

PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM *BROMELIN* KASAR DARI KULIT NENAS (*Ananas sativus*) TERHADAP JUMLAH MINYAK, BILANGAN ASAM DAN BILANGAN PEROKSIDA PADA PEMBUATAN MINYAK KELAPA

I.A.Rivai Bakti dan Rifnida Susanty
Jurusan Kimia F.MIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Enzim Bromelin yang diisolasi dari kulit nenas, dengan menggunakan metoda Anson mempunyai Aktivitas Proteolitiknya yaitu 15,96 $\mu\text{mol}/\text{menit}$, dan mampu meningkatkan jumlah minyak kelapa dari kelapa parut dua kali dari tanpa penambahan enzim bromelin. Tetapi enzim bromelin dapat juga mempengaruhi peningkatan bilangan asam dan bilangan peroksidanya meskipun dalam peningkatan yang kecil. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan asam dan bilangan peroksida minyak kelapa masih dibawah Standar Industri Indonesia (SII).

Hal ini diketahui dengan memvariasikan lama pemeraman dan konsentrasi enzim bromelin, yaitu 18 jam, 21 jam dan 24 jam dengan konsentrasi larutan enzim bromelin yang ditambahkan ke kelapa parut sebesar 0,3%;0,6%;0,9% dan 1,2% terhadap kelapa parut.

Kata kunci : bromelin, kelapa parut, bilangan peroksida dan bilangan asam.

PENDAHULUAN

Minyak kelapa adalah salah satu minyak goreng digunakan untuk memasak berbagai masakan, telah banyak digunakan masyarakat karena pembuatan minyak kelapa ini dapat dilakukan secara sederhana pada industri rumah tangga. Namun minyak yang dihasilkan sedikit atau tidak maksimal dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengolahnya. Minyak dalam buah kelapa

berada dalam bentuk butiran-butiran dengan bentuk emulsi dengan air. Dimana masing-masing butiran diselubungi protein. Jadi prinsip pengambilan minyak adalah pemecahan selubung protein ini. Dengan pecahnya selubung ini diharapkan minyak dapat mengalir keluar, (Palungkun, 1993:25). Dalam hal ini digunakan enzim yang bersifat proteolitik yang mampu mengurai dan memecahkan protein. (Winarno , 1982 : 73).

Enzim proteolitik ini salah satunya diperoleh dari limbah kulit nenas yang mengandung enzim bromelin antara 50% - 75%, sedangkan daging buahnya antara 80% - 125%, (Lisdiang,1997 :17). Selama proses, kemungkinan terjadi oksidasi minyak yang dipercepat oleh kontak langsung dengan oksigen, sehingga minyak diperoleh bisa mengandung peroksida. (Abubakar, dkk, 1998: 20). Selain itu, asam lemak bebas juga dapat terbentuk melalui proses hidrolisis sekaligus proses oksidasi. (Ketaren, 1986: 60). Derajat asam dan derajat peroksida dari minyak kelapa sangat mempengaruhi kualitas

minyak tersebut. Untuk itu perlu diketahui pengaruh lama pemeraman dan penambahan enzim bromelin kulit nenas terhadap peningkatan jumlah minyak kelapa, bilangan asam dan bilangan peroksida agar dapat diperoleh minyak kelapa yang banyak dengan mutu yang baik. Minyak kelapa diperoleh dari daging kelapa segar atau dari kopra. Kandungan minyak untuk buah kelapa yang sudah cukup masak mencapai 65% sampai 72% pada kelapa yang kering , (Ketaren,1986: 26). Adapun komposisi daging buah kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Daging Buah Kelapa Berbagai Tingkat Kematangan per 100/g

