

#### 4. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RASA UMAMI *SEAWEED*

Tingkat rasa umami pada *seaweed* dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsiknya yaitu besarnya kandungan asam amino umami (glutamat dan aspartat) serta 5' nukleotida umami yaitu 5'IMP dan 5'GMP yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Sedangkan faktor ekstrinsik yang mempengaruhi rasa umami *seaweed* yaitu metode pengeringan dan waktu penyimpanan. Menurut Behrens *et al.* (2011), proses thermal seperti pengeringan telah diketahui dapat meningkatkan rasa umami dan rasa gurih dari beberapa produk pangan, contohnya adalah tomat dan jamur yang dikeringkan menggunakan sinar matahari memiliki rasa umami yang lebih tinggi daripada tomat dan jamur yang tidak dikeringkan. Selain itu, menurut Gupta *et al.* (2011), pengeringan *seaweed* dapat menurunkan aktivitas air, memperlambat pertumbuhan mikroba, mempertahankan kualitas yang diinginkan, serta mengurangi volume penyimpanan. Menurut Hamid *et al.* (2018), *seaweed* harus dikeringkan setelah dipanen karena *seaweed* akan mengalami penurunan kualitas dan cepat rusak apabila tidak dikeringkan. Selain itu, menurut Mouritsen (2012), beberapa proses seperti pemasakan, pendidihan, pengukusan, pengasapan, pengeringan, marinasi, penggaraman, pemeraman, dan fermentasi berkontribusi terhadap proses degradasi sel dan makromolekul yang nantinya akan berpengaruh terhadap meningkatnya rasa umami yang dihasilkan akibat lepasnya asam amino umami seperti asam glutamat dan asam aspartat dari molekul protein.

*Sun drying*, *oven drying*, dan *freeze drying* merupakan cara pengeringan yang paling umum dilakukan pada penelitian *seaweed*, dimana *sun drying* dan *oven drying* dapat digolongkan ke dalam pengeringan yang murah, sedangkan *vacuum drying* dan *freeze drying* dapat digolongkan ke dalam pengeringan yang mahal (Charles, Sridhar, & Alamsjah, 2019; Gupta, Cox, & Abu-ghannam, 2011; Neoh, Matanjun, & Lee, 2016; Sarbatly *et al.*, 2010). Namun, menurut penelitian Hamid *et al.* (2018), metode pengeringan *seaweed* kombu (*Saccharina japonica*) dan wakame (*Undaria pinnatifida*) yang menghasilkan aspartat dan glutamat tertinggi adalah menggunakan metode *freeze drying* bila dibandingkan dengan *oven drying* suhu 40 dan 80°C dengan perbedaan yang cukup signifikan. Kandungan aspartat dan glutamat pada berbagai jenis *seaweed* dan

berbagai metode pengeringan dalam satuan g / 100 gram *dry weight* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g *dry weight*) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed*

Jenis <i>Seaweed</i>	Metode Pengeringan	Kandungan Asam Amino Umami (g/100 g <i>dry weight</i> )		Referensi
		Asam Aspartat	Asam Glutamat	
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Sun drying</i> <sup>a*</sup>	9,99 ±0,17	11,4 ±0,25	[6]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Oven drying</i> <sup>b*</sup>	10,1 ±0,21	11,6 ±0,39	[6]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>c*</sup>	9,88 ±0,14	11,3 ±0,07	[6]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying</i> (25°C) <sup>d**</sup>	0,102 ±0,002	0,103 ±0,008	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying</i> (40°C) <sup>e**</sup>	0,095 ±0,016	0,151 ±0,003	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying</i> (70°C) <sup>f**</sup>	0,104 ±0,001	0,122 ±0,015	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>g**</sup>	0,118 ±0,008	0,152 ±0,006	[54]
<i>Ulva rigida</i>	<i>Oven drying</i> <sup>h**</sup>	0,0027 ±0,0006	0,013 ±0,005	[34]
<i>Ulva rigida</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>i**</sup>	0,0024 ±0,0007	0,051 ±0,002	[34]
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Oven drying</i> <sup>h**</sup>	0,0049 ±0,0007	0,018 ±0,003	[34]
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>i**</sup>	0,036 ±0,005	0,055 ±0,009	[34]
<i>Chondrus crispus</i>	<i>Oven drying</i> <sup>h**</sup>	0,177 ±0,017	0,133 ±0,023	[34]
<i>Chondrus crispus</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>i**</sup>	0,520 ±0,102	0,627 ±0,109	[34]

Keterangan :

a = kadar air setelah dikeringkan 12.4±0.03 % *dry weight* ; dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 4 hari

b = kadar air setelah dikeringkan 7.60±0.00% *dry weight* ; dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 15 jam

c = kadar air setelah dikeringkan 9.47±0.52% *dry weight* ; diletakkan di *freezer* pada suhu – 70°C selama 24 jam, kemudian dikeringkan di *freeze drier* selama 5 hari

d = kadar air 5.9±0.2 %

e = kadar air 4.4±0.2 %

f = kadar air 4.0±0.5 %

g = kadar air 3.0±0.4 %

h = dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 24 jam

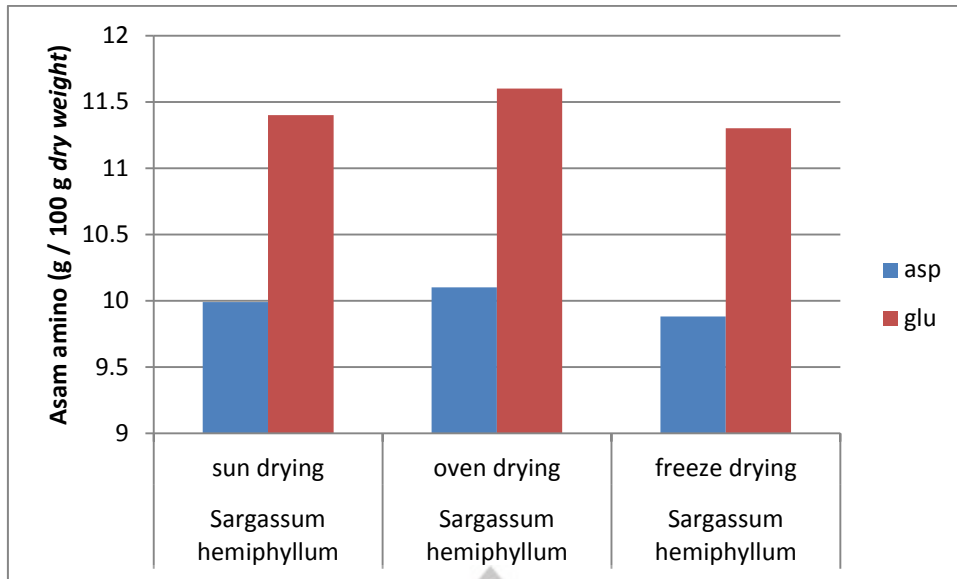
i = dikeringkan menggunakan *freeze dryer* pada suhu – 50°C dengan tekanan 154 bar selama 48 jam

