

Efektivitas Konsentrat Papain Bubuk, Getah Pepaya Segar, dan Papain Komersial sebagai Koagulan dalam Pembuatan Dangke

(The Effectiveness of Concentrated Papain Powder, Fresh Papaya Gum, and Commercial Papain as Coagulant in Dangke Making)

Muh. Achyar Ardat^{1*}, Zakiah Wulandari², Irma Isnafia Arief²

(Diterima Juni 2022/Disetujui Oktober 2022)

ABSTRAK

Dangke merupakan makanan berbahan susu yang kaseinnya digumpalkan menggunakan enzim papain. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas konsentrat papain bubuk, getah pepaya segar, dan papain komersial sebagai agen koagulan dalam pembuatan dangke dengan tiga taraf tambahan aktivitas enzim pada setiap jenis papain. Dangke yang dihasilkan diuji secara fisik, kimia, dan organoleptik untuk menentukan jenis papain dan taraf aktivitas enzim yang paling efektif sebagai koagulan. Tiga taraf aktivitas enzim yang digunakan ialah 217,14; 434,29; dan 651,44 AU/mg dengan suhu pemanasan 100,16°C. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial dengan tiga ulangan. Pengujian sifat fisik dua peubah menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) untuk parameter bobot wei (*whey*) tetapi berbeda nyata untuk parameter rendemen. Hasil uji sifat kimia memperlihatkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) pada parameter kadar protein. Berdasarkan uji mutu hedonik, dangke yang disukai bertekstur kenyal, berwarna putih, dominan beraroma susu, dan memiliki rasa dangke yang khas, serta tidak berasa pahit. Uji Anova mutu hedonik mengindikasikan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) untuk semua parameter uji. Papain terbaik sebagai agen koagulan dalam pembuatan dangke ialah papain getah segar dan papain kering-beku (*freeze-dried*) dengan tambahan aktivitas enzim taraf terendah, atau taraf satu.

Kata kunci: aktivitas enzim, dangke, organoleptik, papain, koagulan

ABSTRACT

Dangke is a milk-based dish in which the papain coagulates casein. This study aims to test the effectiveness of powdered papain concentrate, fresh papaya sap, and commercial papain as a coagulant agent in the *dangke* preparation with three additional levels of enzyme activity in each type of papain. The resulting *dangke* was tested physically, chemically, and organoleptically to determine the type of papain and the enzyme's activity level most effectively as a coagulant. The three enzyme activity levels used were 217.14, 434.29, and 651.44 AU/mg with a heating temperature of 100.16°C. The experiment used a randomized group design factorial pattern with three replications. Testing on the physical properties of the two types of papain showed results that did not differ significantly ($P>0.05$) for the whey weight but differed significantly for the yield. The results of the chemical properties test showed significantly different results ($P<0.05$) on the protein level. Based on hedonic quality tests, the *dangke* that is liked was chewy in texture, white in color, predominantly milky, has a distinctive *dangke* taste, and does not taste bitter. The hedonic quality on Anova test indicated a significantly different result ($P<0.05$) for all tested parameters. The best papain as a coagulant in *dangke* making was fresh sap papain and freeze-dried papain with the addition of the lowest level of enzyme activity, or level one.

Keywords: coagulant, *dangke*, enzyme activity, organoleptic, papain

PENDAHULUAN

Papain merupakan sistein enzim protease yang diisolasi dari getah tanaman pepaya (*Carica papaya*). Papain diperoleh dengan cara melukai kulit buah pepaya muda kemudian getah yang keluar diambil lalu dikeringkan untuk mendapatkan ekstrak papain bubuk.

Aktivitas proteolitik dari papain ekstensif terhadap beberapa senyawa seperti protein, peptida rantai pendek, ester asam amino, dan amida. Keistimewaan papain ialah dapat memotong ikatan peptida yang melibatkan asam amino basa, terutama arginina, lisina, dan residu setelah fenilalanina (Amri 2012). Dangke merupakan makanan khas Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan, berbahan dasar susu sapi atau susu kerbau yang terbuat dari hasil penggumpalan protein susu oleh papain getah buah pepaya (Sulmiyati 2018). Pengolahan susu menjadi dangke secara tradisional oleh masyarakat setempat umumnya belum menggunakan takaran baku, misalnya pada pengenceran papain dan jumlah papain