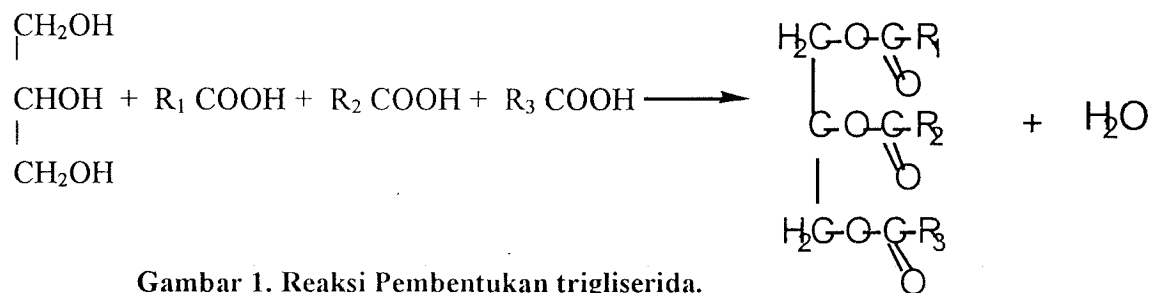
Senyawa Penyusun	Buah Muda	Buah sedang	Buah Tua
Kalori	68,0 kal	180,0 kal	359 kal
Protein	1,0 g	4,0 g	3,4 g
Lemak	0,9 g	13,0 g	14,0 g
Kalsium	17,0 g	8,0g	21,0 g
Fosfor	30,0 g	35,0 g	21,0 g
Besi	1,0 g	1,3 mg	2,0 g
Aktifitas vitamin A	0,0 lμ	10,0 lμ	0,0 lμ
Thiamin	0,0 mg	0,5 mg	0,1 mg
Asam askorbat	4,0 mg	4,0 mg	2,0 mg
Air	83,3 g	70,0 g	446,9 g
Bagian yang dapat dimakan	53,0 g	53,0 g	53,0 g

Sumber : Thieme,J.G. dalam Ketaren,1986 : 27

Pada waktu daging buah kelapa diparut, sel-selnya akan rusak dan isi sel dengan mudah dikeluarkan dalam wujud emulsi berwarna putih yang dikenal sebagai santan yang mengandung minyak sebanyak 50%. Sisa minyak yang lain dapat diperoleh dengan penambahan air dan pemerasan . (Suhardiyono, 1989 : 129).

Pada industri tradisional, yaitu dengan cara pemanasan santan dan pemerasan glondho, dari 100 butir kelapa, dihasilkan

minyak 11,25 kg dan dari kelapa hibrida dihasilkan minyak 12,5 kg. (Suhardiyono, 1989 :130). Minyak terdiri dari trigliserida atau ester-ester dari gliserol dan asam-asam alifatik rantai panjang dengan berat molekul tinggi baik jenuh maupun tidak jenuh. Reaksi pembentukan trigliserida secara umum sebagai berikut :



Gambar 1. Reaksi Pembentukan trigliserida.
Sumber : F.G. Winarno,1997 : 86

Ada tiga asam lemak utama sebagai penyusun minyak kelapa yaitu : asam laurat (44-52%), asam miristat (13-19%) dan asam palmitat (7,5-10%). Sisanya berupa asam lemak lain yang jumlahnya relatif kecil, (Abubakar,1998:5). Sifat fisika yaitu : massa jenis 0,91- 0,92, titik beku 18- 20°C, titik cair 24 – 26°C, (Suhardiman, 1990 : 95).

Warna disebabkan oleh zat warna merupakan hidrokarbon tak jenuh dan tidak stabil pada temperatur tinggi dan kotoran-kotoran lainnya. (Ketaren,1986 : 29).Adapun Standar Industri Indonesia persyaratan minyak kelapa yang belum diolah terlihat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Standar Industri Indonesia Untuk Minyak Kelapa Yang Belum Diolah

Komponen	SII
Kadar Air	Maksimum 0,5%
Kotoran	Maksimum 0,5%
Bilangan Yod	8 - 10,0
Angka Penyabunan	225 - 265
Angka Peroksida (mgr O ₂ /gr sampel)	Maksimum 5,0 %
BilanganAsam (%FFA) (dalam % Laurat)	Maksimum 5,0%
Warna , bau	Normal

Sumber : Suhardiyono,1989:138

Enzim Bromelin

Buah nenas mengandung enzim protease yang disebut bromelin, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan didalam industri pangan. Secara sistematik enzim bromelin diberi kode EC.3.4.22.4, (Lisdiang,1997:16).