\* metode pengukuran = sample *seaweed* dihidrolisis di 6 N HCl pada suhu 110°C selama 24 jam di kondisi vakum, kemudian diukur menggunakan *amino acid analyzer*

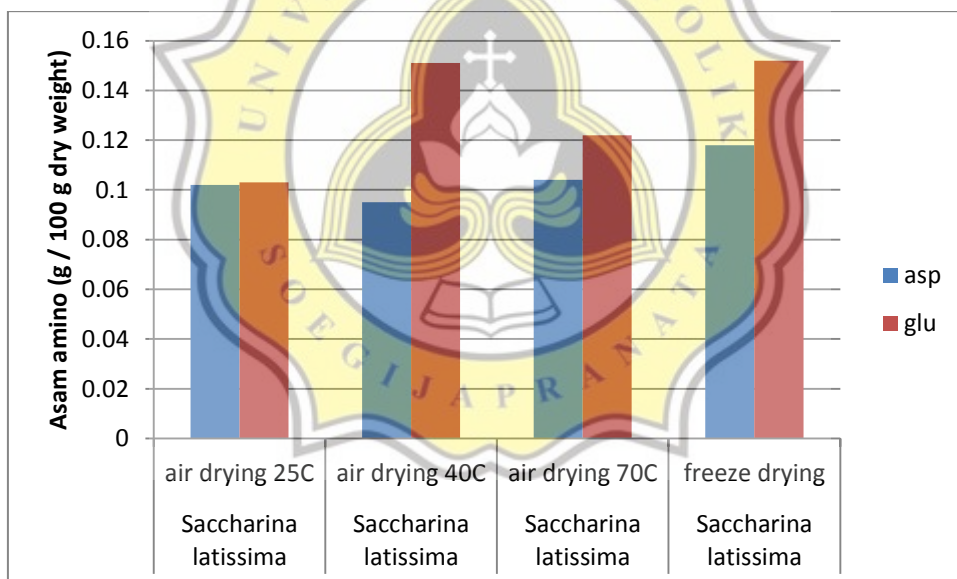
\*\* metode pengukuran menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

Berdasarkan Tabel 6., dapat dilihat bahwa pada *seaweed* jenis *Sargassum hemiphyllum* memiliki kandungan aspartat dan glutamat yang paling tinggi bila dikeringkan dengan metode *oven drying*, namun perbedaannya tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan metode pengeringan lain seperti *sun drying* dan *freeze drying*. Pada *seaweed* jenis *Saccharina latissima*, metode pengeringan yang menghasilkan kandungan aspartat dan glutamat paling tinggi adalah metode *freeze drying*. Kandungan aspartat pada *seaweed* jenis *Ulva rigida* dan *Codium tomentosum* lebih tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *oven drying*, sedangkan kandungan glutamat pada *Ulva rigida* dan *Codium tomentosum* lebih tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*. Sedangkan pada *seaweed* jenis *Chondrus crispus*, kandungan aspartat dan glutamat keduanya lebih tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*.

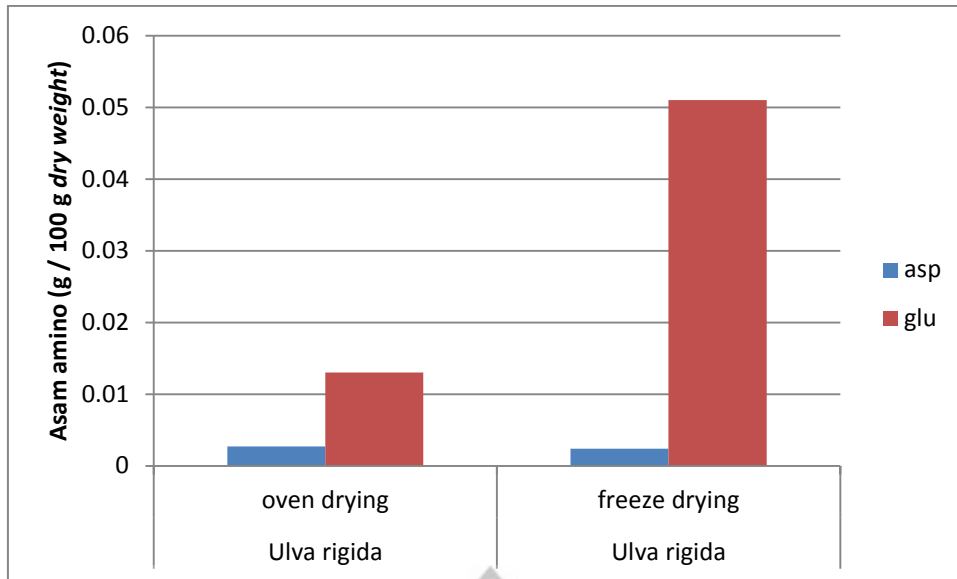
Menurut penelitian yang dilakukan oleh St évant *et al.* (2018), pengeringan yang paling menjaga kandungan asam aspartat dan asam glutamat bebas pada *seaweed* jenis *Saccharina latissima* yaitu metode *freeze drying* bila dibandingkan dengan metode *air drying*. Selain itu, menurut Chan *et al.* (1997), *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *sun drying* akan mengandung lebih banyak kadar air dibandingkan dengan *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *oven drying* maupun *freeze drying*, dimana kadar air yang lebih tinggi tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat mengatur terjadinya aktivitas enzimatis. Hal inilah yang menyebabkan kadar aspartat dan glutamat pada metode pengeringan *sun drying* cukup tinggi dan bahkan lebih tinggi dari kandungan aspartat dan glutamat pada metode *freeze drying* pada penelitian yang dilakukan oleh Chan *et al.* (1997), meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan. Proses hidrolisis enzimatis endogen protein dapat terjadi selama penyimpanan dan pemeraman kombu sehingga menyebabkan kadar glutamat tinggi serta rasa umami yang khas (St évant *et al.*, 2018).