¹ Sekolah Pascasarjana, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

² Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:
Email: muhachyar7@gmail.com

yang ditambahkan. Faktor-faktor tersebut menyebabkan produk akhir dangke memiliki tingkat keseragaman yang rendah, baik dari sifat fisik maupun organoleptik. Penggunaan papain bubuk dan papain komersial diharapkan dapat mempermudah mengatur takaran papain yang ditambahkan dan memperbaiki sifat organoleptik dangke yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada pembuatan ekstrak papain bubuk ialah pengaduk magnetik, pengering beku (*freeze dryer*) Lyovapor L-200, refrigerator, dan evaporator Vacucibrad 2C. Dalam uji sifat fisik, kimia, dan organoleptik digunakan AW meter Novasine mS1, pH meter ionix pH5S, tekstur analyzer Parten TVT6700, dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan meliputi getah buah pepaya segar, papain komersial, susu segar, natrium metabisulfid 0,7%, alkohol 92%, media LB (*lactose broth*) agar, kasein murni, dan BSA (*bovine serum albumin*).

Prosedur

• Pembuatan ekstrak papain

Getah buah pepaya diambil dengan cara disadap. Banyaknya torehan yang dapat dibuat pada satu buah pepaya maksimum lima torehan dengan jarak 1–2 cm (Cahyono 2013). Ekstrak papain bubuk disiapkan dengan pengeringan beku melalui beberapa tahapan, diawali dengan pengendapan protein getah pepaya. Getah pepaya hasil sadapan dicampurkan dengan aktivator natrium metabisulfid 0,7% dengan nisbah 1:4. Campuran kemudian dihomogenkan dengan menggunakan pengaduk magnetik sampai terbentuk campuran berwarna putih. Campuran kemudian ditambah alkohol 92% sebanyak lima kali volume campuran. Campuran yang telah terbentuk disimpan dalam lemari pendingin pada suhu refrigerator selama 12 jam. Endapan dipisahkan dari cairan, selanjutnya diproses menjadi ekstrak papain bubuk (Warisno 2003). Endapan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL kemudian dikeringkan dengan menggunakan pengering beku pada suhu $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 0,1 mbar selama 9 jam. Padatan dikeringkan sampai terbentuk tepung papain.

• Uji aktivitas proteolitik

Aktivitas proteolitik diuji dengan metode Baehaki *et al.* (2011) dengan sedikit modifikasi. Estrak protease dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang berisi media LB agar yang diperkaya dengan substrat (protein susu) 2,5%. Sebanyak 1 mL ekstrak papain (yang telah diketahui konsentrasi proteinnya) dimasukkan ke dalam sumur yang telah disiapkan, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas proteolitik dilihat dari keberadaan zona bening di

sekitar lubang sumur. Selanjutnya aktivitas proteolitik dinyatakan sebagai aktivitas spesifik protein (AU/mg) berdasarkan uraian berikut ini.

• Aktivitas total protein (Usmiati & Marwati 2007)

Aktivitas proteolitik papain terhadap substrat spesifik ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar sumur agar. Unit aktivitas papain dapat dinyatakan dalam *Arbitrary Unit* per mL (AU mL^{-1}). Satu AU mL^{-1} merupakan luas zona bening dikurangi dengan luas sumur per satuan volume sampel papain yang diuji ($\text{mm}^2 \text{mL}^{-1}$), atau dijabarkan dalam rumus berikut:

$$\text{Aktivitas total protein } (\text{mm}^2 \text{mL}^{-1}) = \frac{\text{AU}}{\text{mL}} + \frac{\text{Lz}-\text{Ls}}{v}$$

Keterangan:

Lz = Luas zona bening (mm^2)

Ls = Luas sumur (mm^2)

V = Volume sampel (mL)

• Total protein (Lowry *et al.* 1951)

Total protein (mg) dalam papain diperoleh dari hasil perkalian antara volume sampel (mL) dan konsentrasi protein yang telah diukur dengan metode Lowry (mg mL^{-1}).

