

Kajian Pustaka Karakterisasi Enzim Bromelin pada Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dari Berbagai Negara terhadap Pengaruh Suhu dan pH.

Fitri Nuraeni, Indra Topik Maulana, Livia Syafnir

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: fitrin121@gmail.com, indra.topik@gmail.com, livia.syafnir@gmail.com.

ABSTRACT: Bromelain enzyme is a typical component of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.), almost all parts of the pineapple plant contain bromelain enzymes which are widely used in the food, textile and medical industries. Bromelain enzyme levels are strongly influenced by environmental factors where pineapples grow, including climate and soil elements. Bromelain is a protein and has enzyme activity that is affected by temperature and pH. This study collects bromelain enzyme data from various countries, resulting in the highest enzyme activity and protein content of local pineapple obtained from Bogor at 34 UI and 743.61 mg, optimal temperature and pH obtained from Blitar pineapple, namely 55°C and 7. which contains the highest bromelain enzyme comes from Thailand, the enzyme activity of the Phu Lae variety is 322,734 U which has an optimal temperature and pH of 60°C and 7, the protein content of the Nang Lae variety is 220.5 mg, then other foreign pineapples that produce temperature and pH optimally comes from Nigeria *Ananas erectifolius* variety, which is 70°C with a pH of 7.

Keywords: *Ananas comosus*, bromelain enzyme, bromelain enzyme activity, protein content, temperature, pH

ABSTRAK: Enzim bromelin merupakan komponen khas dari nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.), hampir semua bagian tanaman nanas mengandung enzim bromelin yang banyak dimanfaatkan di industri makanan, tekstil dan pengobatan. Kadar enzim bromelin sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat tumbuh nanas diantaranya unsur-unsur iklim dan tanah. Enzim bromelin merupakan protein dan memiliki aktivitas enzim yang dipengaruhi oleh suhu dan pH. Pada penelitian ini mengumpulkan data enzim bromelin dari berbagai negara, sehingga dihasilkan aktivitas enzim dan kadar protein tertinggi dari nanas lokal diperoleh dari Bogor sebesar 34 UI dan 743.61 mg, suhu dan pH yang optimal diperoleh dari nanas Blitar yaitu 55°C dan 7. Pada nanas luar negeri yang mengandung enzim bromelin paling tinggi berasal dari Thailand, aktivitas enzim dari varietas Phu Lae sebesar 322.734 U yang memiliki suhu dan pH optimal yaitu 60°C dan 7, kadar protein dari varietas Nang Lae sebesar 220.5 mg, lalu nanas luar negeri lainnya yang menghasilkan suhu dan pH optimal berasal dari Nigeria varietas *Ananas erectifolius* yaitu 70°C dengan pH 7.

Kata Kunci: *Ananas comosus*, enzim bromelin, aktivitas enzim bromelin, kadar protein, suhu, pH

1 PENDAHULUAN

Nanas merupakan buah dari keluarga Bromeliaceae yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia, Malaysia, Thailand, Filipina, China, Kenya, India (Pavan *et al.*, 2012). Buah nanas mengandung gula, asam sitrat, asam malat, vitamin A, Vitamin B, dan terdapat enzim yang khas yaitu enzim bromelin (Hossain *et al.*, 2015).

Buah nanas yang muda maupun yang tua mengandung enzim bromelin, tetapi tentu saja terdapat perbedaan konsentrasi. Buah nanas yang masih muda mengandung enzim bromelin lebih banyak dibandingkan dengan buah nanas yang sudah matang (Hairi, 2010). Selain dari tingkat kematangannya, faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi proses pertumbuhan buah nanas di

antaranya terdapat unsur-unsur iklim yaitu temperatur udara, curah hujan, kelembaban, sinar matahari, dan susunan udara atmosfer. Unsur-unsur tanah yang mempengaruhi pertumbuhan buah nanas yaitu sifat-sifat fisika, kimia, mineralogis, dan biologis tanah (Gardner *et al.*, 1991).

Bromelin adalah enzim yang di ekstrak dari buah nanas (*Ananas comosus*). Bromelin memiliki rumus kimia $C_{39}H_{66}N_2O_{29}$, berbentuk serbuk amori dengan warna putih bening sampai kekuning-kuningan, berbau khas, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, kloroform, dan eter, stabil pada suhu optimal 50-60°C dan dapat bertahan pada suhu 70°C sebelum terjadi inaktivasi enzim (Masri, 2014, O'Neil, M.J, 2001, Leung, A.Y, 1996)

Enzim bromelin termasuk ke dalam golongan glikoprotein yaitu protein yang mengandung satu bagian oligosakarida pada tiap molekul, yang

terikat secara kovalen dengan rantai polipeptida enzim tersebut. Adapun beberapa asam amino disekitar lokasi aktifnya yaitu: -Cys – Gly–Ala–Cys–Trp–Asn–Gly–Asp–Pro–Cys–Gly–Ala–Cys–Cys–Trp. Enzim bromelin merupakan enzim protease seperti halnya renin (renet), papain, dan fisin yang mempunyai sifat menghidrolisis protein. Hidrolisis yang terjadi dengan enzim protein adalah putusannya ikatan peptida dari ikatan substrat, di mana enzim protease bertugas sebagai katalisator di dalam sel dan bersifat khas (Masri, 2014).