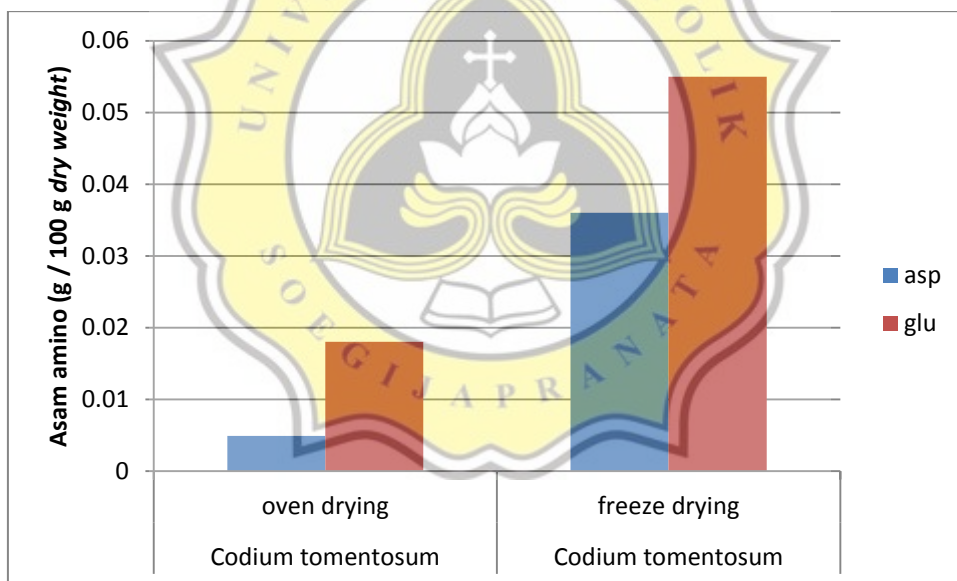
**Gambar 8.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g dry weight) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum hemiphyllum*



**Gambar 9.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g dry weight) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Saccharina latissima*

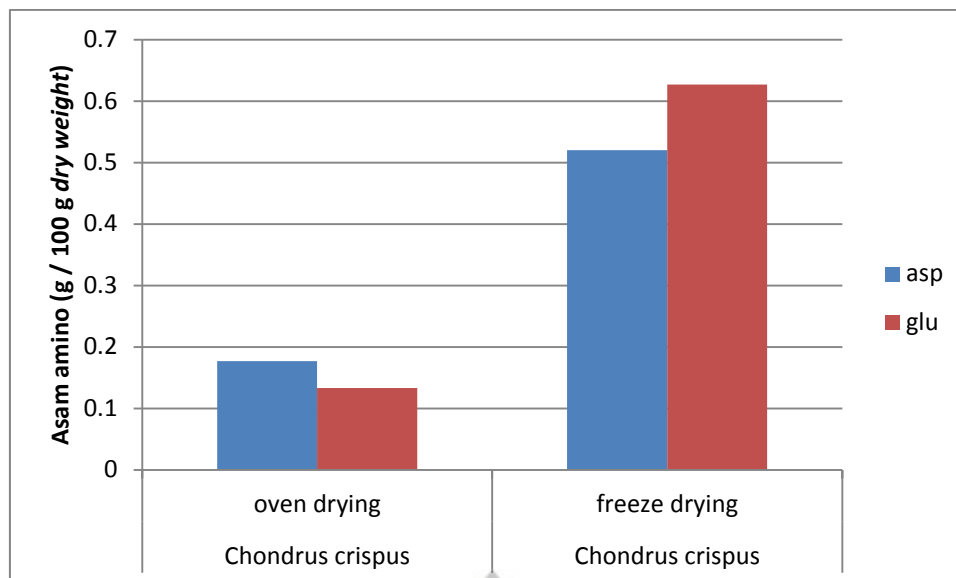


**Gambar 10.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g dry weight) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Ulva rigida*



**Gambar 11.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g dry weight) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Codium tomentosum*





**Gambar 12.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g dry weight) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Chondrus crispus*

Berdasarkan Gambar 8-12, sebagian besar kandungan asam glutamat pada *seaweed Sargassum hemiphyllum*, *Saccharina latissima*, *Ulva rigida*, *Codium tomentosum*, dan *Chondrus crispus* lebih tinggi daripada kandungan asam aspartatnya. Bila dilihat dari nilai RUC (*Relative Umami Concentration*) nya, nilai RUC asam glutamat adalah 1, sedangkan nilai RUC asam aspartat hanya sebesar 0,077. Artinya adalah asam glutamat akan memberikan rasa umami yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan asam aspartat (Yamaguchi *et al.*, 1971). Selain itu, sebagian besar *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *freeze drying* akan mengandung asam aspartat dan asam glutamat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain.

Pada Gambar 9., dapat dilihat bahwa pada metode *freeze drying* dan *air drying* suhu 40°C menghasilkan kandungan glutamat yang paling tinggi. Pada sampel yang dikeringkan menggunakan metode *air drying* suhu rendah (25°C) dan *air drying* suhu tinggi (70°C) telah diekspektasikan menghasilkan kandungan yang berbeda terkait dengan komposisi senyawa aktif aromanya. Namun, ternyata pada sampel tersebut menghasilkan kandungan asam amino bebas seperti glutamat dan aspartat yang hampir sama sehingga juga memiliki kandungan *flavor* dan aroma yang hampir sama pula ketika dilakukan evaluasi sensori (St évant *et al.*, 2018).