• Aktivitas spesifik protein (Arief *et al.* 2013)

Aktivitas spesifik protein ialah jumlah unit enzim per miligram protein yang dinyatakan dalam satuan AU mg^{-1} . Aktivitas spesifik enzim dihitung dengan membagi aktivitas total protein dengan total protein, melalui rumus berikut:

$$\text{Aktivitas spesifik protein } (\text{AU mg}^{-1}) = \frac{\text{ATp}}{\text{Tp}}$$

Keterangan:

ATp = Aktivitas total protein ($\text{mm}^2 \text{mL}^{-1}$)

Tp = Total protein (mg mL^{-1})

• Uji sifat fisik, kimia, dan organoleptik

Peubah sifat fisik yang diamati pada penelitian ialah rendemen, yang diuji dengan metode Sani *et al.* (2014) dan bobot wei (*whey*) ditimbang. Sifat kimia yang diuji meliputi kadar protein (metode Lowry *et al.* 1951). Dangke yang telah dibuat diuji secara organoleptik kepada 30 orang panelis tidak terlatih. Mutu hedonik sampel dangke susu sapi diuji dengan skoring (*scaling*) Pengujian uji mutu hedonik meliputi parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur. Besaran dinyatakan dalam skala numerik 1–5, yakni skor dari atribut mutu yang diuji. Skala warna: 1 = sangat kuning, 2 = kuning, 3 = agak kuning, 4 = putih, 5 = sangat putih. Rasa: 1 = sangat pahit, 2 = pahit, 3 = dominan pahit dan agak terasa khas susu, 4 = agak pahit dan dominan rasa khas susu, 5 = dominan rasa khas susu dan tidak ada rasa pahit. Aroma: 1 = sangat beraroma papain, 2 = beraroma papain, 3 = dominan aroma papain dan agak beraroma susu, 4 = agak beraroma papain dan dominan aroma susu, 5 = dominan aroma susu dan tidak ada aroma papain. Tekstur: 1 = sangat tidak

kenyal, 2 = tidak kenyal, 3 = agak kenyal, 4 = kenyal, 5 = sangat kenyal (Setyaningsih *et al.* 2010). Prosedur analisis pengolahan susu menjadi dangke diperlihatkan pada Gambar 1.

Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial (3x2) dengan 3 kelompok periode pembuatan, faktor pertama, yaitu jenis papain, dan faktor kedua, yaitu tambahan taraf aktivitas enzim. Model statistik yang diterapkan adalah sebagai berikut (Gasperz 1991).

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

ijk = Respons penggunaan enzim berbeda (getah pepaya segar, ekstrak papain bubuk, dan papain komersial), taraf penggunaan papain yang terdiri atas 3 taraf (a%, b%, dan c%), dan kelompok ke- k (1, 2, dan 3);

μ = Rataan umum respons;

K_k = Pengaruh pengelompokan ke- k pada respons;

A_i = Pengaruh penggunaan enzim papain ke- i pada respons;

B_j = Pengaruh taraf penggunaan enzim ke- j pada respons;

$(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi faktor penggunaan papain ke- i dengan taraf penggunaan papain ke- j pada respons;

ϵ_{ijk} = Pengaruh galat percobaan penggunaan papain ke- i dengan taraf penggunaan papain ke- j pada ulangan ke- k .

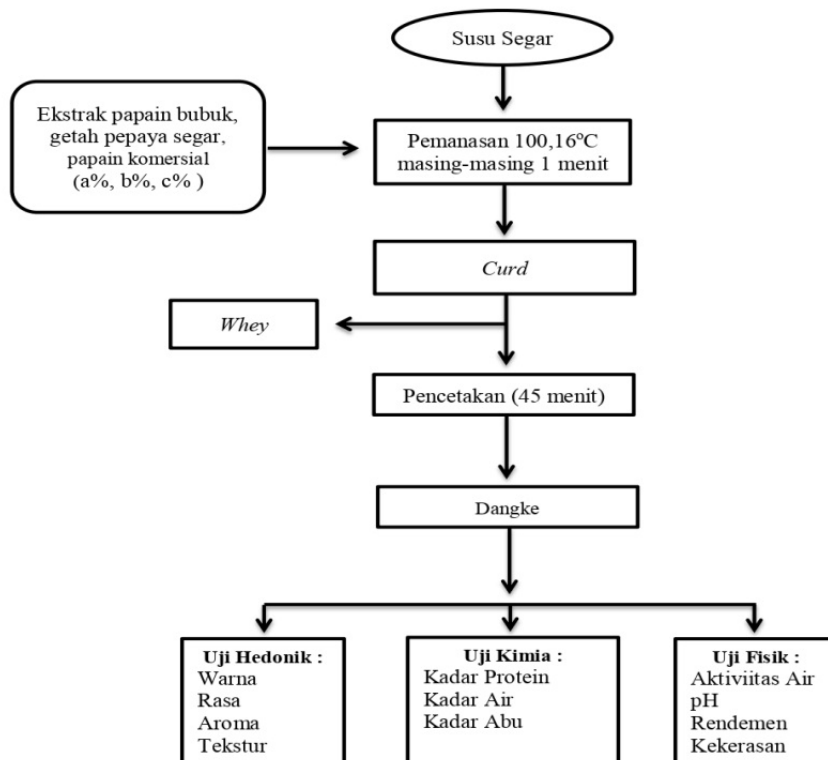
Analisis Data

Data kualitas fisik dan kimia diolah dengan analisis ragam (Anova). Apabila analisis menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada peubah yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji nyata terkecil untuk membandingkan perbedaan antar-perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Protease Enzim Papain