Enzim bromelin memiliki manfaat yang sangat banyak bagi kehidupan manusia pada bidang kesehatan enzim bromelin dapat digunakan untuk menghambat agregasi platelet dengan cara menurunkan produksi tromboksan A₂ yang merupakan salah satu zat kimia atau faktor untuk pembekuan darah, sinusitis, trauma pasca operasi, *thrombophlebitis*, *pyelonephritis*, angina pektoris, *bronchitis*, dan peningkat absorpsi obat seperti antibiotik. Bromelin juga dapat menjadi anti tumor, modulator imunitas, membantu proses digestif, meningkatkan penyembuhan luka, dan meningkatkan sirkulasi kardiovaskular (Nathania, 2018).

Kebanyakan enzim aktif hanya pada range pH yang sangat sempit. Sitoplasma sel mempunyai pH 7 dan kebanyakan enzim berfungsi paling baik pada pH ini. pH dimana enzim berfungsi optimal dinamakan pH optimum. Perubahan pH merubah derajat ionisasi dari gugus rantai samping (R) residu asam amino pada protein. Hal ini menyebabkan enzim kehilangan aktivitasnya, enzim menjadi terdenaturasi. Perubahan besar gugus R residu asam amino pada sisi aktif enzim dapat menghancurkan kemampuan enzim untuk membentuk kompleks enzim-substrat (Azhar Minda., 2016).

Enzim tubuh kita cepat rusak jika suhu dinaikkan di atas suhu 37°C, tetapi enzim ini tetap stabil pada suhu yang lebih rendah. Hal ini mengapa enzim yang digunakan untuk assay klinik disimpan pada lemari pendingin atau dibekukan sebelum digunakan. Pada suhu optimum, enzim berfungsi optimal dan kecepatan reaksi maksimal. Di atas suhu optimum, kenaikan suhu mulai menaikkan energi vibrasi ikatan di dalam enzim. Pada akhirnya, begitu banyak ikatan dan interaksi yang lemah dihancurkan yang menyebabkan enzim menjadi terdenaturasi dan reaksi berhenti (Azhar Minda., 2016).

Isolasi enzim bromelin dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya; Teknik Kromatografi, filtrasi membran, presipitasi menggunakan ammonium sulfat, etanol, PEG, dapat juga digunakan mesoporous silika (Nathania, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, studi literatur ini akan dilakukan untuk mengetahui kadar enzim bromelin pada nanas dari berbagai negara dan karakterisasi terhadap pengaruh suhu dan pH. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah berapa kadar enzim bromelin dari berbagai negara? Nanas dari negara mana yang menghasilkan enzim bromelin paling tinggi? Bagaimana aktivitas enzim bromelin terhadap pengaruh suhu dan pH?

2 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Sistematis Literatur Review (SLR) dengan mengumpulkan jurnal-jurnal penelitian dari berbagai *website* yaitu *Google Scholar*, *Science Direct*, *Garuda*, *Taylor and Francis*, *Pubmed*, dan *Wiley*. Pencarian jurnal menggunakan *keyword* “isolasi dan karakterisasi enzim bromelin”, “*characterization of Bromelain*”, “*isolation and characterization of bromelain enzyme (Ananas comosus)*”, “Isolasi, karakterisasi, dan aktivitas enzim bromelin dari nanas”, “enzim bromelin dari (*Ananas comosus*)”, “*isolation bromelain from Ananas comosus*”, dengan faktor inklusi dan eksklusi yang ditetapkan peneliti.

Setelah melakukan pemilihan jurnal, akhirnya terpilih 7 jurnal utama yang di jadikan sebagai referensi utama dalam penelitian ini yang terdiri dari 4 jurnal nasional dari berbagai wilayah dan 3 jurnal internasional dari berbagai negara. Nanas lokal yang digunakan berdasarkan hasil penelusuran artikel yaitu berasal dari kabupaten Subang dan Kabupaten Gowa, Bogor, dan Blitar, adapun nanas luar Indonesia yang ditelaah berasal dari Nigeria, Thailand, dan Brazil.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1. menunjukkan aktivitas enzim bromelin dari nanas lokal dengan nilai yang tertinggi berasal dari daerah Bogor bagian buah sebesar 34 UI, sedangkan bagian Bonggol hanya menghasilkan 28.83 UI, kemudian nanas dari Subang sebesar 7.72 UI/mg, lalu setelah itu nanas dari Blitar sebesar 1.996 U/mL. Sedangkan nanas

yang berasal dari Gowa tidak dilakukan penelitian mengenai aktivitas enzim bromelin.

