



UJI ANTIFUNGAL SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWA TERHADAP PERTUMBUHAN *CANDIDA ALBICANS* BERDASARKAN PERUBAHAN SUHU DAN LAMA PEMANASAN

ANTIFUNGAL TEST OF PERANAKAN ETAWA GOAT'S MILK ON THE GROWTH OF *Candida albicans* BASED ON TEMPERATURE CHANGES AND DURATION OF HEATING

Zaki Mubarak, Khairina

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Syiah Kuala

Abstrak

Prevalensi infeksi fungal oportunistik semakin meningkat terutama kandidiasis oral yang disebabkan oleh *Candida albicans*. Salah satu alternatif pengobatan antifungal yang bersumber dari hewani adalah susu kambing. Secara umum susu yang digunakan sebagai bahan aktif antifungal terlebih dahulu dilakukan pasteurisasi, baik *Low Temperature Long Time* (LTLT) maupun *High Temperature Short Time* (HTST). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek antifungal susu kambing Peranakan Etawa terhadap pertumbuhan *Candida albicans* berdasarkan perubahan suhu dan lama pemanasan. Penelitian ini menggunakan metode *Standard Plate Count* (SPC) dengan 4 kelompok perlakuan, yaitu K1 susu pasteurisasi LTLT, K2 susu pasteurisasi HTST, K3 kontrol positif, K4 kontrol negatif dengan 3 kali pengulangan. Hasil penelitian ini menunjukkan jumlah rata-rata koloni *Candida albicans* pada pengenceran 10^{-3} dengan perlakuan susu pasteurisasi LTLT adalah $14,33 \times 10^3$ CFU/mL, pada susu pasteurisasi HTST 21×10^3 CFU/mL, pada kontrol positif $5,67 \times 10^3$ CFU/mL, sedangkan pada kontrol negatif 29×10^3 CFU/mL. Data hasil perhitungan dianalisis dengan ANOVA dengan $\alpha=0,05$ dan dilanjutkan dengan Least Significance Difference (LSD). Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa susu kambing Peranakan Etawa dengan pasteurisasi HTST dan LTLT dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, namun antara kelompok susu pasteurisasi LTLT dan HTST tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna.

Kata kunci : Antifungal, *Candida albicans*, susu kambing.

Abstract

Prevalence of opportunistic fungal infection has been increasing especially oral candidiasis that caused by *Candida albicans*. One of antifungal pharmacologic alternative from animal resource is goat's milk. Commonly, the milk that tends to be used as an antifungal active substance was first pasteurized, neither LTLT or HTST. This research aims to know antifungal effect of Peranakan Etawa goat's milk on the growth of *Candida albicans* based on temperature changes and duration of heating. It performed with *Standard Plate Count* (SPC) method with 4 treatment groups, LTLT pasteurized milk (K1), HTST pasteurized milk (K2), positive control (K3), negative control (K4) 3 times replications. The result showed that rate of *Candida albicans* colonies on 10^{-3} dilution with treatment of LTLT pasteurized milk were $14,33 \times 10^3$ CFU/mL, HTST pasteurized milk were 21×10^3 CFU/mL, positive control were $5,67 \times 10^3$ CFU/mL, and negative control were 29×10^3 CFU/mL. Data from result measurement analyzed by ANOVA with $\alpha=0,05$ and continued by Least Significance Difference (LSD) post hoc test. Based on data, it can be concluded that Peranakan Etawa goat's milk with HTST and LTLT method inhibit *Candida albicans* growth, but there is no significant difference between LTLT and HTST pasteurized milk.

Keyword : Antifungal, *Candida albicans*, goat's milk

PENDAHULUAN

Kandidiasis merupakan infeksi jamur oportunistik yang umum terjadi pada rongga mulut. Penyakit ini disebabkan oleh pertumbuhan *Candida albicans* yang merupakan jamur dimorfik yang dapat bersifat komensal dan patogen pada manusia. Jamur ini bersifat komensal pada kondisi imunokompeten dan mukosa dalam keadaan baik, sedangkan pada kondisi sebaliknya dapat bersifat patogen yang oportunistik.¹

Kandidiasis oral umumnya ditemukan pada pasien usia lanjut, khususnya yang memakai gigi tiruan. Infeksi tersebut dapat merupakan manifestasi dari penyakit sistemik seperti diabetes melitus dan merupakan masalah yang umum terjadi pada pasien-pasien imunokompromis. Efek dari kandidiasis menimbulkan ketidaknyamanan pada rongga mulut seperti perubahan sensasi pengecap dan disfagia akibat pertumbuhan *Candida* esofageal yang dapat berpengaruh kepada asupan nutrisi.²