Pembuatan bubuk papain dengan menggunakan metode pengeringan beku menghasilkan rendemen 7,5%. Hasil dari perhitungan rendemen tersebut dijadikan acuan rekonstitusi enzim sebelum konsentrasi protein ditetapkan dengan metode Lowry dan pengukuran luas zona bening pada sumur agar dengan substrat kasein murni. Aktivitas ketiga jenis papain menunjukkan hasil yang berbeda nyata secara statistik ($P < 0,05$). Berdasarkan perhitungan dari perkalian antara konsentrasi protein dari setiap jenis enzim yang didapatkan dengan metode Lowry dan zona bening yang terbentuk dari sumur agar setiap enzim, diperoleh hasil aktivitas protease tertinggi pada papain komersial (743,60 AU/mg), diikuti getah pepaya segar (339,87 AU/mg), dan yang terendah ialah papain bubuk hasil



Gambar 1 Alur penelitian. Curd = tahu susu; whey = wei; tanda baca : tidak diantarai spasi.

pengeringan beku (240,87 AU/mg) (Tabel 1). Enzim, tidak terkecuali protease, memiliki struktur tiga-dimensi, yang menentukan aktivitas protease itu sendiri. Apabila terjadi perubahan struktur tiga-dimensi protease tersebut, aktivitasnya terhadap substrat akan terpengaruh. Penanganan papain dapat menjadi faktor penyebab perbedaan aktivitas protease pada setiap enzim.

Secara fisik, papain komersial dengan papain hasil pengeringan dengan metode pengeringan beku tidak tampak berbeda dari segi warna (Gambar 2). Perbedaan yang dapat diamati secara fisik ialah tekstur dari kedua papain bubuk ini. Papain komersial bertekstur lebih kasar dibandingkan dengan papain kering-beku. Selain itu, papain komersial cenderung memiliki partikel yang menyerupai kristal halus, sedangkan papain keribng beku lebih halus menyerupai tepung tapioka. Demikian juga, terdapat perbedaan aroma. Papain kering-beku memiliki aroma papain yang lebih terasa dibandingkan dengan papain komersial.

Protease, termasuk papain, sama halnya dengan enzim lain, sensitif akan perubahan pH dan memiliki kisaran pH maksimum untuk bereaksi secara optimum. Perubahan pH dapat menyebabkan denaturasi enzim sehingga terjadi perubahan struktur tiga-dimensi enzim dengan membelah ikatan ionik dan ikatan hidrogen-nya. Perubahan struktur ini dapat berakibat menurunnya aktivitas enzim. Apabila pH meningkat atau menurun jauh melampaui batas optimum dari pH

efektif, maka reaksi kelompok ionisasi pada substrat dapat berubah. Perubahan ini secara efektif dapat menghambat atau memperlambat pembentukan kompleks substrat-enzim (Benimana 2020). Dalam penelitian ini, yang paling memungkinkan menjadi penyebab perbedaan aktivitas enzim adalah pH, karena aktivitas protease diuji pada waktu, tempat, dan perlakuan yang sama pada setiap enzim. Aspek yang memungkinkan menjadi penyebab perbedaan aktivitas enzim adalah penanganan yang dilakukan pada setiap enzim, baik itu dalam penyadapan, pengeringan, dan penyimpanan sebelum aktivitas enzim diuji. Aktivitas enzim yang diperoleh dari setiap jenis papain disetarakan berdasarkan aktivitasnya untuk dijadikan ukuran jumlah tambahan enzim dari volume susu, yang diubah ke dalam satuan mL. Berdasarkan hasil perhitungan, penyetaraan aktivitas enzim dan persentasenya dalam satuan mL dari 800 mL susu diperoleh hasil seperti pada Tabel 2.