Kandungan umami dari *seaweed* berdasarkan kandungan asam aspartat dan asam glutamatnya perlu dinyatakan dalam nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) untuk mengetahui konsentrasi komponen umami pada masing-masing jenis pengeringan, sehingga dapat mengetahui jenis pengeringan apa yang dapat menghasilkan rasa umami paling tinggi (Mau, 2005). Perhitungan Nilai EUC berbagai jenis *seaweed* dan berbagai metode pengeringan dalam satuan g MSG / 100 *dry weight* dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram *dry weight*) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed*

Jenis <i>Seaweed</i>	Metode Pengeringan	Kandungan Asam Amino Umami (g/100 g <i>dry weight</i> )		EUC (g MSG / 100 g <i>dry weight</i> ) *	Referensi
		Asam Aspartat	Asam Glutamat		
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Sun drying</i>	9,99 ±0,17	11,4 ±0,25	12,169 ±0,263	[6]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Oven drying</i>	10,1 ±0,21	11,6 ±0,39	12,378 ±0,406	[6]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Freeze drying</i>	9,88 ±0,14	11,3 ±0,07	12,061 ±0,081	[6]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying (25°C)</i>	0,102 ±0,002	0,103 ±0,008	0,111 ±0,008	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying (40°C)</i>	0,095 ±0,016	0,151 ±0,003	0,158 ±0,004	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Air drying (70°C)</i>	0,104 ±0,001	0,122 ±0,015	0,130 ±0,015	[54]
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Freeze drying</i>	0,118 ±0,008	0,152 ±0,006	0,161 ±0,006	[54]
<i>Ulva rigida</i>	<i>Oven drying</i>	0,0027 ±0,0006	0,013 ±0,005	0,01 ±0,01	[34]
<i>Ulva rigida</i>	<i>Freeze drying</i>	0,0024 ±0,0007	0,051 ±0,002	0,05 ±0,01	[34]
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Oven drying</i>	0,0049 ±0,0007	0,018 ±0,003	0,02 ±0,01	[34]
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Freeze drying</i>	0,036 ±0,005	0,055 ±0,009	0,06 ±0,01	[34]
<i>Chondrus crispus</i>	<i>Oven drying</i>	0,177 ±0,017	0,133 ±0,023	0,16 ±0,02	[34]
<i>Chondrus crispus</i>	<i>Freeze drying</i>	0,520 ±0,102	0,627 ±0,109	0,67 ±0,09	[34]

Keterangan :

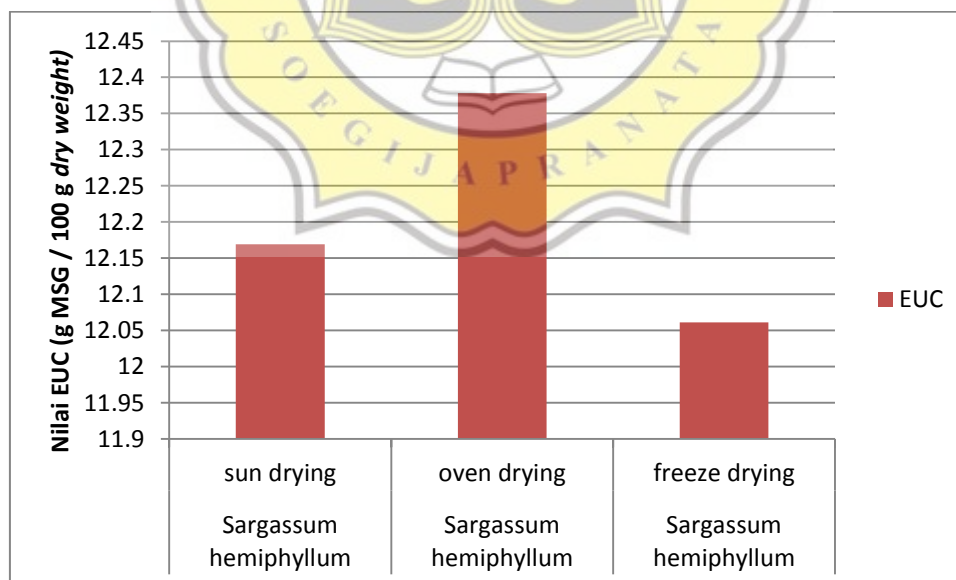
\* perhitungan menggunakan rumus  $Y = \Sigma a_{ibi} + 1218 (\Sigma a_{ibi}) (\Sigma a_{bj})$

Y = nilai EUC (g MSG / 100 gram)

$a_i$  = konsentrasi dari komponen asam amino umami (Glu atau Asp) (g/100g)  
 $a_j$  = konsentrasi dari komponen 5' nukleotida umami (5'IMP atau 5'GMP) (g/100g)  
 $b_i$  = nilai RUC (*Relative Umami Concentration*) dari setiap asam amino umami terhadap MSG  
 $b_j$  = nilai RUC dari setiap 5' nukleotida umami terhadap 5'IMP  
 1218 = konstanta sinergis berdasarkan konsentrasi yang dipakai (g/100g)

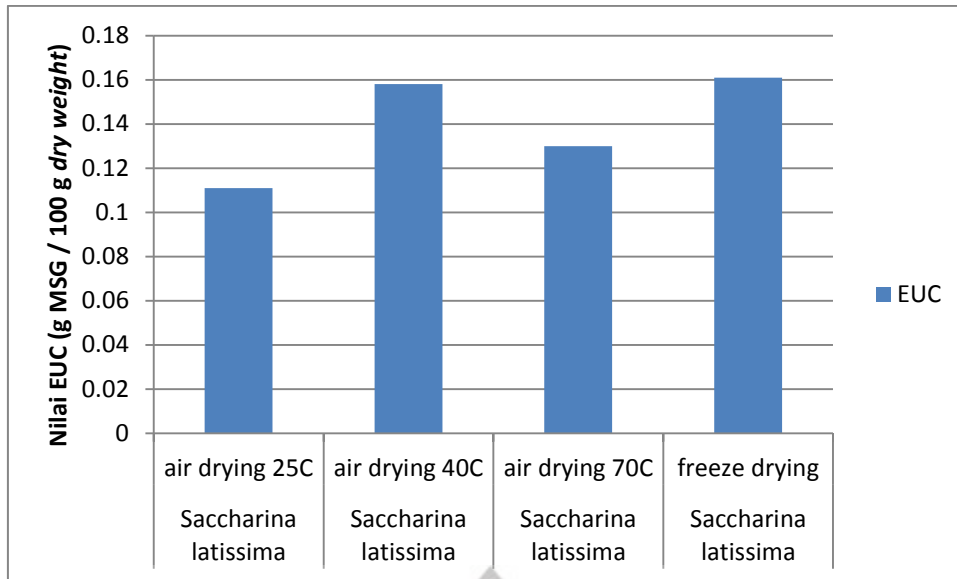
(Yamaguchi *et al.*, 1971)