Enzim bromelin adalah enzim pengurai protein dan menggumpalkan susu ditemukan dalam jus buah nenas dan bagian buah nenas lainnya. Enzim ini dapat diawetkan atau diendapkan dengan

menggunakan aseton dan juga dengan amonium sulfat. Tidak seperti papain, enzim bromelin dari buah nenas tidak hilang setelah buah matang. Enzim bromelin merupakan asam dan basa protein, dengan respon UV max: 280 nm, (Windholz M. dkk,1983 : 1360). Kandungan enzim bromelin pada bagian - bagian nenas bervariasi. dapat dilihat pada Tabel 3.

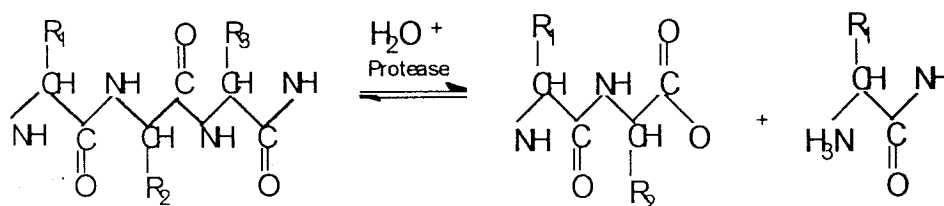
Tabel 3. Kandungan Bromelin Dalam Buah Nenas

Bagian buah	Daging buah masak (%)	Kulit buah (%)	Tangkai (%)	Buah Utuh mentah (%)	Daging Buah Mentah (% b/b)
Σ Bromelin	8 - 12,5	5 - 7,5	4 - 6	4 - 6	5 - 7

Sumber : Lisdiang, 1997:17

Pada umumnya sasaran enzim proteolitik adalah ikatan-ikatan peptida, yaitu ikatan antara asam amino yang satu dengan asam amino yang lain, akibatnya rantai-rantai peptida protein dihidrolisis sehingga ikatan

antara CO dan NH putus, menyebabkan protein pecah, minyak yang teremulsi dalam air dapat keluar, (Abubakar, 1998:7). Mekanisme reaksi pemecahan peptida oleh enzim protease sebagai berikut :



Gambar 2. Reaksi Hidrolisis Protein oleh Enzim Protease
Sumber : Abubakar,1998 : 8

Bilangan Asam

Bilangan asam menunjukkan kandungan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak yang meskipun dalam jumlah kecil dapat menyebabkan minyak berbau tengik. Lemak apabila dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak, disebabkan proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Disamping itu dapat pula terjadi proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh yang hasilnya akan menambah bau dan rasa tidak enak, (Poedjiadi, 1994 : 61).

Hidrolisis menyebabkan terpisahnya molekul-molekul trigliserida pada rantai ester dan terbentuk asam lemak bebas. Hasilnya

adalah ketengikan hidrolitik, yang ditemukan pada minyak-minyak tertentu, seperti minyak kelapa, kelapa sawit yang diturunkan dari jaringan tumbuhan dengan kelembaban yang tinggi, (Brancen, dkk, 1990 : 152).

Bilangan asam merupakan banyaknya miligram kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk menetralkan asam dalam satu gram minyak. Kandungan asam lemak bebas (%FFA) adalah sebagai persen berat dari asam lemak tertentu (biasanya oleat dengan berat molekul 282 atau berat rataannya dan berat molekul alami tertentu yang akan dianalisa). (Palmeranz dan Meloan,1978 : 731).