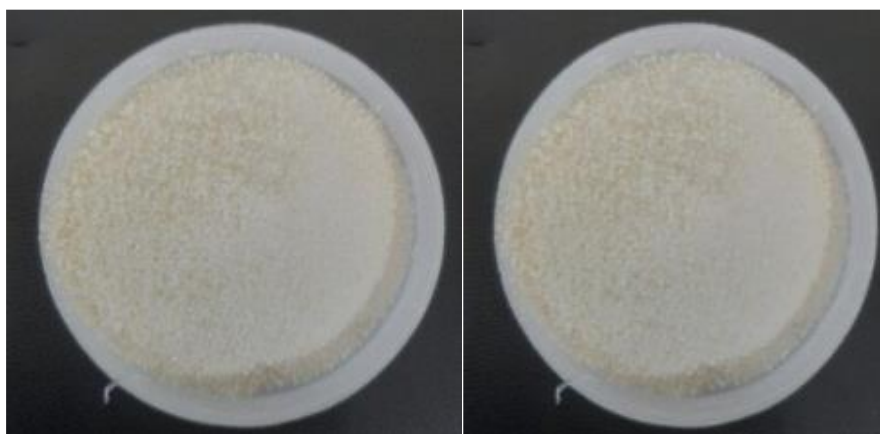
Rendemen

Rendemen dangke yang dihasilkan dengan agen koagulan berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Tambahan taraf aktivitas enzim yang berbeda juga mengindikasikan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan jenis papain sebagai agen koagulan dan tambahan taraf aktivitas enzim yang berbeda. Rendemen tertinggi didapatkan pada tambahan aktivitas enzim taraf terendah pada setiap jenis enzim,

Tabel 1 Hasil pengujian aktivitas enzim pada enzim papain

Jenis papain	Aktivitas spesifik protein (AU/mg)
Getah pepaya segar	339,2967 ± 0,43 ^b
Papain kering-beku	240,8767 ± 2,73 ^c
Papain komersial	743,6049 ± 10,00 ^a

Keterangan: Aktivitas enzim yang tertera dalam tabel merupakan aktivitas proteolitik enzim dalam volume satu mL.



Gambar 2 Penampakan papain bubuk kering-beku (A) dan papain komersial (B).

Tabel 2 Tambahan enzim berdasarkan aktivitasnya pada 800 mL susu

Jenis papain	Taraf tambahan enzim (mL)		
	217,14 Aμ/mg	434,29 Aμ/mg	651,44 Aμ/mg
Segar	6,4	12,8	19,2
Kering-beku	9,0	18,0	27,0
Komersial	2,9	5,8	8,7

yaitu 26,78% untuk papain segar dan 25,94% untuk papain kering-beku. Sebaliknya, hasil terendah diperoleh pada penambahan aktivitas enzim taraf tertinggi untuk setiap jenis enzim, yaitu 16,08% untuk papain segar dan 16,61% untuk papain kering-beku (Tabel 3). Perbedaan rendemen pada taraf penambahan aktivitas enzim ini diduga disebabkan oleh ketidakseimbangan antara aktivitas enzim yang ditambahkan dan substrat yang tersedia sehingga enzim tidak bekerja secara maksimum. Selain itu, tambahan papain yang terlalu banyak juga dapat menambah keasaman susu sehingga pada proses koagulasi protein susu menjadi rusak yang akibatnya terjadi proteolisis yang berlebihan yang mengakibatkan kasein lebih banyak larut dalam wei (Arinda 2013). Penggunaan papain komersial dalam penelitian ini tidak dapat mengkoagulasikan kasein susu menjadi tahu dadih (*curd*) dari tiga taraf aktivitas enzim yang digunakan. Hal ini karena papain komersial tidak diketahui secara pasti apakah bubuk enzim tersebut murni dari papain yang dikeringkan atau terdapat bahan pengisi di dalamnya. Selain itu, tahu dadih protein pada papain komersial diduga karena tidak terbentuk struktur enzim yang stabil yang mengakibatkan papain komersial tidak mampu menghidrolisis kasein yang terdapat dalam susu yang berfungsi sebagai substrat karena jumlah enzim dan substrat tidak sesuai (Risnawati 2013).