Berdasarkan Tabel 7., dapat dilihat bahwa setelah dilakukan perhitungan nilai EUC, hasilnya tetap sama yaitu metode pengeringan *seaweed* jenis *Sargassum hemiphyllum* yang menghasilkan nilai EUC tertinggi yaitu dengan metode *oven drying* yang menghasilkan nilai EUC sebesar 12,378 g MSG / 100 gram *dry weight*. Sedangkan pada *seaweed* jenis *Saccharina latissima* nilai EUC tertinggi dimiliki oleh *seaweed* yang menggunakan metode pengeringan *freeze drying* dan perbedaannya tidak terlalu signifikan dengan metode pengeringan *air drying* menggunakan suhu 40°C. Pada metode *freeze drying*, *Saccharina latissima* menghasilkan nilai EUC sebesar 0,161, sedangkan pada metode *air drying* suhu 40°C nilai EUC nya sebesar 0,158. Pada *seaweed* jenis *Ulya rigida*, *Codium tomentosum*, dan *Chondrus crispus* metode pengeringan *freeze drying* menghasilkan nilai EUC dan kandungan umami yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode *oven drying*.

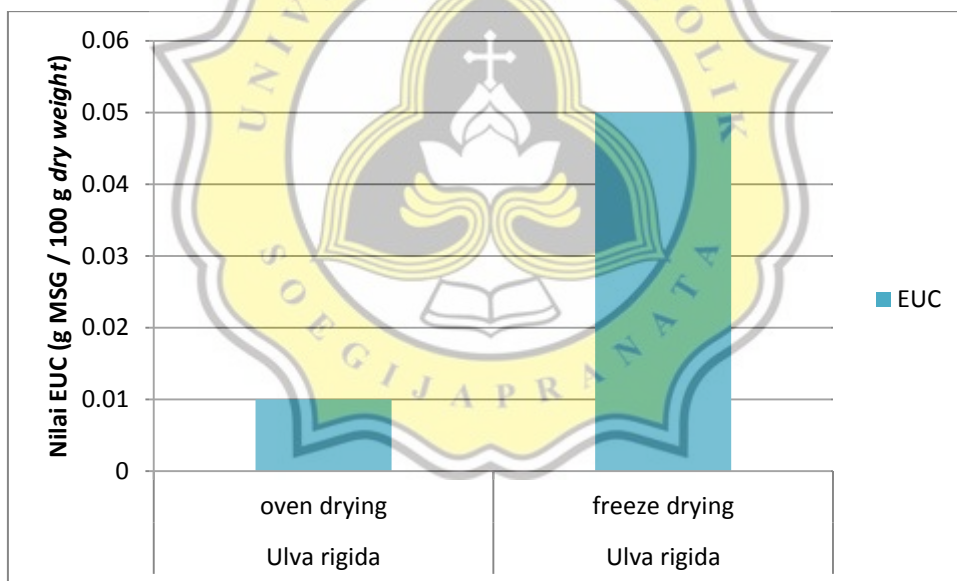


**Gambar 13.** Nilai EUC (g MSG / 100 *dry weight*) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum hemiphyllum*

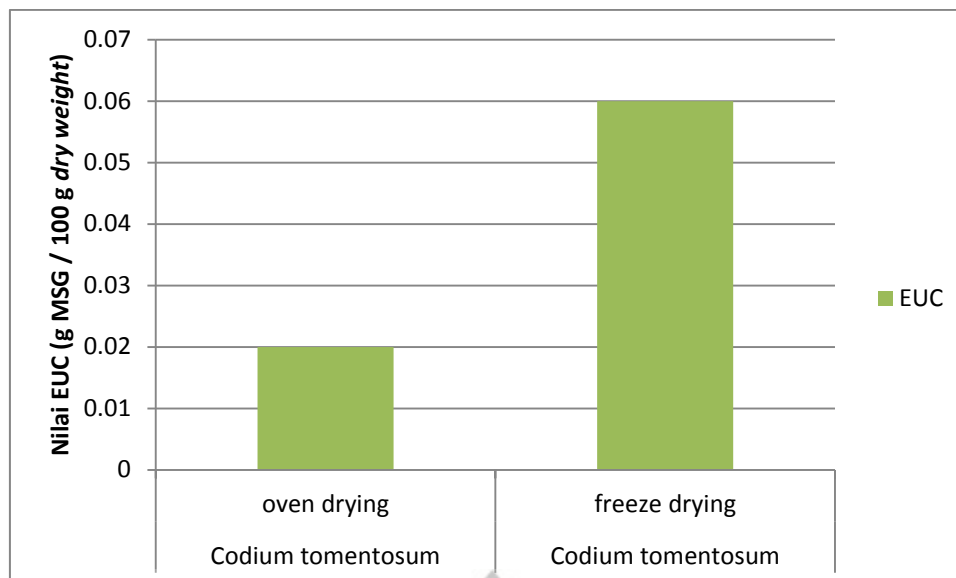




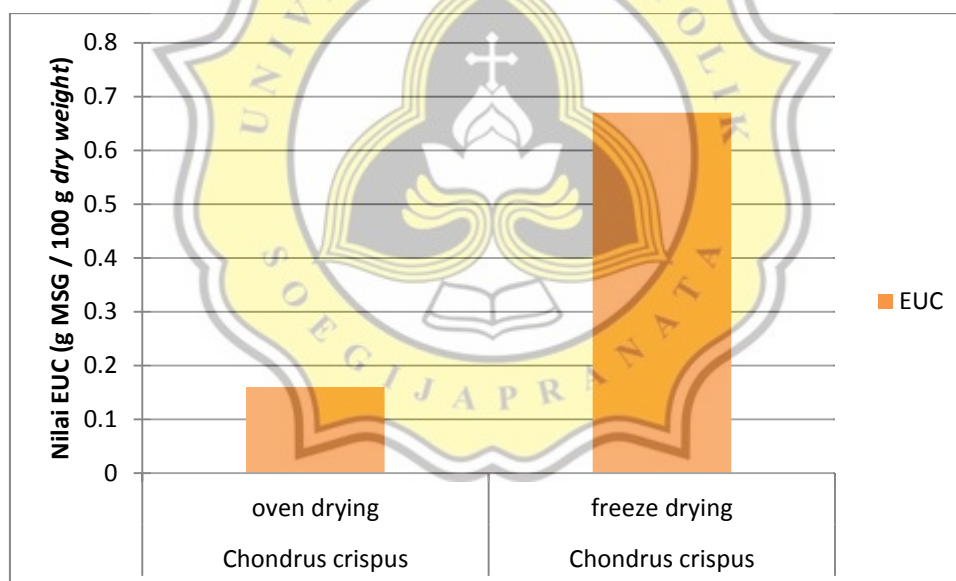
**Gambar 14.** Nilai EUC (g MSG / 100 *dry weight*) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Saccharina latissima*



**Gambar 15.** Nilai EUC (g MSG / 100 *dry weight*) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Ulva rigida*



**Gambar 16.** Nilai EUC (g MSG / 100 *dry weight*) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Codium tomentosum*



**Gambar 17.** Nilai EUC (g MSG / 100 *dry weight*) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Chondrus crispus*

Pada Gambar 13-17 dapat dilihat nilai EUC pada beberapa jenis metode pengeringan *seaweed*. Pada sebagian besar jenis *seaweed* seperti *Chondrus crispus*, *Codium tomentosum*, *Ulva rigida*, dan *Saccharina latissima* memiliki nilai EUC yang paling tinggi apabila *seaweed* dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*. Hanya ada 1 jenis *seaweed* yaitu *Sargassum hemiphyllum* yang memiliki nilai EUC tertinggi apabila

dikeringkan menggunakan metode pengeringan *oven drying*. Pada Gambar 14., dapat dilihat bahwa pada metode *freeze drying* menghasilkan nilai EUC yang paling tinggi dibandingkan dengan metode *air drying* namun tidak berbeda jauh hasilnya dengan *air drying* suhu 40°C. Pada sampel yang dikeringkan menggunakan metode *air drying* suhu rendah (25°C) dan *air drying* suhu tinggi (70°C) telah diekspektasikan menghasilkan kandungan yang berbeda terkait dengan komposisi senyawa aktif aromanya. Namun, ternyata pada sampel tersebut menghasilkan kandungan asam amino bebas seperti glutamat dan aspartat yang hampir sama sehingga juga memiliki kandungan *flavor* dan aroma yang hampir sama pula ketika dilakukan evaluasi sensori. Kandungan asam amino glutamat dan aspartat tersebut berpengaruh terhadap kandungan nilai EUC pada *seaweed* tersebut (St évant *et al.*, 2018).