Berbagai upaya telah dilakukan untuk pengobatan kandidiasis oral seperti pemberian antifungal baik secara topikal maupun sistemik. Penggunaan obat antifungal seperti flukonazol dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan resistensi.^{2,3} Biofilm *C. albicans* sangat resisten terhadap delapan senyawa antifungal diantaranya, flukonazol, ketokonazol, amfoterisin B, klotrimazol, mikonazol, asam zaragozic B, terbinafin, dan serulenin dalam kondisi pertumbuhan anaerob. Penelitian lainnya menunjukkan *C. albicans* yang tumbuh dalam biofilm menunjukkan resistensi terhadap klorheksidin, amfoterisin B, flukonazol, dan nistatin.⁴

Resistensi jamur terhadap obat-obatan antifungal menciptakan suatu pendekatan terbaru untuk terapi antimikrobial dengan menggunakan bahan alami dari hewan seperti aplikasi kuning telur dan susu untuk terapi penyakit infeksi mikroba pada rongga mulut. Selain susu sapi, susu kambing sangat potensial digunakan sebagai antimikrobial maupun antifungal juga mengandung beberapa bahan aktif seperti lemak, kalsium, fosfor, magnesium, kalium dan protein susu.⁷ Protein susu kambing terdiri dari sekitar 80% kasein dan 20% *whey protein*. *Whey protein* terdiri dari -laktoglobulin, -laktalbumin, immunoglobulin (Ig) G, IgA, IgM, glikomakropeptida, serum albumin, dan

protein minor seperti laktoferin, laktoperoksidase, dan lisozim.⁵

Telah dilaporkan bahwa laktoferin memiliki aktivitas antifungal dimana laktoferin mampu membunuh spesies *Candida* dengan cara merubah permeabilitas permukaan sel seperti halnya pada bakteri.⁶ Laktoperosidase juga merupakan salah satu enzim yang banyak terdapat dalam susu yang memiliki efek antimikrobial serta antioksidan. Susu kambing mengandung laktoperosidase yang mampu menghambat spesies jamur yang berbeda seperti *Candida parapsilosis*, *Candida glabrata*, dan *Saccharomyces boulardii*.⁷

Protein lainnya yang terkandung dalam susu yaitu immunoglobulin dan lisozim juga memiliki efek antimikrobial. Immunoglobulin merupakan antibodi yang disintesis oleh mamalia sebagai respon terhadap antigen atau stimulus imunogenik dan proteksi terhadap infeksi mikrobial, sedangkan lisozim merupakan protein dasar yang berperan secara tidak langsung terhadap penghancuran produk dari kitin pada dinding sel jamur.^{8,9}

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui uji antifungal susu kambing Peranakan Etawa terhadap pertumbuhan *C. albicans* dengan perlakuan suhu dan lama pemanasan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Alat dan bahan disterilkan terlebih dahulu sebelum dipakai. Pembuatan *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) dilakukan dengan mencampurkan powder dan aquades sesuai takaran yang ditentukan dan dipanaskan hingga larut kemudian disterilkan dan dituang ke dalam cawan petri. SDA yang telah memadat dibalik dan diinkubasi selama 24 jam.¹⁰

Selanjutnya dilakukan kultur dan identifikasi *C. albicans* dengan uji fermentasi perbenihan karbohidrat dan pewarnaan gram. Spesies *C. albicans* memperlihatkan hasil reaksi fermentasi berupa gas pada glukosa dan maltosa, sedangkan pada medium laktosa dan sukrosa hasil fermentasinya tidak menghasilkan gas.¹¹ Pewarnaan gram dilakukan dengan cara membuat preparat ulasan (*smear*) yang telah difiksasi dengan *C. albicans*. Preparat yang telah kering diamati di bawah mikroskop dan *C. albicans* akan tampak berwarna ungu.¹²

Selanjutnya susu di pasteurisasi dalam labu Erlenmeyer sebanyak 100 mL. Kelompok perlakuan susu dibagi menjadi dua, yaitu susu dengan metode pasteurisasi LTLT dan HTST. Pasteurisasi dilakukan dengan menggunakan *waterbath*.¹³ Susu yang telah dipasteurisasi akan diuji kualitasnya yang meliputi uji kadar protein yang melalui tahap destruksi, distilasi, dan titrasi, serta pengujian kadar keasaman susu dengan menggunakan pH-meter dan disesuaikan dengan ketentuan SNI.