Bobot Wei

Bobot wei dalam percobaan ini yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada dangke dengan koagulan jenis papain berbeda. Tambahan taraf aktivitas enzim berbeda menunjukkan hasil statistik yang berbeda nyata ($P<0,05$). Tidak terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan jenis enzim sebagai koagulan dan tambahan enzim pada taraf aktivitas yang berbeda. Wei terbanyak diperoleh pada pembuatan dangke dengan tambahan aktivitas enzim taraf tertinggi untuk setiap enzim, yaitu 605 g untuk papain segar dan 616 g untuk papain kering-beku. Sementara itu, wei paling sedikit diperoleh dari penambahan papain dengan

aktivitas papain taraf terendah dari setiap jenis papain, yaitu 533 g untuk papain segar dan 544 g untuk papain kering-beku (Tabel 4). Bobot wei yang semakin rendah berarti efektivitas enzim yang lebih baik dibandingkan dengan bobot wei yang lebih tinggi, sebab semakin banyak tahu susu yang terbentuk. Persentase wei yang dihasilkan menunjukkan bahwa pemberian larutan enzim papain memberikan respons bobot wei yang beragam. Semakin banyak gumpalan kasein yang terbentuk ketika terjadi keasaman sampai pada titik isoelektrik yang dicapai pada agen koagulan, maka wei yang diperoleh akan semakin sedikit. Rendahnya produksi wei yang diperoleh pada penambahan enzim dengan aktivitas taraf terendah adalah karena aktivitas papain pada taraf tersebut bekerja lebih tinggi untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat, mengakibatkan kasein menjadi tidak stabil sehingga tahu susu yang dihasilkan tinggi, atau produksi wei semakin rendah (Sulmiyati 2017).

Kadar Protein

Kadar protein dangke yang dibuat dengan agen koagulan jenis papain berbeda memberikan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Penambahan taraf aktivitas enzim berbeda juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Analisis statistik ragam menyatakan interaksi yang nyata antara perlakuan jenis papain berbeda dan perlakuan tambahan aktivitas enzim taraf berbeda. Kadar protein dangke pada semakin sedikit pada taraf tambahan aktivitas enzim tertinggi. Hal ini karena konsentrasi enzim yang tinggi menyebabkan pembentukan tahu susu dangke menjadi kurang maksimum. Enzim melakukan katalis pada satu substrat pada kondisi substrat yang terbatas; dan tambahan enzim yang tinggi akan menyebabkan aktivitas enzim terhenti ketika substrat telah habis. Konsentrasi enzim yang terlalu tinggi juga akan menurunkan optimumnya kerja enzim, yang memengaruhi pembentukan tahu susu (*curd*), dan kadar protein dangke yang akan menjadi lebih rendah (Pulungan 2020). Enzim yang melakukan katalis pada satu substrat sehingga pada kondisi substrat yang

Tabel 3 Rendemen dangke (%) dengan jenis papain dan taraf aktivitas enzim berbeda

Formula	Taraf tambahan enzim			Rataan
	217,14 A μ /mg	434,29 A μ /mg	651,44 A μ /mg	
	%			
Segar	26,78 \pm 0,58 ^a	24,06 \pm 0,57 ^b	16,08 \pm 1,29 ^d	22,30 \pm 1,97 ^p
Kering-beku	25,94 \pm 0,73 ^{ab}	21,84 \pm 0,42 ^c	16,61 \pm 0,73 ^d	21,46 \pm 1,05 ^q
Komersial	-	-	-	
Rataan	26,36 \pm 3,38 ^x	22,95 \pm 1,25 ^y	16,34 \pm 1,75 ^z	

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama dan diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$)

Tabel 4 Bobot wei (g) dangke dengan jenis papain dan taraf aktivitas enzim berbeda

Formula	Taraf tambahan enzim			Rataan
	217,14 A μ /mg	434,29 A μ /mg	651,44 A μ /mg	
	g			
Segar	533 \pm 73,29	572 \pm 52,43	605 \pm 36,86	570 \pm 31,25
Kering-beku	544 \pm 14,15	568 \pm 21,98	616 \pm 16,86	576 \pm 24,47
Rataan	539 \pm 34,06 ^a	570 \pm 5,56 ^{ab}	611 \pm 19,64 ^b	

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama dan diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$).

Tabel 5 Kadar protein (mg/g) dangke dengan jenis papain dan taraf aktivitas protease berbeda

Formula	Taraf penambahan enzim		
	217,14 Aμ/mg	434,29 Aμ/mg	651,44 Aμ/mg
	mg/g		
Segar	13,01±1,25 ^{ab}	11,79±,58 ^b	10,62±0,11 ^{bc}
Kering-beku	15,19±1,08 ^a	8,65±0,25 ^c	8,33±0,41 ^c

Keterangan: Angka-angka pada baris yang sama dan diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$).