Pada Tabel 2. nanas dari luar negeri yang memperoleh aktivitas enzim bromelin tertinggi yaitu berasal dari Thailand varietas Phu Lae sebesar 322.734 U, selanjutnya dari Brazil dengan perlakuan yang berbeda yaitu pada ekstrak kental memiliki aktivitas enzim sebesar 16.96 U/mL pada fraksi 30-70% sebesar 15.96 U/mL, lalu dari Nigeria varietas *anas fitzmueller* sebesar 0.05 U/mL. yang berbeda yaitu pada ekstrak kental memiliki aktivitas enzim sebesar 16.96 U/mL pada fraksi 30-70% sebesar 15.96 U/mL, lalu dari Nigeria varietas *anas fitzmueller* sebesar 0.05 U/mL.

Pada Tabel 1 nanas lokal yang mengandung kadar protein paling tinggi berasal dari Bogor bagian buah sebesar 743.61 mg pada bagian bonggol sebesar 684.25 mg. Kadar protein tertinggi yang selanjutnya yaitu dari Subang sebesar 0.23% dari 20.3 gram ekstrak enzim bromelin. Pada Nanas Subang dilakukan penentuan protein total pada ekstrak enzim bromelin yang menghasilkan 44.43%, nilai tersebut terbilang tinggi karena enzim bromelin tersusun atas protein-protein cukup banyak. Selanjutnya dari Blitar sebesar 2.424 mg/mL. kemudian dari Gowa sebesar 37.785 ug/mL.

Pada Tabel 2. kadar protein dari nanas luar yang dengan rendemen tertinggi berasal dari Thailand varietas Nang Lae yaitu sebesar 220.5 mg, kemudian berasal dari Brazil pada ekstrak mentah sebesar 0.201 mg/mL, pada fraksi ammonium sulfat 30-70% sebesar 0.084 mg/mL, lalu nanas dari Nigeria varietas *Ananas fitzmueller* buah buah pada sentrifugasi pertama sebesar 1.63 ug/mL.

Tabel 1. Data Enzim Bromelin dari dalam Negeri

| Bromelin dari dalam negeri | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|---------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Asal | Varietas | Bagian | Keterangan | Kadar | Referensi |
| Subang | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | Mahkota | kadar protein % | 0,23 | Saptarini, M.N., dkk (2019) |
| | | | aktivitas protease | 7.72 ± 0.45 | |
| Gowa | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | Batang | kadar protein ug/mL | Fraksi 60% 37.785 | Masri, dkk (2013) |
| Bogor | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | Bonggol | Aktivitas enzim (UI) | Fraksi 2 (20-50%) = 28.83 | Ilyas, M.N., dkk (2020) |
| | | | Kadar Protein (mg) | Fraksi 2 (20-50%) = 684.25 | |
| | | Buah | Aktivitas enzim (UI) | Fraksi 1 (0-20%) = 34 | |
| | | | Kadar Protein (mg) | Fraksi 2 (20-50%) = 743.61 | |
| Blitar | <i>Ananas comosus L.</i> | Batang | Aktivitas (U/mL) | Fraksi (40-60%) = 1.996 | Herdyastuti, N., (2006) |
| | | | Protein mg/mL | Fraksi (40-60%) = 2.424 | |

Tabel 2. Data Enzim Bromelin dari Luar Negeri

| Bromelin dari luar negeri | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Asal | Varietas | Bagian | Keterangan | Kadar | Referensi | | |
| Nigeria | <i>Ananas fitzmueller</i> | Bonggol | Aktivitas Enzim (U/mL) | Sentrifugasi I = 0.15 | V. O. Omotoyinbo (2017) | | |
| | | | Buah | Kadar Protein ug/mL | | Sentrifugasi I = 1.63 | |
| | | Kulit | Aktivitas Enzim (U/mL) | Sentrifugasi I = 0.016 | | | |
| | | | Mahkota | Kadar Protein ug/mL | | Sentrifugasi I = 1.29 | |
| | | Kulit | Aktivitas Enzim (U/mL) | Sentrifugasi I = 0.0094 | | | |
| | | | Buah | Kadar Protein ug/mL | | Presipitasi etanol = 1.37 | |
| Brazil | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | kulit batang, batang, daun | Konsentrasi protein (mg/ml) | Ekstrak mentah = 0.201 | Martins, C. B., dkk (2014) | | |
| | | | Fraksi 30-70% = 0.084 | | | | |
| | | | Aktivitas Bromelin (U/mL) | Ekstrak mentah = 16.25 | | | |
| | | | Fraksi 30-70% = 15.96 | | | | |
| | | | Nang Lae | | | | |
| | | | Thailand | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | | Mahkota | Total Protein (mg) |
| Total Aktivitas (U) | 172.964 ± 1.29a | | | | | | |
| Phu Lae | | | | | | | |
| Batang | Total Protein (mg) | 141.0 ± 3.30a | | | | | |
| | Total Aktivitas (U) | 322.734 ± 1.67a | | | | | |