Kemudian pembuatan suspensi koloni *C. albicans* diambil dengan jarum ose kemudian dimasukkan ke dalam media cair NaCl 5 mL dan dihomogenkan dengan vorteks. Kekeruhan sel dihitung menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 530 nm dengan nilai absorbansi 0,5-0,6.¹⁴ Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat untuk mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Digunakan perbandingan 1:9 untuk sampel pada pengenceran pertama dan selanjutnya, sehingga pengenceran berikutnya mengandung 1/10 sel mikroorganisme dari pengenceran sebelumnya. Cara kerjanya yaitu dari tabung yang sudah diukur dengan spektrofotometer diambil 1 mL lalu dicampur dengan larutan NaCl 9 mL (tabung A) dan dihomogenkan. Dari tabung A diambil 1 mL dicampur dengan 9 mL NaCl (tabung B) kemudian dihomogenkan, dan begitu seterusnya hingga tabung F. Jamur ditabung F merupakan jamur hasil pengenceran 10^{-6} inilah yang akan digunakan.^{10,15}

Uji antifungal dilakukan dengan menyiapkan 12 tabung reaksi dibagi menjadi 4 kelompok dan ditandai sesuai dengan perlakuan yang diberikan, sehingga masing-masing kelompok terdiri atas 3 tabung. Setiap tabung diisi NB sebanyak 1 mL. Kelompok perlakuan terdiri dari Kelompok 1 (K1) dan Kelompok 2 (K2). Kemudian K1 diisi susu kambing PE yang telah dipasteurisasi dengan metode LTLT sebanyak 3,5 mL, sedangkan tabung K2 diisi susu kambing PE yang telah dipasteurisasi dengan metode HTST sebanyak 3,5 mL. Kelompok 3 (K3) merupakan kelompok kontrol positif dengan menggunakan nistatin yang dimasukkan ke dalam tabung sebanyak 3,5 mL. Kelompok 4 (K4) merupakan kelompok kontrol negatif dengan menggunakan aquades yang dimasukkan ke dalam tabung sebanyak 3,5 mL. Setiap tabung diberi 0,5 mL suspensi *C.*

albicans. Selanjutnya dari masing-masing tabung diambil 0,1 mL suspensi *C. albicans* menggunakan pipet *ependorf* dan ditetaskan pada cawan petri. kemudian diratakan dengan metode sebar menggunakan *hockey stick*. Inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C pada media SDA. Setelah 24 jam dilakukan pengamatan dengan cara menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada media SDA dengan menggunakan *Colony counter*.

Analisis data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan ANOVA untuk menguji apakah terdapat pengaruh pada kelompok perlakuan.

HASIL

Hasil kultur *C. albicans* yang tumbuh pada media SDA setelah diinkubasi selama 24-72 jam pada suhu 37°C diperoleh koloni dengan morfologi bulat, permukaan cembung, berwarna putih krem, dan berbau ragi. Morfologi koloni *C. albicans* yang tumbuh pada media SDA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil kultur *Candida albicans* pada media SDA

Hasil pewarnaan Gram pada *C. albicans* menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 10x100 memperlihatkan warna ungu dengan bentuk sel yang lonjong. Hasil pewarnaan Gram *C. albicans* dapat dilihat pada Gambar 2.



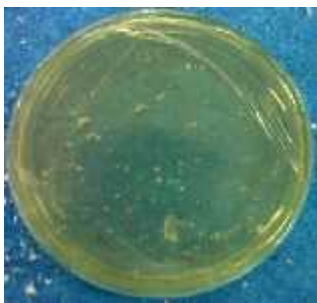
Gambar 2. Hasil pewarnaan Gram *C. Albicans*

Hasil uji fermentasi perbenihan karbohidrat (glukosa, sukrosa, maltosa, dan laktosa) *C. albicans* menunjukkan perubahan warna dari hijau pekat menjadi kuning dan adanya pembentukan gas pada medium maltosa dan glukosa yang tampak sebagai ruang kosong, sedangkan pada medium sukrosa dan laktosa tidak terlihat adanya ruang kosong sebagai indikasi adanya pembentukan gas. Hasil uji fermentasi perbenihan karbohidrat pada glukosa, sukrosa, maltosa, dan laktosa dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji fermentasi *C. albicans*

Kepekatan suspensi *C. albicans* diukur dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 530 nm dan menghasilkan nilai absorbansi 0,5-0,6. Hasil pengenceran suspensi *C. albicans* dengan metode serial dilusi yang didapatkan adalah pengenceran 1/1000 dengan jumlah koloni 85 yang tumbuh pada media SDA. Hasil serial dilusi dapat dilihat pada Gambar 4.