Tabel kandungan asam aspartat dan asam glutamat pada berbagai jenis *seaweed* dan berbagai metode pengeringan juga dapat dilihat pada Tabel 8. dengan satuan g / 100 gram protein.

**Tabel 8.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed*

Jenis <i>Seaweed</i>	Metode Pengeringan	Kandungan Asam Amino Umami (g/100 g protein)		Referensi
		Asam Aspartat	Asam Glutamat	
<i>Ulva</i> spp.	<i>Freeze drying</i> <sup>a*</sup>	3,72 ± 0,06	2,04 ± 0,11	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Vacuum drying</i> <sup>b*</sup>	1,94 ± 0,18	3,96 ± 0,46	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Solar drying</i> <sup>c*</sup>	1,87 ± 0,18	4,08 ± 0,23	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Convective drying</i> <sup>d*</sup>	2,58 ± 0,15	1,92 ± 0,14	[57]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Oven drying</i> <sup>ek**</sup>	10,6 ± 0,6	12,6 ± 1,5	[60]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>fl**</sup>	11,4 ± 0,4	14,3 ± 2,00	[60]
<i>Sargassum henslowianum</i>	<i>Oven drying</i> <sup>gk**</sup>	10,0 ± 0,38	27,0 ± 0,5	[60]
<i>Sargassum henslowianum</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>hl**</sup>	9,58 ± 0,21	27,3 ± 0,6	[60]
<i>Sargassum patens</i>	<i>Oven drying</i> <sup>ik**</sup>	10,2 ± 0,2	16,1 ± 1,3	[60]
<i>Sargassum patens</i>	<i>Freeze drying</i> <sup>jl**</sup>	10,5 ± 0,1	19,8 ± 2,5	[60]

Keterangan :

Kadar air *Ulva* spp. segar =  $80.05 \pm 0.2$  g / 100 g

a = kadar air  $0.97 \pm 0.01$  g / 100 g ; dikeringkan menggunakan *freeze dryer* pada suhu  $-50^{\circ}\text{C}$ , tekanan 0.027 kPA, selama 68 jam

b = kadar air  $5.01 \pm 0.09$  g / 100 g ; dikeringkan menggunakan *vacuum dryer* pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 15 kPA

c = kadar air  $6.00 \pm 0.08$  g / 100 g ; dikeringkan menggunakan *solar dryer* pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ , kelembapan 30-40%, dan selama 8 jam di siang hari

d = kadar air  $1.45 \pm 0.01$  ; dikeringkan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan *air flow rate* sebesar 2 m /s

e = kadar air  $8.50 \pm 0.20\%$  *dry weight*

f = kadar air  $10.5 \pm 0.80\%$  *dry weight*

g = kadar air  $8.50 \pm 0.27\%$  *dry weight*

h = kadar air  $9.87 \pm 0.06\%$  *dry weight*

i = kadar air  $8.60 \pm 0.10\%$  *dry weight*

j = kadar air  $10.1 \pm 0.12\%$  *dry weight*

k = dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 15 jam

l = dibekukan di *freezer* pada suhu  $-70^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam kemudian dikeringkan menggunakan *freeze drier* selama 5 hari