Nanas dari Thailand yang berasal dari dua daerah dari Nang Lae menghasilkan total protein yang lebih tinggi dari total protein nanas dari Phu Lae, sedangkan total aktivitas enzim dari nanas di daerah Nang Lae memiliki hasil yang lebih rendah dari nanas yang berasal dari Phu Lae. Ekstrak dari bagian mahkota kedua kultivar menunjukkan kandungan protein total tertinggi yaitu $220.5 \pm 3.65a$ dan $141.0 \pm 3.30a$ yang setara dengan 220 dan 141 mg untuk Nang Lae dan Phu Lae, dan aktivitas proteolitik total tertinggi juga di dapatkan dari bagian mahkota sebesar $172.964 \pm 1.29a$ dan $322.734 \pm 1.67a$ yang setara dengan 173.000 dan 322.000 unit untuk Nang Lae dan Phu Lae. Kandungan protein terendah terdapat pada ekstrak bonggol buah yang berasal dari Phu Lae sebesar $27.1 \pm 1.83c$ setara dengan 27 mg dan ekstrak batang buah dari Nang Lae sebesar $29.8 \pm 0.76d$ yang setara dengan 30 mg. Kandungan protein pada bagian batang dan bonggol jauh lebih rendah dibandingkan dengan bagian lainnya. Sama halnya dengan kandungan protein, aktivitas protease total tertinggi terdapat pada bagian mahkota dari kedua kultivar, dan aktivitas terendah terdapat pada batang. Penghasil bromelain tertinggi kedua yaitu dari bagian kulit nanas. Perbedaan aktivitas enzim dan kandungan protein kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jenis enzim yang terkandung dalam nanas, seperti enzim dari batang, dan dari buah yang terdiri dari ananain dan comosain (Ketnawa, S., dkk, 2012).

Nanas dari setiap daerah memiliki aktivitas enzim bromelin dan kadar protein yang berbeda-beda. Hal tersebut terjadi karena perbedaan jumlah sampel yang digunakan, lalu bagian nanas yang dijadikan objek. Penelitian Subang menggunakan mahkota, dari Bogor menggunakan bonggol dan buah, dari Blitar menggunakan Batang nanas, dan bagian yang digunakan pada nanas dari Gowa yaitu batang nanas, sedangkan penelitian dari Nigeria

menggunakan mahkota, bonggol, buah, dan kulit nanas, lalu bagian yang digunakan pada penelitian dari Brazil yaitu kulit batang, batang, dan daun, dan dari Thailand menggunakan kulit, bonggol, batang, dan mahkota. Bromelin terdapat di semua bagian tanaman nanas, tetapi karakteristiknya tergantung pada sumbernya (Bhattacharyya, B. K., 2008). Konsentrasi bromelin tertinggi yaitu berada dibagian batang nanas, maka dari itu ekstrak nya banyak dimanfaatkan sebagai senyawa fitomedisinal (Muntari, dkk, 2012).

Perbedaan pada metode preparasi sampel sangat mempengaruhi karakteristik enzim bromelin karena sangat berkaitan dengan jumlah rendemen yang dihasil serta senyawa yang terambil pada proses ekstraksi, nanas dari Gowa, Bogor dan Blitar menggunakan metode fraksi ammonium sulfat dengan berbagai tingkat kejenuhan sedangkan nanas dari Nigeria menggunakan metode sentrifugasi dan presipitasi etanol, Brazil menggunakan presipitasi etanol dengan berbagai konsentrasi. Dari penelitian tersebut dapat di lihat bahwa metode preparasi sampel oleh metode fraksinasi menggunakan amonium sulfat dan etanol dengan tingkat kejenuhan yang berbeda-beda menghasilkan aktivitas enzim dan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan presipitasi etanol satu konsentrasi. Nanas dari Blitar maupun Brazil pada metode presipitasi ammonium sulfat dan etanol dengan tingkat kejenuhan yang berbeda-beda menunjukkan hasil yang paling baik pada fraksi 2 dengan tingkat kejenuhan 40-60% dari nanas Blitar dan 30-70% dari nanas Brazil. Pada penelitian lain, nanas dari Bogor menggunakan bagian bonggol dan buah yang memperoleh hasil aktivitas enzim pada fraksi (0-20%) dan kadar protein pada fraksi (20-50%) yang optimum pada fraksi 2 dengan tingkat kejenuhan 20-50%, kemudian nanas dari Gowa menghasilkan kadar protein tertinggi pada fraksi 60%. Oleh karena itu untuk mendapatkan aktivitas enzim dan kadar protein tinggi preparasi sampel yang digunakan dengan presipitasi Amonium sulfat dengan konsentrasi 0-60%.