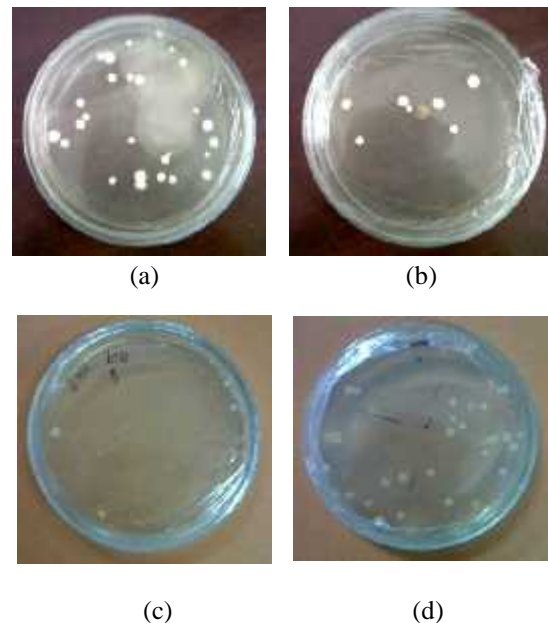


Gambar 4. Hasil serial dilusi dengan pengenceran 1/1000

Pasteurisasi susu kambing dilakukan dengan metode *High Temperature Short Time* (HTST) pada suhu 72°C selama 15 detik dan *Low Temperature Long Time* (LTLT) dengan suhu 63°C selama 30 menit menggunakan *water bath*. Susu pasteurisasi LTLT dan HTST dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH-meter dan kadar protein menurut Kjeldahl. Hasil pengukuran pH susu pasteurisasi LTLT adalah 5,621, sedangkan

susu pasteurisasi HTST adalah 5,552. Hasil uji kadar protein susu didapatkan melalui tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Kadar protein yang telah diuji pada susu pasteurisasi LTLT adalah 4,28%, sedangkan kadar protein pada susu pasteurisasi HTST adalah 5,71%.

Pengujian suspensi *C. albicans* dengan nilai absorbansi 0,517 yang telah dicampur dengan susu kambing Peranakan Etawa dan *Nutrien broth* ditanam pada media SDA menunjukkan adanya pertumbuhan koloni *C. albicans*. Uji pengaruh pertumbuhan koloni *C. albicans* yang ditanam pada media selektif SDA dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap kelompok perlakuan. Jumlah rata-rata pertumbuhan koloni *C. albicans* dari hasil uji antifungal susu kambing Peranakan Etawa terhadap pertumbuhan *C. albicans* pada media SDA yaitu pada susu pasteurisasi HTST adalah 21×10^3 CFU/mL, sedangkan pada susu pasteurisasi LTLT adalah $14,33 \times 10^3$ CFU/mL. Pada kelompok kontrol positif, jumlah koloni *C. albicans* yang tumbuh adalah $5,67 \times 10^3$ CFU/mL, sedangkan pada kelompok kontrol negatif, jumlah koloni *C. albicans* yang tumbuh adalah 29×10^3 CFU/mL. Pertumbuhan koloni *C. albicans* pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil perlakuan (a) kelompok perlakuan dengan susu pasteurisasi HTST, (b) kelompok perlakuan dengan susu pasteurisasi LTLT, (c) kelompok kontrol positif, (d) kelompok kontrol negatif.

Nilai rata-rata dari hasil perhitungan koloni *C. albicans* pada setiap perlakuan dengan tiga kali pengulangan dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa pertumbuhan *C. albicans* yang dipapar dengan susu pasteurisasi LTLT lebih sedikit daripada yang dipapar dengan susu pasteurisasi HTST.

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan koloni *C. albicans* pada media SDA setelah diuji dengan susu pasteurisasi HTST dan LTLT.