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan nilai untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya, membentuk peroksida. Kerusakan minyak melalui hidrolisis polimerisasi dan oksidasi, dapat terjadi pada semua tahap ekstraksi, pemerosesan, pengemasan dan akhirnya pemakaian minyak yang menyebabkan minyak atau makanan yang mengandung minyak menjadi tidak menarik untuk dikonsumsi. (Winarno,1997: 106). Kelembaban udara, cahaya, suhu tinggi dan adanya bakteri perusak adalah faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya ketengikan minyak. (Poedjadi, 1994 : 61). Prinsip penentuan bilangan peroksida, adalah berdasarkan reaksi antara alkali iodida dan larutan asam dengan ikatan peroksida. Iodin bebas dititrasi dengan natrium tiosulfat. (Ketaren,1986: 60). Banyaknya iod yang dibebaskan ekuivalen dengan banyaknya natrium tiosulfat. (Sudarmadji,dkk,1989 : 116).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Digunakan Rancangan Acak Lengkap kombinasi lama pemeraman dan konsentrasi enzim bromelin, 3 perlakuan lama pemeraman dan 4 variasi konsentrasi enzim bromelin, yaitu :

- T₁ Pemeraman selama 18 jam
- T₂ Pemeraman selama 21 jam
- T₃ Pemeraman selama 24 jam
- E₀ Penambahan Enzim 0%
- E₁ Penambahan Enzim 0,3%
- E₂ Penambahan Enzim 0,6%
- E₃ Penambahan Enzim 0,9%
- E₄ Penambahan Enzim 1,2 %

Masing-masing perlakuan dilakukan perulangan sebanyak tiga kali. Apabila terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil. Parameter yang diukur adalah

1. Aktivitas Enzim Bromelin dari Kulit Nenas
2. Jumlah minyak hasil fermentasi dengan Enzim Bromelin
3. Bilangan Asam (%FFA) (Sudarmadji, 1984 : 63)
4. Bilangan Peroksida (Abubakar, 1997 : 30)

Prosedur Kerja

Isolasi Enzim Bromelin dari Kulit Nenas (Lisdiang, 1997 : 85 – 86)

Kulit nenas sebanyak 3 kg dicuci dan dipotong kecil-kecil, kemudian diblender sehingga menjadi bubur kulit nenas. Bubur kulit nenas yang sudah jadi di press untuk mendapatkan cairan atau ekstrak buah nenas. Ekstrak buah kasar yang diperoleh di tambahkan aseton untuk mengendapkan protein enzim. ditunggu beberapa saat sampai terbentuk endapan yang banyak, kemudian disaring, endapan yang diperoleh adalah enzim bromelin kasar yang dapat segera dipakai atau dikeringkan untuk memperoleh

berat yang konstan, sedangkan filtratnya dapat ditambahkan aseton lagi untuk mengendapkan sisa enzim yang masih terkandung. Selanjutnya terhadap enzim tersebut dilakukan penentuan aktivitas proteolitik enzim bromelin (Metode Anson dalam Muharni, 1992 : 28).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian isolasi enzim bromelin diperoleh dari 6 kg kulit nenas di press diperoleh 1026 ml ekstrak kulit nenas, ditambah acetone dingin terbentuk endapan ekstrak enzim kasar kekuningan 10, 2 gram.