Enzim bromelain merupakan katalis protease sebagai glukoprotein, adanya partisi glukosida membuat enzim bromelin dapat diendapkan dengan menurunkan air bebas. Salah satu bahan pengikat yang dapat mengikat air bebas tanpa bereaksi terhadap enzim adalah ammonium sulfat, selain

sebagai pengikat air bebas, bahan yang mengandung glikosida juga dapat diendapkan dengan pelarut polar seperti alkohol (Winarno, 1982). Amonium sulfat sangat larut dalam air dan tidak bereaksi dengan protein. Dengan demikian, presipitasi yang menggunakan amonium sulfat menghasilkan rendemen enzim bromelin yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan amonium sulfat dapat larut seluruhnya dengan air sehingga air bebas berkurang dan protein dapat terendapkan. Sementara itu, etanol hanya siap mengikat gugus glikosida sehingga kurang mampu untuk mengurangi air bebas (Salahudin, 2011).

Faktor lain yang dapat menyebabkan aktivitas enzim dan kadar protein bervariasi adalah tempat di mana nanas berkembang. Nigeria, Blitar, dan Brazil jelas memiliki lingkungan, curah hujan, dan struktur tanah yang sangat berbeda. Pada umumnya tanaman nanas dapat berkembang dan menyesuaikan diri dengan baik di daerah tropis yang terletak antara 25° Lintang Utara sampai 25° Lintang Selatan dengan ketinggian 100 m - 800 m di atas permukaan laut dan suhu antara 21°C - 27°C. Curah hujan yang dibutuhkan oleh nanas tanaman adalah 1000 mm - 1500 mm setiap tahun dan kelembaban 70% - 80%. Nanas memerlukan tanah yang lempung berpasir hingga berpasir, kaya akan bahan organik, drainase yang baik, dan idealnya pH antara 4,5 - 6,5. Sinar matahari adalah faktor iklim yang menentukan perkembangan dan kualitas nanas. Jika intensitas cahaya matahari rendah, perkembangan akan terhambat, buah akan berkembang dengan ukuran kecil, kadar asam tinggi, dan kandungan gula buah rendah (Hadiati Sri, 2008).

Tabel 3. Karakterisasi Bromelin Dalam Negeri Terhadap Suhu dan pH.

| Asal | Varietas | Bagian | Bromelin dalam negeri | | Referensi |
|--------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|----|-----------------------------|
| | | | Suhu (Celcius) | pH | |
| Subang | <i>Ananas comosus</i> L. Merr | Mahkota | 55 | 5 | Saptarini, M.N., dkk (2019) |
| Gowa | <i>Ananas comosus</i> L. Merr | Batang | | 6 | Masri, dkk (2013) |
| Bogor | <i>Ananas comosus</i> L. Merr | Bonggol, Daging | 37 | 7 | Ilyas, M.N., dkk (2020) |
| Blitar | <i>Ananas comosus</i> L. Merr | Batang | 55 | 7 | Herdyastuti, N., (2006) |

Tabel 4. Karakterisasi Bromelin Luar Negeri Terhadap Suhu dan pH

| Asal | Varietas | Bagian | Bromelin luar negeri | | Referensi | |
|----------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| | | | Suhu (Celcius) | pH | | |
| Nigeria | <i>Ananas fitzmueller</i> | Mahkota | 40 | 7 | V. O. Omotoyinbo (2017) | |
| | | Bonggol | 40 | 7 | | |
| | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | Buah | <i>Ananas erectifolius</i> 70 | 40 | | 7 |
| | | Kulit | | 40 | | 7 |
| Brazil | <i>Ananas comosus L. Merr</i> | kulit batang, batang, daun | Sebelum pemurnian 50 | Sebelum pemurnian 7,10 | Martins, C. B., dkk (2014) | |
| | | | Setelah Pemurnian 60 | Setelah Pemurnian 8 | | |
| Thailand | <i>Nang Lae</i> | Kulit | 50 | 7 | Ketnawa, S., dkk (2012) | |
| | | Bonggol | | 7 | | |
| | | Batang | | 8 | | |
| | <i>Phu Lae</i> | Mahkota | 60 | 7 | | |
| | | Kulit | | 8 | | |
| | | Bonggol | | 7 | | |
| | Batang | 8 | | | | |
| | Mahkota | 6 | | | | |