No.	Kelompok Perlakuan dan Kontrol	Pertumbuhan koloni			Rata-rata Pertumbuhan Koloni/10 ⁻³ (CFU/mL)
		P I	P II	P III	
1	Susu pasteurisasi HTST	17	26	20	21 x 10 ³
2	Susu pasteurisasi LTLT	23	13	7	14,33 x 10 ³
3	Kontrol positif	6	4	7	5,67 x 10 ³
4	Kontrol negatif	18	36	33	29 x 10 ³

Berdasarkan hasil uji kenormalan data didapatkan semua kelompok perlakuan memiliki distribusi data yang normal ($p > 0,05$). Hasil uji *Levene test* menunjukkan variasi data sama atau homogen ($p > 0,05$). Analisis data dengan menggunakan Anova terhadap pertumbuhan koloni *C. albicans* menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 6,486 lebih besar dari F_{tabel} yang bernilai 4,07 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pada susu kambing Peranakan Etawa baik yang dipasteurisasi dengan metode HTST maupun LTLT dalam menghambat pertumbuhan koloni *C. albicans*.

Uji lanjut menggunakan *Least Significance Difference* (LSD) menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok HTST dan LTLT, tetapi LTLT memiliki perbedaan yang bermakna terhadap kontrol negatif.

PEMBAHASAN

C. albicans merupakan jamur non filamentosa, uniseluler, berbentuk bulat atau oval, berukuran 3-6 μm , dan dapat tumbuh dengan cara fakultatif anaerobik. Inkubasi *C. albicans* di media *Sabouraud Dextrose Agar* pada suhu 37°C selama 24-72 jam akan menghasilkan koloni halus berbentuk bulat

berwarna krem dengan aroma ragi yang khas.^{12,16} Hasil identifikasi *C. albicans* dengan pewarnaan Gram menunjukkan bahwa jamur ini merupakan jamur Gram positif berbentuk oval dan berwarna ungu. Sediaan memperlihatkan adanya septasi-septasi diantara sel. Jamur Gram positif terlihat berwarna ungu karena kristal violet berikatan dengan peptidoglikan pada dinding sel. Penambahan iodine menyebabkan kompleks ikatan antara kristal violet-iodine pada sitoplasma dan dinding sel. Saat dekolonisasi dilakukan, bagian terluar lapisan polisakarida terlarut dan kristal violet keluar dari sel sehingga sel menjadi bersih tidak berwarna. Safranin akan masuk ke dalam sel Gram negatif, sedangkan pada sel Gram positif dengan lapisan yang lebih tebal dan kompleks, maka akan mempertahankan kompleks kristal violet-iodine dan tetap berwarna ungu.^{12,14}

Dalam suasana anaerob hasil fermentasi *C. albicans* berupa asam laktat atau etanol dan CO₂. Proses akhir fermentasi anaerob menghasilkan persediaan bahan bakar yang diperlukan untuk proses oksidasi dan pernapasan. Karbohidrat digunakan sebagai sumber karbon maupun sumber energi untuk melakukan pertumbuhan sel. Pada proses fermentasi *C. albicans* menunjukkan hasil terbentuknya gas yang terperangkap di dalam tabung Durham dan asam pada glukosa dan maltosa yang ditandai dengan perubahan warna dari hijau pekat menjadi kuning, terbentuknya asam pada sukrosa dan tidak terbentuknya asam serta gas pada laktosa.^{11,17}

Susu kambing mengandung kadar protein lebih tinggi dibandingkan dengan susu sapi. Protein minor pada susu kambing yang berperan sebagai zat antimikrobal meliputi laktoferin, laktoperoksidase, imunoglobulin, dan lisozim.¹⁸ Uji kualitas susu pasteurisasi LTLT dan susu pasteurisasi HTST hanya dilakukan uji kadar protein dan pengukuran pH karena kadar protein susu berfungsi sebagai zat antifungal dan sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan pH.^{19,20,21} Pasteurisasi susu dilakukan dengan metode *Low Temperature Long Time* (LTLT) pada suhu 63°C selama 30 menit dan metode *High Temperature Short Time* (HTST) pada suhu 72°C selama minimum 15 detik.^{13,22,23} Hasil uji kadar protein antara susu pasteurisasi LTLT dengan HTST menunjukkan bahwa kadar protein susu pasteurisasi LTLT lebih rendah daripada susu pasteurisasi HTST. Menurut

penelitian lain yang dilakukan oleh Abubakar dkk menunjukkan bahwa kadar protein pada lama penyimpanan berbeda nyata, namun tidak nyata pada suhu pasteurisasi. Pada penelitian tersebut perbedaan kadar protein antara susu pasteurisasi LTLT dan HTST adalah 0,0334%.¹³