Tabel 4. Hasil Uji Protein Enzim Bromelin

No	Reagen	Warna Terbentuk			Hasil
		1	2	3	
1.	Biuret	Ungu	Ungu	Ungu	Positif
2.	Millon	Merah	Merah	Merah	
3.	Ninhidrin	Biru	Biru	Biru	

Tabel 5. Rekapitulasi Data Bilangan Asam Hasil Pemeraman dengan Enzim Bromelin

Faktor A Lama Pemeraman	Faktor B Konsentrasi Enzim Bromelin % b/b					Jumlah % b/b	Rata-rata % b/b
	E0	E1	E2	E3	E4		
	T1 (18 jam)	1,43	1,83	2,46	3,06		
T2 (21 jam)	1,48	2,04	2,51	4,04	4,26	14,33	2,866
T3 (24 jam)	1,93	2,36	2,86	4,47	4,29	16,54	3,308
Jumlah B	4,84	6,23	7,83	11,57	12,87	43,34	-
Rata-rata	1,613	2,077	2,61	3,857	4,29	-	2,889

Tabel 6. Rekapitulasi Data Bilangan Peroksida Hasil
Pemeraman dengan Enzim Bromelin

Faktor A Lama Pemeraman	Faktor B Konsentrasi Enzim Bromelin (% b/b)					Jumlah (% b/b)	Rata-rata (% b/b)
	E0	E1	E2	E3	E4		
T1 (18 jam)	9,7	10,5	10,8	11,3	11,6	53,9	10,38
T2 (21 jam)	10,4	10,9	11,4	11,6	12,2	56,5	11,3
T3 (24 jam)	10,8	11,3	11,7	12,3	12,5	58,6	11,68
Jumlah B	30,9	32,7	33,9	35,2	36,3	169	-
Rata-rata	10,2	10,9	11,3	11,4	11,77	-	11,12

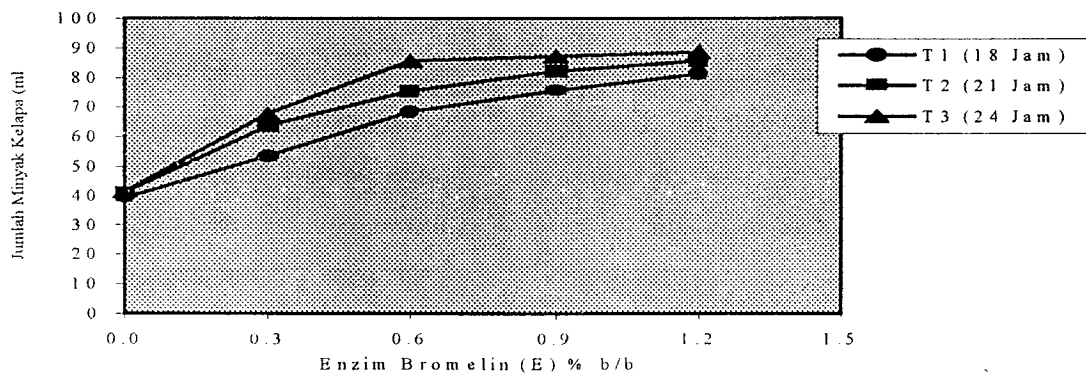
Aktivitas Enzim Bromelin.

Aktivitas enzim Bromelin ditentukan berdasarkan produk tirosin yang dihasilkan. Digunakan panjang gelombang maksimum larutan tirosin yaitu 650 nm, yang dengan enzim bromelin terurai menjadi produk tirosin diperoleh serapannya sebesar 0,520 nm. Dengan membandingkan absorbansi 0,520 nm dengan kurva kalibrasi standar larutan tirosin yang identik. Hal ini berarti konsentrasi tirosin contoh yang dibebaskan dari substrat kasein yang terurai akibat kerja enzim bromelin per menit adalah 15,96 μ M, Winarno (1992:12) bahwa suatu enzim protease didasarkan pada mikro ekuivalen karboksil bebas (asam amino bebas) yang terbentuk per menit. Satu satuan dari suatu enzim adalah jumlah enzim tersebut yang mampu mengkatalisis perubahan 1 μ mol substrat per menit pada kondisi tertentu.