\* pengukuran menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

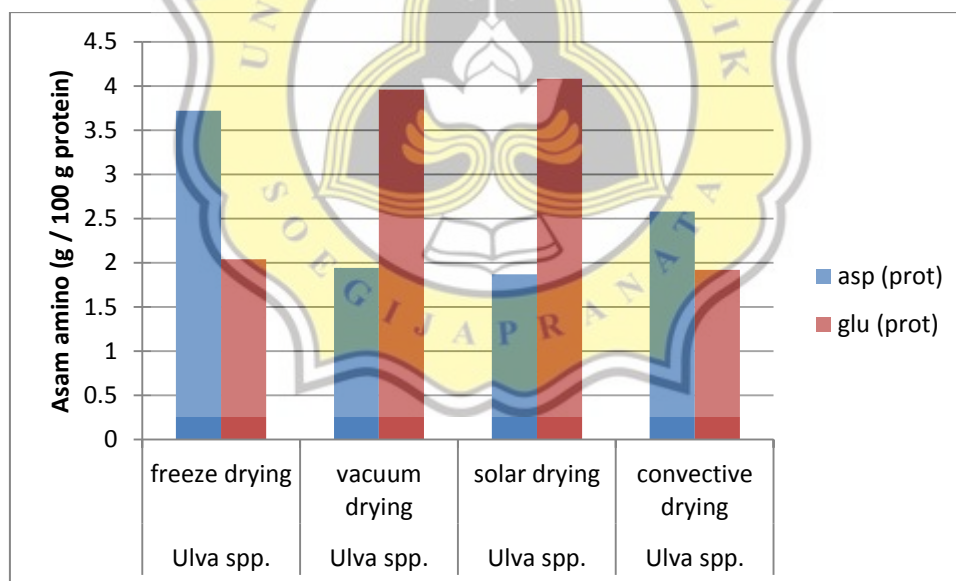
\*\*pengukuran menggunakan *amino acid analyzer*

Berdasarkan Tabel 8., dapat dilihat bahwa *seaweed* jenis *Ulva* spp. menghasilkan aspartat yang paling tinggi bila menggunakan metode pengeringan *freeze drying*. Sedangkan kandungan glutamatnya paling tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *solar drying*. Pada *seaweed* jenis *Sargassum hemiphyllum* dan *Sargassum patens* metode pengeringan *freeze drying* akan menghasilkan kandungan aspartat dan glutamat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode *oven drying*. Sedangkan pada *seaweed* jenis *Sargassum henslowianum*, kandungan aspartat tertinggi dihasilkan oleh *seaweed* dengan metode *oven drying*, dan kandungan glutamatnya lebih tinggi pada metode pengeringan *freeze drying*. Untuk menyatakan intensitas rasa umaminya maka diperlukan perhitungan nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) (Mau, 2005).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Uribe *et al.* (2018), pengeringan yang menggunakan metode *solar drying* menghasilkan asam glutamat yang paling tinggi bila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain karena menurut Chan *et al.* (1997), *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *sun drying* atau *solar drying* akan mengandung lebih banyak kadar air dibandingkan dengan *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *oven drying* maupun *freeze drying*, dimana kadar air yang lebih tinggi tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat mengatur terjadinya aktivitas enzimatis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Uribe *et al.* (2018) dimana pengeringan yang menggunakan metode *solar drying* mengandung kadar air

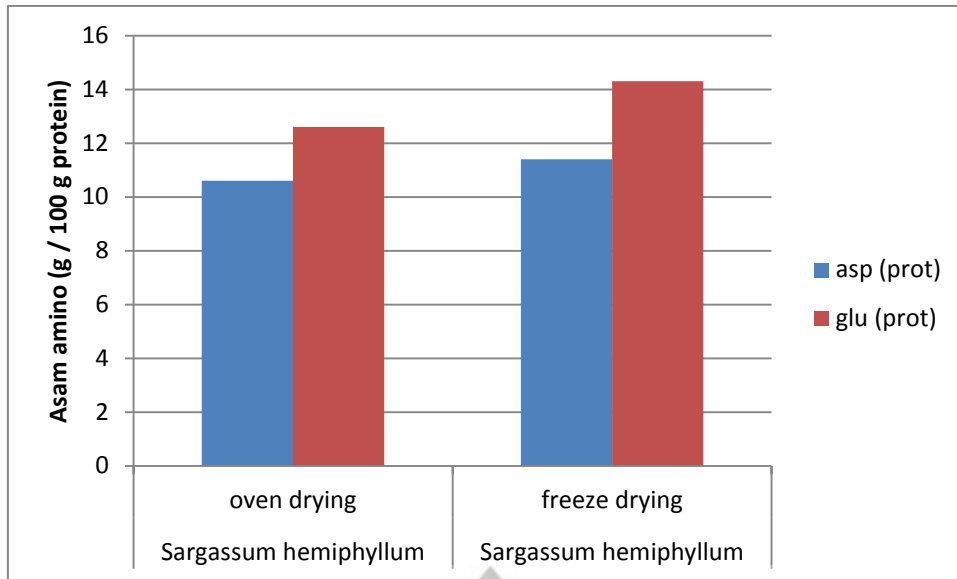
yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain dan hal inilah yang menyebabkan kandungan glutamat pada seaweed *Ulva* spp. yang dikeringkan menggunakan metode *solar drying* lebih tinggi dibandingkan dengan metode pengeringan yang lain.

Selain itu, menurut penelitian dari Wong & Cheung (2001), metode pengeringan yang menggunakan metode *freeze drying* akan menghasilkan kandungan glutamat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan metode *oven drying*. Diketahui bahwa kadar air seaweed setelah dikeringkan menggunakan metode *freeze drying* akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode *oven drying*. Menurut Chan *et al.* (1997) dan penelitian dari Stévant *et al.* (2020), kadar air yang lebih tinggi tersebut merupakan salah satu faktor yang dapat mengatur terjadinya aktivitas enzimatik sehingga menyebabkan kandungan glutamat yang lebih tinggi pada metode *freeze drying* bila dibandingkan dengan metode *oven drying*.