Selain itu, pada pengukuran pH menunjukkan bahwa pH susu pasteurisasi LTLT sedikit lebih tinggi dibandingkan susu pasteurisasi HTST. Nilai pH pada susu pasteurisasi LTLT dan HTST tidak berbeda nyata karena proses pasteurisasi tidak terlalu mempengaruhi pH. Sama halnya dengan kadar protein, pH susu lebih dipengaruhi oleh lama penyimpanan susu dibandingkan dengan pasteurisasi karena adanya perkembangan bakteri di dalam susu yang menguraikan laktosa menjadi asam laktat.^{24,25} pH susu yang terlalu rendah ataupun terlalu tinggi dapat menyebabkan menurunnya keefektifan dan stabilitas zat antimikroba dalam protein susu. Protein pada susu seperti kasein bersifat amfoter dimana salah satu titik isoelektriknya berada pada pH 5,8. pH juga berkaitan dengan penggumpalan dan pengendapan susu, apabila pH susu rendah akan menyebabkan susu menggumpal dan pengendapan susu oleh asam terjadi pada pH 4-6.²⁶ Protein yang menggumpal menunjukkan salah satu ciri fisik dari terdenaturasinya protein. Denaturasi bisa terjadi karena beberapa perlakuan, meliputi panas, pH, dan bahan kimia. Denaturasi merupakan suatu proses pemecahan ikatan hidrogen. Putusnya ikatan hidrogen berpengaruh terhadap ion H⁺ yang bisa bereaksi dengan gugus COO⁻ untuk membentuk COOH yang bisa mempengaruhi pH susu.²⁷

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan rata-rata jumlah koloni *C. albicans* pada media SDA yang dipapar dengan susu pasteurisasi LTLT lebih sedikit jumlahnya daripada yang dipapar dengan susu pasteurisasi HTST. Pada penelitian ini didapatkan jumlah koloni *C. albicans* yang dipapar dengan susu pasteurisasi LTLT jumlah koloni rata-rata adalah $14,33 \times 10^3$ CFU/mL, sedangkan pada pasteurisasi HTST jumlah koloni rata-rata adalah 21×10^3 CFU/mL. Menurut SNI 01-3141-1995 salah satu syarat pada mutu susu pasteurisasi yaitu jumlah koloni pada *Total Plate Count* (TPC) adalah 3×10^4 CFU/mL (30×10^3 CFU/mL), hal tersebut menunjukkan relevansi jumlah koloni

pada hasil penelitian dengan standar susu pasteurisasi menurut SNI 01-3141-1995.²⁸

Jumlah koloni yang lebih sedikit terdapat pada susu pasteurisasi LTLT dibandingkan dengan susu pasteurisasi HTST berkaitan dengan sejumlah kadar protein meliputi laktoferin, sistem laktoperoksidase, dan immunoglobulin yang berfungsi sebagai zat antimikrobal lebih banyak yang terdenaturasi akibat suhu pemanasan yang tinggi pada susu pasteurisasi HTST dibandingkan dengan LTLT sehingga menurunkan kemampuan kerjanya dalam menghambat pertumbuhan *C. albicans*.^{13,22,23} Laktoferin mampu berikatan dengan zat besi dan merubah permeabilitas permukaan sel jamur. Asam amino positif pada laktoferin mampu berinteraksi dengan molekul anion yang bermuatan negatif pada sel jamur sehingga menyebabkan lisis.^{6,29} Sistem laktoperoksidase dapat menguraikan peroksidasi SCN dan beberapa unsur halida seperti Iodin dan Bromin sehingga menghasilkan produk yang membunuh atau menghambat pertumbuhan jamur.^{7,30} Immunoglobulin berfungsi mencegah adhesi, menghambat metabolisme antigen, dan menetralkan toksin.^{8,31} Laktoferin, sistem laktoperoksidase, dan immunoglobulin menunjukkan terjadinya denaturasi pada proses pasteurisasi.¹⁹