Tabel 6 Uji mutu hedonik dangke dengan enzim dan taraf aktivitas enzim papain berbeda

Atribut	Perlakuan jenis dan taraf aktivitas enzim berbeda					
	S1	S2	S3	FD1	FD2	FD3
Warna	3,83 ± 0,58 ^a	3,46 ± 0,71 ^a	2,76 ± 0,76 ^b	3,60 ± 0,75 ^a	3,60 ± 0,61 ^a	2,73 ± 0,62 ^b
Rasa	3,60 ± 1,33 ^a	2,36 ± 1,19 ^b	1,73 ± 0,85 ^b	4,20 ± 1,04 ^a	4,03 ± 0,87 ^a	2,40 ± 0,98 ^b
Aroma	4,60 ± 0,71 ^a	3,36 ± 1,10 ^{bc}	3,56 ± 1,02 ^c	4,63 ± 0,54 ^a	4,26 ± 0,67 ^{ab}	3,63 ± 1,15 ^{bc}
Tekstur	3,53 ± 0,48 ^a	2,83 ± 0,77 ^{bc}	2,03 ± 0,91 ^d	3,63 ± 0,98 ^a	3,36 ± 0,91 ^{ab}	2,40 ± 0,95 ^{cd}

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$). S1= papain segar taraf 1, S2 = papain segar taraf 2, S3 = papain segar taraf 3, FD1 = papain kering-beku taraf 1, FD2 = papain kering-beku taraf 2, FD3 = papain kering-beku taraf 3.

terbatas dengan penambahan enzim yang tinggi akan menyebabkan aktivitas enzim terhenti ketika substrat telah habis serta proses proteolisis berlebihan menyebabkan protein larut ke dalam wei (Arinda 2013). Kadar protein tertinggi terdapat pada dangke dengan tambahan enzim dengan taraf aktivitas enzim terendah atau taraf satu, yaitu 13,01 mg/g untuk papain segar dan 15,19 mg/g untuk papain kering-beku. Sebaliknya, kadar protein terendah diperoleh pada dangke dengan tambahan enzim dengan taraf aktivitas enzim tertinggi atau taraf tiga, yaitu 10,62 mg/g untuk papain segar dan 8,33 mg/g untuk papain kering-beku (Tabel 5).

Mutu Hedonik

Mutu hedonik pada dangke dengan jenis papain berbeda dan taraf penambahan aktivitas enzim berbeda memperlihatkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$) pada parameter warna. Skor warna tertinggi terdapat pada sampel S1 (3,80) putih, dan skor warna terendah terdapat pada sampel S3 dan FD3 (2,73, agak kuning). Warna dangke yang disukai oleh panelis adalah dangke dengan warna putih atau cerah (Tabel 6). Warna dangke dengan tambahan papain dengan aktivitas enzim taraf ketiga untuk setiap enzim menampilkan warna yang lebih kuning daripada sampel lainnya karena dengan tambahan papain dengan taraf aktivitas yang tinggi akan menyebabkan lebih banyak lemak yang tertahan dalam dangke dan tidak larut ke dalam wei akibat dari aktivitas enzim yang tidak optimum dan terhenti saat substrat telah habis (Musra 2021).

Parameter rasa pada dangke yang dibuat dengan koagulan jenis enzim berbeda dan tambahan taraf aktivitas berbeda menyatakan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Tambahan enzim papain kering-beku memberikan rasa pahit yang lebih sedikit secara mutu hedonik dibandingkan dengan papain segar pada taraf aktivitas enzim yang sama. Parameter aroma produk dangke dengan koagulan papain segar dan papain kering-beku menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Berdasarkan uji organoleptik, aroma papain pada produk dangke meningkat seiring dengan

semakin tingginya aktivitas papain yang digunakan sebagai koagulan.

Dari segi tekstur, skor yang diperoleh dengan koagulan papain berbeda memberikan hasil yang berbeda nyata ($P<0,05$). Tambahan enzim dengan taraf aktivitas berbeda juga menunjukkan tekstur yang berbeda nyata ($P<0,05$). Skor untuk dangke dengan tambahan aktivitas enzim taraf satu ialah 3,53 untuk papain segar dan 3,63 untuk papain kering-beku, yang berarti agak kenyal ke arah kenyal. Sementara untuk tambahan enzim taraf dua dan tiga diperoleh skor 2,03–3,36, yang berarti tidak kenyal ke arah agak kenyal. Penggumpalan kasein susu menjadi tahu susu oleh papain yang tidak sempurna akan mempertahankan lebih banyak air dan menghasilkan struktur produk dangke yang kurang kompak atau lembek. Sebaliknya, persentase air pada dangke yang rendah akan membuat produk semakin kompak (Sulistyo 2018).

