tinggi daripada suhu *freezer* -16°C sehingga antioksidan dalam ASI yang disimpan dalam suhu *refrigerator* lebih mudah mengalami oksidasi dibandingkan dengan ASI yang disimpan dalam suhu *freezer*. Hasil penelitian ini penyimpanan ASI pada suhu *refrigerator* 2°C lebih sering dibuka sehingga memungkinkan sampel ASI terpapar oksigen lebih banyak dibandingkan penyimpanan ASI di suhu *freezer* -16°C karena paparan udara pada *refrigerator* 2°C lebih terbuka dibandingkan *freezer* -16°C .

Penelitian lain yang sejalan di mana hasil yang didapatkan adalah suhu penyimpanan (suhu ruang, suhu dingin, dan suhu beku) berpengaruh secara signifikan terhadap kadar taurin ASI dengan $p=0,000$ dan lama waktu penyimpanan (0 jam, 24 jam, 2 minggu, 4 minggu) memberikan efek terhadap kadar taurin ASI dengan $p=0,000$. Sehingga sama halnya dengan

penelitian ini yang melihat pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap objek yang berbeda yaitu antioksidan ASI bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin baik untuk mempertahankan antioksidan ASI, semakin lama waktu penyimpanan maka semakin menurun antioksidan dalam ASI.¹⁷

Total Kapasitas Antioksidan (TAC) ASI perah yang dinilai pada 0 jam suhu kamar, pada 48 jam, dan 7 hari pasca pendinginan (4°C), dan pembekuan (-8°C) masing-masing menggunakan metode *phosphomolybdenum*. Hasil ditemukan bahwa TAC berkurang seiring dengan lama penyimpanan dan setelah mengalami pendinginan dan pembekuan.¹¹ ASI tanpa perlakuan penyimpanan memiliki kadar asam lemak sebanyak 29,12%. Sedangkan ASI yang disimpan di dalam suhu *freezer* (-2°C) dan suhu *refrigerator* (7°C) pada kulkas satu pintu selama 1 minggu memiliki kadar asam lemak omega-3 berturut-turut sebesar 28,24% dan 16,43%. Penurunan kadar asam lemak omega-3 pada sampel ASI menunjukkan bahwa suhu penyimpanan mempengaruhi kerusakan asam lemak omega-3 pada ASI.¹⁸

Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan bahwa suhu penyimpanan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap antioksidan ASI. Meskipun

terjadi penurunan antioksidan tetapi ASI masih memiliki antioksidan hal ini dapat dilihat dari parameter nilai IC_{50} nya masih memiliki antioksidan karena lebih kecil dari 50% *Inhibitory Concentration* meskipun telah disimpan pada suhu dan lama penyimpanan, dalam hal ini ASI terkait suhu dan lama penyimpanan tersebut masih bisa diberikan kepada bayi mengingat antioksidan dalam ASI sangat dibutuhkan oleh bayi untuk mencegah stres oksidatif karena makanan utama bagi bayi adalah ASI. Hasil penelitian ini merekomendasikan untuk penyimpanan dalam waktu lama sebaiknya ASI disimpan dalam suhu beku atau *freezer* karena penurunan antioksidan yang terjadi selama penyimpanan suhu *freezer* tidak sebesar perubahan yang terjadi pada suhu dingin atau *refrigerator*.

4. Perbandingan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu *freezer* -16 °C dengan lama penyimpanan 14 hari, 30 hari, dan 60 hari

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antioksidan pada ASI yang disimpan dalam suhu *freezer* -16 °C selama 14 hari, 30 hari dengan 60 hari. Penelitian ini menunjukkan bahwa pada suhu yang sama dengan lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh terhadap antioksidan ASI. ASI yang disimpan dalam suhu *freezer* 14 hari, 30 hari, dan

60 hari terjadi peningkatan nilai IC_{50} dengan selisih yang relatif kecil. Lama penyimpanan mempengaruhi antioksidan ASI, meningkatnya IC_{50} dalam ASI menunjukkan adanya penurunan antioksidan oleh pengaruh lama penyimpanan.