Pada Tabel 3. dan 4. menunjukkan karakterisasi bromelin pada suhu dan pH. Bromelin pada buah nanas yang diperoleh dari Nigeria menunjukkan pengaruh suhu terhadap aktivitas bromelin untuk semua varietas nanas. pada bromelin yang diperoleh dari nanas Subang dan Blitar menghasilkan suhu optimum sebesar 55°C, kemudian pada bromelin dari Bogor suhu optimumnya sebesar 37°C. Pada nanas yang berasal dari luar negeri yaitu berasal dari Nigeria, suhu optimum yang diamati untuk aktivitas bromelin pada semua bagian varietas nanas yang diteliti (*Ananas fitzmueller*, *Ananas comosus*, dan *Ananas erectifolius*) adalah 40°C, hal tersebut sesuai dengan penelitian Ferreira dkk (2011) suhu yang ideal untuk karakteristik bromelin dari kulit batang nanas antara 30°C dan 40°C, namun pada nanas varietas *Ananas erectifolius* bagian bonggol dimana aktivitas bromelin meningkat aktivitasnya pada suhu 70°C. hasil serupa dilaporkan untuk bromelin buah yang memiliki aktivitas maksimum pada suhu 70°C (Suh, dkk., 1992). Bromelin dari nanas lain, seperti varietas Perola dari Brazil, memiliki aktivitas maksimum pada suhu 70°C (Silvestre, dkk., 2012). Pada nanas yang berasal dari Brazil dilakukan dua perlakuan yaitu bromelin sebelum dilakukan pemurnian sebesar 50°C, setelah dilakukan pemurnian terjadi peningkatan yaitu sebesar 60°C, lalu dari Thailand, nanas yang diperoleh dari daerah Nang Lae memperoleh suhu optimum sebesar 50°C dan nanas yang diperoleh dari daerah Phu Lae memperoleh suhu optimum yang lebih besar dari bromelin Nang Lae yaitu sebesar 60°C.

Seperti yang dikemukakan oleh Kumaunang (2011) bahwa suhu optimum enzim tidak terlalu mempengaruhi aktivitas protein, tetapi mempengaruhi kestabilan struktur enzim, sehingga

denaturasi enzim terjadi pada rentang suhu 70-80°C.

Peningkatan suhu yang lebih tinggi secara signifikan dapat merusak struktur enzim sehingga kapasitas enzim dapat berkurang dan bahkan hilang. Saat suhu meningkat, lebih banyak molekul memiliki energi kinetik untuk menjalani reaksi. Setelah suhu dinaikkan di atas suhu optimum, ambang biokimia, energi sistem tinggi sedemikian rupa sehingga ikatan peptida dan ikatan disulfida terganggu, ini dapat menonaktifkan enzim (Martins, CB, et al, 2014).

Aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh pH. pH optimum adalah pH pada saat aktivitas enzim maksimal. pH ini adalah pH ketika pembeli proton atau penerima proton yang berperan penting dalam sisi katalitik enzim atau pengikar substrat berada pada tingkat ionisasi yang ideal, sehingga substrat lebih efektif berinteraksi dengan sisi katalitik enzim (Nielsen et al., 1999).

Pada bromelin yang diperoleh dari Subang memiliki pH 5, hasil ini sesuai dengan kisaran pH bromelin buah yaitu pada rentang 3-8. pH optimum tersebut dipengaruhi oleh sifat substrat, konsentrasi dan jenis buffer, serta adanya pereduksi agen. Pada bromelin dari Gowa memiliki pH optimum 6, lalu bromelin dari Bogor dan Blitar memperoleh pH optimum yang sama yaitu pH 7. Tidak berbeda dengan bromelin dari dalam negeri, bromelin yang dihasilkan dari luar negeri yaitu dari Nigeria yang mengamati dari 3 varietas nanas memperoleh pH optimum yang sama yaitu pH 7, Bromelin dari Brazil, sebelum dilakukan pemurnian memperoleh pH 7 dan 10, tetapi setelah dilakukan pemurnian menunjukkan pola bergeser yaitu memperoleh pH 8, terjadinya profil dua puncak terhadap ekstrak kasar sebelum pemurnian mungkin disebabkan oleh berbagai jenis enzim proteolitik yang disajikan di awal residu. Karena, pada pengolahan nanas, tidak mungkin menghilangkan semua buah dari kulitnya, hal tersebut yang memungkinkan terjadinya profil dua puncak pada ekstrak kasar. Pada bromelin yang diperoleh dari Thailand, nanas Nang Lae bagian kulit, bonggol, dan mahkota memperoleh pH 7, sedangkan nanas Phu Lae bagian kulit menghasilkan pH 8, bagian bonggol pH 7, dan bagian mahkota pH 6, tetapi bagian batang dari kedua kultivar tersebut memperoleh pH optimum yang sama yaitu pH 8. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan jenis enzim dalam ekstrak kasar batang dari ekstrak bagian lainnya. Enzim