Protein lainnya yang berperan sebagai antimikrobal yang terkandung dalam susu adalah lisozim. Lisozim mampu memisahkan ikatan antara asam N-asetilmuramat dan N-asetilglukosamin, berperan sebagai imunomodulator, menghambat kitin melalui aktivitas kitinase, dan mereduksi aktivitas *Secreted Aspartic Proteinase* (Sap).^{9,32} Berbeda halnya dengan komponen antimikrobal lain, lisozim relatif lebih stabil terhadap proses termal yang didapat pada saat pasteurisasi dibandingkan dengan laktoferin, sistem laktoperoksidase, dan immunoglobulin.¹⁹

Proses pasteurisasi mempengaruhi kadar protein yang terkandung di dalam susu dan hal tersebut mempengaruhi aktivitas komponen antimikrobal dari protein susu. Susu pasteurisasi HTST cenderung mengalami penurunan aktivitas antimikrobal karena pemanasan pada suhu yang lebih tinggi akan mendenaturasikan atau terjadinya perubahan struktural pada protein lebih besar dibandingkan dengan susu pasteurisasi

LTLT.^{13,22,33} Pemanasan pada protein dapat menyebabkan bermacam-macam reaksi, salah satunya adalah kehilangan aktivitas enzim.²⁷ Sebagai pembanding hasil penelitian pada kelompok perlakuan, maka digunakan akuades sebagai kontrol negatif yang tidak mengandung zat antimikrobia sehingga tidak memiliki daya hambat dan memiliki pH 7 dimana *C. albicans* tumbuh dengan baik dengan jumlah rata-rata koloni 29×10^3 CFU/mL. Nistatin sebagai kontrol positif merupakan antifungal yang efektif membunuh jamur termasuk *C. albicans* yang menjadi bisa penyebab kandidiasis oral. Nistatin dapat diberikan secara topikal untuk menekan infeksi kandida lokal. Dosis nistatin yang digunakan sesuai dengan *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI) untuk *Minimal Inhibitory Concentration* (MIC) adalah $16 \mu\text{g/mL}$. Dosis MIC tersebut dapat menekan pertumbuhan jamur dimana jumlah rata-rata koloni *C. albicans* yang tumbuh adalah $5,67 \times 10^3$ CFU/mL.³⁴

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa susu kambing Peranakan Etawa dengan metode pasteurisasi LTLT dan HTST mampu menghambat pertumbuhan *C. albicans*. Pertumbuhan *C. albicans* yang dipapar dengan susu kambing Peranakan Etawa dengan metode pasteurisasi LTLT lebih sedikit daripada yang dipapar dengan susu pasteurisasi HTST.

Penelitian ini hanya menguji kemampuan antifungal secara umum yang terdapat pada susu pasteurisasi LTLT dan HTST terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan identifikasi yang lebih spesifik terhadap komponen antifungal yang terkandung dalam susu dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Selain itu, juga diharapkan dapat dilakukan uji antifungal secara *in-vivo* dan penelitian lebih lanjut tentang efek susu kambing Peranakan Etawa pada jamur penyebab infeksi oportunistik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bernardus JBB. Respon serologi protein dan mannoprotein membran sel *Candida albicans*. *BIK Biomed* 2007; 3(4): 176-178
- Akpan A, Morgan R. Oral candidiasis. *Postgrad Med Journal* 2002; 78: 455-458
- Sherman RG, Prusinski L, Ravenel MC, et al. Oral candidosis. *Quintessence Int* 2002; 33: 521
- Dumitru R, Hornby JM, Nickerson KW. Defined anaerobic growth medium for studying *Candida albicans* basic biology and resistance to eight antifungal drugs. *Antimicrobial Agents Chemotherapy Journal* 2007; 48(7): 2354
- Atanasova J, Ivanova I. Antibacterial peptides from goat and sheep milk proteins. *Biotechnology*. 2010; 24(2): 1799-1800
- Susana A, Chavez G, Arevalo-Gallegos S, Rascon-Cruz Q. Lactoferrin: Structure, function, and application. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2009;33: 301-304
- Sisecioglu M, Kirecci E, Cankaya M, Ozdemir H, Gulcin I, Atasever A. The prohibitive effect of lactoperoxidase system (LPS) on some pathogen fungi and bacteria. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2010; 4(9): 671-676
- Mehra R, Marnilla P, Korhonen H. Milk immunoglobulins for health promotion. *Biotechnology and Food Research* 2005: 1263
- Losnedahl KJ, Wang H, Aslam M, Zou S, Hurley WL. Antimicrobial factors in milk. *Illini DairyNet Papers*, 8 Januari 1998
- Benson. *Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology*. 8th ed. The McGraw-Hill Companies, 2001. p. 93, 96
- Setiani T, Sufiawati I. Efektivitas Klorheksidin Sebagai Obat Kumur Terhadap Frekuensi Kehadiran Jamur *Candida albicans* pada penderita kelainan lidah. Fakultas Kedokteran Gigi Unpad. 2005
- Brooks GF, Butel JS, Morse SA. *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, Adelberg*. In: Huriawati H, editor. 23rd Ed. Jakarta. EGC; 2007. p. 658-660
- Abubakar, Triyantini, Sunarlim H, Nurjannah. Pengaruh suhu dan waktu