Penelitian ini penyimpanan ASI pada suhu beku *freezer* -16 °C dengan lama penyimpanan 14, 30, dan 60 hari berpengaruh terhadap penurunan antioksidan ASI. Penyimpanan ASI yang lebih lama dalam suhu *freezer* -16 °C mulai dari hari ke 14, 30, dan 60 hari memungkinkan ASI lebih lama mengalami tekanan oksidasi, lama penyimpanan ASI menyebabkan laju oksidasi meningkat. Meningkatnya laju oksidasi menyebabkan antioksidan dalam ASI yang disimpan menjadi menurun dibandingkan dengan ASI yang disimpan lebih cepat.

Sejalan dengan penelitian lainnya dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ada pengaruh lama penyimpanan ASI 0 hari, 4 hari, 8 hari, dan 12 hari pada suhu -15 °C terhadap kualitas ASI. Penelitian lain tentang pengaruh lama penyimpanan dengan objek penelitian yang berbeda yaitu kerusakan asam lemak omega-3 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh suhu *freezer* 0 °C dengan lama penyimpanan 0 hari, 7 hari, dan 30 hari terhadap kerusakan asam lemak omega-3 pada ASI.¹⁸

Penelitian yang sejalan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh secara signifikan terhadap kadar taurin dengan $p=0,000$ dan lama waktu penyimpanan berpengaruh secara signifikan terhadap kadar taurin dengan $p=0,000$. Sehingga semakin lama waktu penyimpanan maka semakin menurun kadar taurin pada ASI dan semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin menurun kadar taurin pada ASI.¹⁷ Penelitian lain untuk faktor kekebalan menunjukkan bahwa penyimpanan selama 6 bulan pada suhu beku -20°C dan -80°C tidak mempengaruhi konsentrasi faktor aktif kekebalan dalam ASI.¹⁹ ASI perah dapat dipertahankan kualitasnya dengan disimpan dalam lemari es atau dalam *freezer* dan dapat diukur secara kimia, fisik, maupun mikrobiologinya. Langkah-langkah atau cara yang bisa digunakan untuk memperpanjang masa penyimpanan ASI dapat diberi perlakuan dengan pasteurisasi, pendinginan, pembekuan, dan pemanasan.²⁰

Penelitian lain dengan suhu yang berbeda dan kandungan ASI yang berbeda bahwa ASI yang disimpan dalam *freezer* dan dikeringkan dengan waktu yang berbeda hingga maksimal 3 bulan, pada suhu 4°C dan 40°C . Bahwa jumlah konsentrasi asam askorbat secara signifikan menurun pada kedua suhu, sedangkan kapasitas antioksidan hanya menurun pada suhu 40°C . Asam

lemak, γ -tokoferol, dan δ -tokoferol tetap tidak berubah.²¹ Pembekuan penyimpanan ASI pada suhu -80°C selama dua bulan tidak menjadi kondisi optimal untuk mempertahankan kapasitas antioksidan ASI.¹²

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan antioksidan pada ASI segar 0 hari (suhu ruang) dengan ASI yang telah mengalami perlakuan suhu dingin dalam *refrigerator* 2°C lama penyimpanan 7 hari dan suhu beku dalam *freezer* -16°C lama penyimpanan 14, 30, dan 60 hari. Senyawa antioksidan ASI lebih baik disimpan pada suhu *freezer* -16°C dibandingkan pada suhu *refrigerator* 2°C . Semakin lama ASI disimpan semakin menurun antioksidannya. ASI yang akan disimpan dalam waktu yang lama sebaiknya disimpan dalam suhu beku (*freezer*) karena penyimpanan dalam suhu ini baik untuk antioksidan dalam ASI karena ASI disimpan dalam suhu beku atau *freezer* penurunan antioksidannya tidak sebesar perubahan yang terjadi pada suhu dingin (*refrigerator*). Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh suhu *refrigerator* dibawah 7 hari dan suhu *freezer* jangka panjang dengan suhu yang berbeda dari penelitian ini. Perlu dilakukan penelitian lanjutan spesifik untuk antioksidan yang terkandung dalam ASI.