proteolitik dari buah matang *bromelia antiacantha Bertol* (Bromeliaceae) menunjukkan aktivitas kaseinolitik yang tinggi yaitu lebih tinggi dari 80% dalam kisaran pH luas (5-9), dengan dua tingkat pH maksimum yaitu pada 6,0 dan 9,0 (Valles, dkk., 2007).

Dalam penelitian Koh, dkk (2006) aktivitas enzim nanas yang di produksi di pulau Jeju, Korea Selatan ditemukan optimal pada pH 7. Aktivitas bromelin menurun drastis pada kondisi asam 3-4 dan juga pada kondisi basa 9-10. Hal tersebut dikarenakan pada pH 7 enzim mempunyai konformasi yang paling sesuai dengan substratnya sehingga dapat membentuk kompleks enzim-enzim substrat yang tepat sehingga dapat menghasilkan produk secara maksimal (Puspita, 2005).

4 KESIMPULAN

Metode ekstraksi yang paling baik ammonium sulfat dan SDS-PAGE. Enzim bromelin yang paling tinggi dari nanas lokal yaitu Bogor pada bagian buah memiliki aktivitas enzim 34 UI, kadar protein 743.61 mg. Nanas luar negeri yang memiliki total protein tertinggi yaitu dari Thailand varietas Nang Lae pada bagian mahkota yaitu sebesar 220.5 mg dan total aktivitas dari varietas Phu Lae sebesar 322.734 U. Suhu dan pH optimum yang paling baik pada enzim bromelin nanas lokal berasal dari Blitar, lalu dari luar negeri yaitu berasal dari Thailand varietas Phu Lae pada bagian bonggol.

ACKNOWLEDGE

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Bapak Apt. Indra Topik Maulana, M.Si dan Ibu Dra. Livia Syafnir, M.Si. yang selalu memberikan pengarahan, nasihat, dan motivasi hinggal selesainya artikel ini. Prodi Farmasi Fakultas MIPA Unisba yang telah memberikan ilmu serta wadah bagi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Azhar, M. (2016). *Biomolekul Sel Karbohidrat, Protein, dan Enzim*, UNP Press. Padang.

Bhattacharyya, B.K. (2008). 'Bromelain. India: Biotechnology and Molecular Biology', *East India Pharmaceutical Works Ltd*, Vol 7, No. 4.

Ferreira, J. F., Bresolin, I. R. P., Silveira, E., Tambourgi, E. (2011). 'Purification of Bromelain from *Ananas comosus* by PEG/Phosphate ATPS', *Chem. Eng. Trans.*, Vol. 24:931-936.

Gardner, F. P. R. B Pear dan F. L. Mitaheel. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*, terjemahan, Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Hadiati, Sri dan Ni Luh Putu Indriyani. (2008). *Petunjuk Teknis Budidaya Nenas*, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Sumatera Barat.

Hairi, Muhamad. (2010). *Pengaruh Umur Buah Nanas Dan Konsentrasi Ekstrak Kasar Enzim Bromelin Pada Pembuatan Virgin Coconut Oil Dari Buah Kelapa Typical (Cocos Nucifera L.)* [Skripsi], Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

Herdyausti N. (2006). 'Isolasi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Bromelin Dari Batang Nanas (*Ananas comosus* L.Merr)', *Berk. Penel. Hayati*, Vol. 12: 75-77.

Hossain, M. F. (2015). 'Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple', *International Journal of Nutritional and Food Sciences*, Vol 4, No. 1: 84-88.