KESIMPULAN

Efektivitas terbaik papain sebagai koagulan dalam pembuatan dangke ialah papain segar dan enzim papain kering-beku dengan tambahan aktivitas enzim taraf terendah atau taraf satu. Dari semua sampel dangke yang diuji secara fisik, kimia, maupun organoleptik, hasil terbaik didapatkan pada sampel dangke dengan tambahan enzim taraf satu sebagai koagulan baik untuk papain segar maupun papain kering-beku.

DAFTAR PUSTAKA

Amri E. 2012. Papain, a plant enzyme of biological importance. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 8(2): 99–104. <https://doi.org/10.3844/ajbbsp.2012.99.104>

- Arief II, Jakaria, Suryati T, Wulandari Z, Andreas E. 2013. Isolation and characterization of plantaricin produced by *Lactobacillus plantarum* Strain (IIA-IA5, IIA-1B1, IIA-2B2). *Media Peternakan*. 36(2): 91–100.
<https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.2.91>
- Arinda AF, Sumarmono J, Sulistyowati M. 2013. Pengaruh bahan pengasam dan kondisi susu sapi terhadap hasil rendemen, keasaman, kada air dan ketegaran (firmness) keju tipe mozarella. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(2): 456–462.
- Baehaki A, Rinto, Budiman A. 2011. Isolasi dan karakterisasi protease dari bakteri tanah Indalaya, Sumatera Selatan. *Jurnal. Teknologu Industri Pangan*. 22(1): 37–42.
<https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.114-119>
- Benimana F, Potoroko IY, Bagale U, Oliver M, Felicien K. 2020. Protease activity in flesh leaves of *bidens pilosa*. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 1(9): 3108–31111.
- Cahyono B. 2013. *Kiat Sukses Bisnis Getah Pepaya*. Jakarta (ID): Pustaka Mina.
- Gasperz, Vincent. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung (ID): Peberbit Tarsito.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biology Chemistry*. 193–265.
[https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(19\)52451-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(19)52451-6)
- Musra NI, Yasni S, Syamsir E. 2021. Karakterisasi keju dangke menggunakan enzim papain komersial dan perubahan fisik selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 32(1): 27–35.
<https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.27>
- Pulungan MH, Kamilia MM, Dewi IA. 2020. Optimasi konsentrasi enzim papain dan suhu pemanasan pada pembuatan dangke dengan RSM. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1(1): 21.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021.01.7>
- Risnawati M, Cahyaningrum SE. 2013. Pengaruh penambahan ion logam Ca^{2+} terhadap aktivitas enzim papain. *Unesa Journal of Chemistry*. 2(1): 76–83.
- Sani RN, Fithri CN, Ria DA, Jaya MM. 2014. Analisis rendem dan skrining fitokimia ekstrak etanol mikroalga laut tetraselmis chuii. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 21–126
- Setyaningsih D, Apriyantono A, Sari MP. 2010. *Analisis Sensori Untuk Industri Pangan Dan Argo*. Bogor (ID): IPB Press
- Sulistyo B, Chairunnisa H, Wulandari E. 2018. Pengaruh penggunaan kombinasi enzim papain dan jus lemon sebagai koagulan terhadap kadar air, bobot rendeman, dan nilai kesukaan *fresh cheese*. *Jurnal Ilmu Ternak*. 18(1): 9–16.
<https://doi.org/10.24198/jit.v18i1.15299>
- Sulmiyati S, Said NS. 2018. Karakteristik dangke susu kerbau dengan penambahan crude papain Kering. *Jurnal Agritech*. 38(3): 345–352.
- Sulmiyati, Malaka R. 2017. Karakteristik fisik dan kimia air dadih (*whey*) dangke dengan level enzim papain yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 5(2): 102–105.
<https://doi.org/10.22146/agritech.24331>
- Usmiati S, Marwati T. 2007. Seleksi dan optimasi proses produksi bakteorisin dari *Lactobacillus sp.* *Jurnal Pascapanen*. 4(1): 27–37.
- Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Winarno FG. 1982. *Enzim Pangan*. Gramedia. Jakarta (ID): Gramedia