TERIMA KASIH

1. Kemenristekdikti Republik Indonesia

2. Akademi Kebidanan Palu Sulawesi Tengah, email: akbidpalu.ac.id.

KEPUSTAKAAN

1. Organization, U. N. C. F. and W. H. Guideline: updates on HIV and infant feeding: the duration of breastfeeding, and support from health services to improve feeding practices among mothers living with HIV. *Geneva World Heal. Organ.* (2016).
2. Kemenkes RI. *Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019. Kementerian Kesehatan RI* (2015).
3. Buonocore, G., Perrone, S. & Tataranno, M. L. Oxidative stress in the newborn. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017, 2–4 (2017).
4. Perrone, S. *et al.* Effects of lutein on oxidative stress in the term newborn: A pilot study. *Neonatology* 97, 36–40 (2009).
5. Perrone, S., Tataranno, M. L., Stazzoni, G. & Buonocore, G. Biomarkers of oxidative stress in fetal and neonatal diseases. *J. Matern. Neonatal Med.* 25, 2575–2578 (2012).
6. Yao, L., Friel, J. K., Suh, M. & Diehl-Jones, W. L. Antioxidant properties of breast milk in a novel in vitro digestion/enterocyte model. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 50, 670–676 (2010).
7. Oveisi, M. R. *et al.* Human breast milk provides better antioxidant capacity than infant formula. *Iran. J. Pharm. Res.* 9, 445–449 (2010).
8. Yuksel, S., Yigit, A. A., Cinar, M., Atmaca, N. & Onaran, Y. Oxidant and antioxidant status of human breast milk during lactation period. *Dairy Sci. Technol.* 95, 295–302 (2015).
9. Molyneux, P. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol.* 26, 211–219 (2004).
10. Aksu, T. *et al.* The effects of breast milk storage and freezing procedure on interleukine-10 levels and total antioxidant activity. *J. Matern. Neonatal Med.* 28, 1799–1802 (2015).
11. Xavier, A. M., Rai, K. & Hegde, A. M. Total antioxidant concentrations of breastmilk-an eye-opener to the negligent. *J. Heal. Popul. Nutr.* 29, 605–611 (2011).
12. Sari, F. N. *et al.* Antioxidant capacity of fresh and stored breast milk: Is -80°C optimal temperature for freeze storage. *J. Matern. Neonatal Med.* 25, 777–782 (2012).
13. Akdag, A. *et al.* Storage at -80°C Preserves the Antioxidant Capacity of Preterm Human Milk. *J. Clin. Lab. Anal.* 28, 415–418 (2014).
14. Silvestre, D. *et al.* Frozen breast milk at -20°C and -80°C: A longitudinal study of glutathione peroxidase activity and malondialdehyde concentration. *J. Hum. Lact.* 26, 35–41 (2010).
15. Marinković, V. *et al.* Antioxidative activity of colostrum and human milk: Effects of pasteurization and storage. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 62, 901–906 (2016).
16. Chang, Y. C., Chen, C. H. & Lin, M. C. The macronutrients in human milk change after storage in various containers. *Pediatr. Neonatol.* 53, 205–209 (2012).
17. Ruhana, A., Istiqomah, N. N. & Prijadi, B. Pengaruh Waktu dan Suhu persiapan Terhadap Kadar Asam Amino Taurin pada ASI. *Indones. J. Hum. Nutr.* 3, 60–68 (2016).
18. Aryani, F. S. U. S. T. Jurnal Keperawatan Intan Husada, Vol.4 No.1, Januari 2017 1. *Stud. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Asam Lemak Omega-3 Pada Air Susu Ibu* 4, 1–10 (2017).
19. Ramírez-Santana, C. *et al.* Effects of cooling and freezing storage on the stability of bioactive factors in human colostrum. *J. Dairy Sci.* 95, 2319–2325 (2012).
20. Chang, J. C. *et al.* Influence of prolonged storage process, pasteurization, and heat treatment on biologically-active human milk proteins. *Pediatr. Neonatol.* 54, 360–366 (2013).
21. Lozano, B., Castellote, A. I., Montes, R. & López-Sabater, M. C. Vitamins,

fatty acids, and antioxidant capacity stability during storage of freeze-dried human milk. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 65, 703–707 (2014).