Pada Gambar 3 terlihat semakin besar konsentrasi enzim dan semakin lama pemeraman maka semakin banyak pula jumlah minyak kelapa yang dihasilkan. Peningkatan jumlah minyak kelapa yang tertinggi adalah pada penambahan konsentrasi enzim antara 0,3% sampai 0,6 %, yang menunjukkan bahwa enzim proteolitik melakukan aktivitasnya terhadap substrat protein secara optimal karena konsentrasi substrat lebih banyak dari konsentrasi enzim. Tetapi pada penambahan konsentrasi enzim 0,9% sampai 1,2%, pertambahan peningkatan jumlah minyak yang diperoleh tidak terlalu tinggi. Oleh karena itu pada penambahan konsentrasi 0,9% sampai 1,2% pertambahan kenaikan jumlah minyak kelapa relatif kecil, karena akan menuju kekeadaan konstan, seperti yang dikemukakan Lehninger, (1990 : 241).

Menurut Abu Bakar (1998 :7) enzim bromelin, mampu memecahkan ikatan-ikatan peptida yang menyelubungi minyak, karena dapat memutuskan ikatan peptida, ikatan antara asam amino yang satu dengan asam amino yang lain, rantai-rantai peptida protein dihidrolisis sehingga ikatan antara CO dan NH putus, protein pecah, minyak yang teremulsi dalam air dapat mengalir keluar.

Semakin lama pemeraman maka minyak yang dihasilkan pun semakin banyak, hal ini menunjukkan bahwa enzim bromelin akan bekerja lebih maksimal lagi bila semakin lama pemeramannya sesuai dengan lama waktu yang dibutuhkan enzim untuk menghidrolisi substratnya, yaitu protein secara maksimal pula.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Penambahan Enzim Bromelin dan Lama Pemeraman Terhadap Jumlah Minyak Kelapa

Tabel 7. Jumlah Minyak Kelapa Hasil Penambahan dan Lama
 Pemeraman Dengan Enzim Bromelin.

Kombinasi Perlakuan	Pengulangan			Jumlah (ml)	Rata-rata (ml)
	1	2	3		
T ₁ E ₀	40	39	38	117	39,0
T ₁ E ₁	53	54	53	160	53,3
T ₁ E ₂	68	69	68	205	68,3
T ₁ E ₃	76	76	75	227	75,7
T ₁ E ₄	82	81	81	244	81,3
T ₂ E ₀	41	41	40	122	40,7
T ₂ E ₁	66	66	63	195	63,7
T ₂ E ₂	75	75	76	226	75,3
T ₂ E ₃	82	83	81	246	82,0
T ₂ E ₄	85	87	85	257	85,7
T ₃ E ₀	41	41	41	123	41,0
T ₃ E ₁	69	66	68	203	67,7
T ₃ E ₂	85	86	86	257	85,7
T ₃ E ₃	87	87	87	261	87,0
T ₃ E ₄	90	88	88	266	88,6
Total	1040	1039	1030	3109	-

Jumlah minyak tertinggi yang dihasilkan adalah 88,6 ml pada penambahan konsentrasi enzim 1,2% dan lama pemeraman 24 jam. Sedangkan terkecil adalah 39 ml tanpa penambahan enzim pada 18 jam. Bilangan asam minyak kelapa hasil pemeraman dengan enzim ini menunjukkan bahwa semakin banyak enzim yang ditambahkan, semakin tinggi bilangan asamnya, maka semakin banyak pula butiran-butiran minyak yang teremulsi dengan air dapat dikeluarkan. Minyak tersebut terhidrolisis menghasilkan asam lemak bebas, (Winarno 1997 :106), dengan

adanya air, lemak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dipercepat oleh basa, asam dan enzim-enzim. Hidrolisis sangat mudah terjadi dalam lemak dengan asam lemak rendah, seperti pada mentega, minyak kelapa sawit dan minyak kelapa. Bilangan asam minyak kelapa tanpa enzim bromelin lebih kecil, yaitu 0,477% pada 18 jam, sedangkan bilangan asam terendah pada minyak kelapa dengan penambahan enzim bromelin adalah 0,61%, yaitu pada penambahan enzim bromelin 0,3% dan pemeraman 18 jam dan kandungan asam lemak bebas tertinggi pada minyak kelapa