Ilyas, M.N. dkk. (2020). 'Isolasi dan Karakterisasi Enzim Bromelain dari Bonggol dan Daging

- Buah Nanas (*Ananas comosus*)', *Jurnal Chemica*, Vol. 21, No. 2: 133-141.
- Ketnawa, S. et al. (2012). 'Pineapple Wastes: A Potential Source for Bromelain Extraction', *Food and bioproducts processing*, Vol. 90: 385-391.
- Koh, J., Kang, S.-M., Kim, S.-J., Cha, M.-K., Kwon, Y.-J. (2006). 'Effect of Pineapple Protease on the Characteristics of Protein Fibers', *Fibers Polym*, Vol. 7: 180-185.
- Kumaunang, M., Kamu, V. (2011). 'Aktivitas Enzim Bromelin dari Ekstrak Kulit Nenas (*Ananas comosus*)', *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 11, No. 2: 198-201.
- Leung, A.Y., Foster, S. (1996). *Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Martins, B. C. et al. (2014). 'Characterization of Bromelain from *Ananas Comosus* Agroindustrial Residues Purified by Ethanol Fractional Precipitation', *AIDIC*, Vol. 37: 781-786.
- Masri, M. dkk. (2013). 'Isolasi dan Pengukuran Aktivitas Enzim Bromelin dari Ekstrak Kasar Batang Nanas (*Ananas comosus*) Berdasarkan Variasi pH', *Biogenesis*, Vol. 2, No.2.
- Masri, M. (2014). 'Isolasi dan Pengukuran Aktivitas Enzim Bromelin dari Ekstrak Kasar Bonggol Nanas (*Ananas comosus*) pada Variasi Suhu dan pH', *Biogenesis*, Vol. 1, No.2: 116-122.
- Muntari, B., Nurul, A. I., Maizirwan, M., Mohamed, S. J., Hamzah, M. S., Azura, A. (2012). 'Bromelain Production: Current Trends and Perspective', *Archives Des Sciences*, Vol. 65, No. 11: 1-31.
- Nathania dan Bratadiredja. (2018). 'Review: Isolasi dan Uji Stabilitas Enzim Bromelin dari Nanas (*Ananas comosus* L.)', *Farmaka*, Vol. 16, No.1: 374-379.
- Nielsen, J. E., Beier, L., Otzen., D., Borchert, T. V., Frantzen, H. B., Andersen, K. V., Svendsen, A. (1999). 'Electrostatics in the Active Site of an α -Amylase', *Eur. J. Biochem.*, Vol. 246: 816-824.
- O'Neil, M.J. (ed.). (2001). *The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. 13th Edition*, Merck and Co., Inc, Whitehouse Station, NJ.
- Pavan, R., Jain, S., Kumar, A. (2012). 'Properties and Therapeutic Application of Bromelain: A Review. Biotechnology Research International, 2012. Pina *Ananas comosus* (L.) Merrill', *Revista de la Facultad de Agronomia (Maracay)*, Vol.16: 1-11.
- Permana, L.M. (2020). *Karakteristik peptide bioaktif antikolesterol dari hidrolisat protein kedelai hasil hidrolisis bromelin* [Skripsi], Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Puspita, A. (2005). 'Determination of Optimum Condition of Papain Enzyme from Papaya Var Java (*Carica papaya*)', *International Journal Chemistry*, Vol. 2, No. 5: 147-151.
- Salahudin Farid. (2011). 'Pengaruh Bahan Pengendap pada Isolasi Enzim Bromelin dari Bonggol Nanas', *Biopropal Industri*, Vol. 2, No.1: 27-31.
- Saptarini, N.M. (2019). 'Protease Activity and Characterization of Bromelain Extract Of Pineapple (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Crown from Subang, Indonesia', *Rasayan J. Chem*, Vol. 12, No. 4: 2074-2081.
- Silvestre, M. P. C. Carreira, R. L. Silva, M. R. Corgosinho, F. C. Monteiro, M. R. P., Morais, H. A. (2012). 'Effect of pH and Temperature on the Activity of Enzymatic Extracts from Pineapple Peel', *Food Bioprocess Technol*, Vol. 5: 1824-1831.
- Suh, H. J. Lee, H. Cho, H. Y., Yang, H. C. (1992). 'Purification and Characterization of Bromelain Isolated From Pineapple', *J. Korean Agric Chem Soc*, Vol. 35, No. 4: 300-307.
- V. O. Omotoyinbo, M. D. Sanni. (2017). 'Characterization of Bromelain from Parts of Three Different Pineapple Varieties in Nigeria', *Science Publishing Group*, Vol. 5, No.3: 35-41.
- Vallés, D., Furtado, S., Cantera, A.M.B. (2007). 'Characterization of News Proteolytic Enzymes from Ripe Fruits of *Bromelia Antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae)'. *Enzyme Microb, Technol.*, Vol. 40: 409-413.
- Winarno. (1982). *Kimia Pangan dan Gizi*, PT Gramedia Utama, Jakarta.
- R Fathan Said, Darma Gita Cahya Eka, Kodir Reza Abdul. (2021). *Formulasi sediaan Cuka Buah Kopi Menggunakan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Bakteri*

(Acetobacter aceti). *jurnal Riset Farmasi*,
1(1), 38-45.