- pasteurisasi terhadap mutu susu selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 2001; 6(1): 45-50
14. WHO. Laboratory for diagnosis of fungal opportunistic infection in HIV/AIDS patients. 2009. 8-9
 15. WHO. Laboratory manual for diagnosis of fungal opportunistic infection in HIV/AIDS patients. 2009. 8-9
 16. Anonymous. Khasiat dan Manfaat Susu Kambing Etawa. *RBC*. 2009
 17. Tortora, GJ, Berdell RF, Christine LC. *Microbiology: An Introduction*. 8th Ed. USA. Pearson Education, Inc; 2003. p. 336.
 18. Jannah SM. Identifikasi isolat spesies *Candida* dari berbagai bahan klinik menggunakan medium kromogenik dibandingkan dengan fisiologi dan morfologi. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2004
 19. Viazis S. High pressure processing of milk for improved nutrient retention and microbial safety. North Carolina State University, 2006. 4 pp. Thesis
 20. Ljutovac KR, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, dan Chilliard Y. Composition of goat and sheep milk products. *Small Ruminant Research*. 2008; 79: 58-79
 21. Ohiokpehai O. Processed food products and nutrient composition of goat milk. *Pakistan Journal of Nutrition* 2003; 2(2): 68
 22. Bhosale S.S, Kahate P.A, Kamble K, Thakare V.M, Gubbawar S.G. Effect of lactation on physico-chemical properties of local goat milk. *Veterinary World*. 2009; 2(1): 17
 23. Godden S, Feirtag J, Green L, Wells S, Fetrow J. A review of issues surrounding the feeding of waste milk and pasteurization of waste milk and colostrums. University of Minnesota; 2004: 56-57
 24. FAO/WHO. Benefits and potential risks of the lactoperoxidase system of raw milk preservation. Report of an FAO/WHO technical meeting. Roma. Italy, 2005:21
 25. Habibah. Pengaruh lama pasteurisasi dan lama penyimpanan terhadap kualitas air susu sapi PFH. *Bioscientae*. 2011; 8(1): 1-8
 26. Sunarlim R, Widaningrum. Cara pemanasan, suhu dan lama penyimpanan terhadap masa simpan susu kambing. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 2005. 672-677
 27. Nurwantoro, Mulyani S. *Buku Ajar Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan UNDIP*. Semarang; 2003 .p. 25
 28. Winarno FG. Kimia pangan dan gizi. Yogyakarta. PT. Gramedia Pustaka Umum. 2004
 29. BSNI. Standar Nasional Indonesia. Susu Segar-Bagian 1. 2011; 2
 30. Drackova M, Borkovcova I, Janstova B, et al. Determination of lactoferrin in goat milk by HPLC method. *Czech J. Food Sci* 2009; 27: 102
 31. Kussendrager KD, Hooijdonk ACM. Lactoperoxidase: physico-chemical properties, occurrence, mechanism of action and applications. *British Journal of Nutrition* 2000; 84(1): 19-25
 32. Baratawidjaja KG. *Imunologi Dasar*. 7th Ed. Cetakan ke-1. Jakarta. Balai Penerbit FKUI; 2006. p. 320-321
 33. Benkerroum N. Antimicrobial activity of lysozyme with special relevance to milk. *African Journal of Biotechnology* 2008; 7: 4860-4861
 34. Mc Martin S, Godden S, Metzger L, et al. Heat treatment of bovine colostrums: effects of temperature on viscosity and immunoglobulin G level. *Journal Dairy Science* 2006; 89: 2117
 35. CLSI. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeast. 2nd Ed. CLSI document M27-A2. Pennsylvania, USA. 2002