dihasilkan oleh penambahan enzim 1,2% pada 24 jam yaitu 1,64%. Meskipun bilangan asam meningkat, tetapi volume minyak yang dihasilkan adalah jauh lebih banyak bila dibandingkan dengan minyak kelapa tanpa penambahan enzim bromelin, walaupun secara keseluruhan kandungan bilangan asam pada minyak kelapa hasil pemeraman dengan enzim bromelin ini masih jauh dibawah standar maksimum yang diperbolehkan Standar Industri Indonesia yaitu sebesar 5,0%.

Meskipun bilangan peroksida minyak kelapa semakin tinggi dengan semakin tingginya konsentrasi enzim bromelin dan lama pemeramannya, tetapi bilangan peroksida tersebut masih dibawah standar Standar Industri Indonesia (SII), yaitu sebesar 5,0 % mg O₂/gram contoh.

KESIMPULAN

1. Enzim yang bersifat protease dapat diisolasi dari kulit nenas dan mempunyai aktivitas sebesar 15,96 μmol/menit. Penambahan enzim bromelin meningkatkan jumlah minyak kelapa yang diperoleh, makin tinggi konsentrasi enzim yang ditam-bahkan dan waktu

pemeraman semakin lama, semakin tinggi pula jumlah minyak yang diperoleh, yaitu dari 39,0 ml menjadi 88,6 ml/ 300 gram kelapa parut.

2. Semakin tinggi konsentrasi enzim yang ditambahkan dan waktu lama pemeraman, semakin tinggi pula bilangan asam dan bilangan peroksidanya, dimana bilangan asam tanpa penambahan enzim 0,477% menjadi 1,64% bila ditambahkan enzim bromelin sedangkan bilangan peroksida tanpa penambahan enzim 3,233 % mgr O₂/gram contoh menjadi 5,167% mgr O₂/gram contoh berarti masih dibawah Standar Industri Indonesia (SII) yaitu 5% untuk bilangan asam dan 5% mgr O₂/gram contoh untuk bilangan peroksida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar,dkk . 1998, *Fermentasi Minyak Kelapa dengan Enzim Papain Kasar. Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala. Aceh.*
- Branen, dkk. 1990. *Food Additives.* Mariel Dekker, Inc. New York & Basel.

- Darmana. 1996. *Penentuan Pengaruh Frekuensi Pemakaian Terhadap Bilangan Peroksida pada Minyak Kelapa Sawit dengan Metode Titrasi Iodometri*. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Haryanto, E & Hendarto, B. 1996. *Nenas*. Edisi 1. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Lehninger, Albert L. 1990. *Dasar-Dasar Biokimia*. Maggie, T. Penterjemah. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Lisdiang. 1997. *Budidaya Nenas Pengolahan dan Pemasaran*. Penerbit Aneka. Solo.
- Muharni. 1992. *Penentuan Aktivitas Proteolitik dan Aktivitas Penggumpalan Enzim Sebelum dan Sesudah Amobilisasi*. Tesis Sarjana Kimia Universitas Andalas. Padang.
- Palungun, R. 1993. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pomeranz & Meloan. 1978. *Food Analysis Theory and Practice*. Revise ed. AVI Publishing Company. Inc. Westport.
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia, UI Press.
- Steel, Robert G D & Torrie, James H. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Edisi Kedua. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sudarmadji. dkk. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty & Pusat Antar Universitas Pangan & Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Suhardiyono, L. 1997. *Tanaman Kelapa Budidaya & Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Winarno F.G. 1982. *Enzim Pangan*. P.T. Gramedia, Jakarta
- Winarno.F.G. 1997. *Enzim Pangan. Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Windholz, Marta, et al. 1983. *The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. Tenth Edition. Merck & Co. Inc. USA.