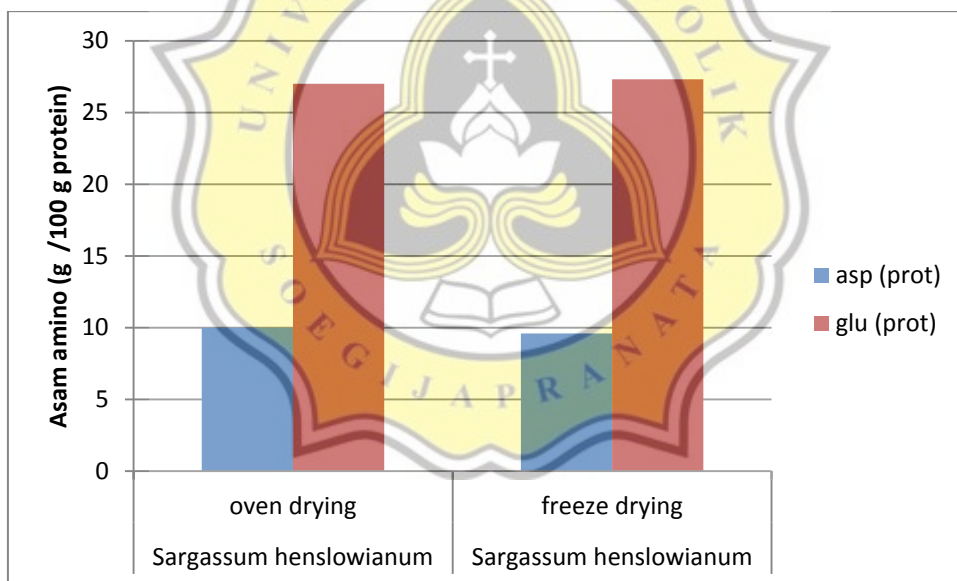


**Gambar 18.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Ulva* spp.

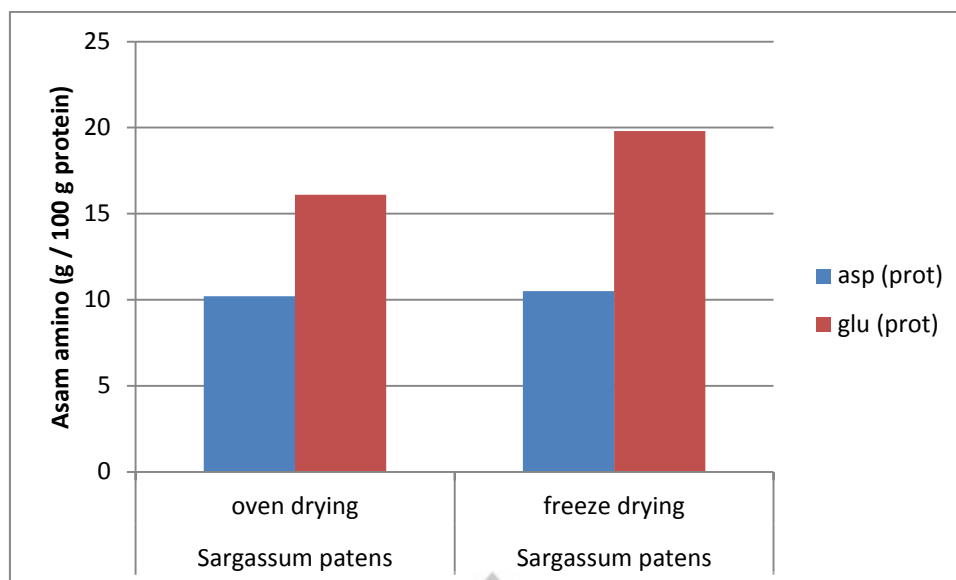




**Gambar 19.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum hemiphyllum*



**Gambar 20.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum henslowianum*



**Gambar 21.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum patens*

Pada Gambar 18-21, dapat dilihat kandungan asam aspartat dan asam glutamat pada berbagai jenis metode pengeringan *seaweed* yang dinyatakan dalam g/100 g protein. Sebagian besar *seaweed* memiliki kandungan asam glutamat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan asam aspartatnya. Kandungan asam glutamat akan memberikan rasa umami yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan asam aspartat (Yamaguchi et al., 1971). *Seaweed* jenis *Sargassum patens* dan *Sargassum hemiphyllum* mengandung asam aspartat dan asam glutamat yang lebih tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*. Namun, pada *seaweed* jenis *Ulva* spp. kandungan asam glutamatnya lebih tinggi jika dikeringkan menggunakan metode *solar drying*, sedangkan kandungan asam aspartatnya akan lebih tinggi bila dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*. Pada *seaweed* jenis *Sargassum henslowianum* kandungan asam aspartat dan asam glutamatnya hampir sama antara dikeringkan menggunakan metode *oven drying* dan *freeze drying*. Maka dari itu, untuk mengetahui intensitas rasa umami pada masing-masing *seaweed*, perlu dilakukan penghitungan nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*).

Perhitungan nilai EUC dari berbagai jenis *seaweed* dan berbagai metode pengeringan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9 dalam satuan g MSG / 100 gram protein.

**Tabel 9.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram protein) pada berbagai Metode Pengeringan *Seaweed*

Jenis <i>Seaweed</i>	Metode Pengeringan	Kandungan Asam Amino Umami (g/100 g protein)		EUC (g MSG / 100 g protein)*	Referensi
		Asam Aspartat	Asam Glutamat		
<i>Ulva</i> spp.	<i>Freeze drying</i>	3,72 ±0,06	2,04 ±0,11	2,326 ±0,115	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Vacuum drying</i>	1,94 ±0,18	3,96 ±0,46	4,109 ±0,474	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Solar drying</i>	1,87 ±0,18	4,08 ±0,23	4,224 ±0,244	[57]
<i>Ulva</i> spp.	<i>Convective drying</i>	2,58 ±0,15	1,92 ±0,14	2,119 ±0,152	[57]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Oven drying</i>	10,6 ±0,6	12,6 ±1,5	13,416 ±1,546	[60]
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	<i>Freeze drying</i>	11,4 ±0,4	14,3 ±2,00	15,178 ±2,031	[60]
<i>Sargassum henslowianum</i>	<i>Oven drying</i>	10,0 ±0,38	27,0 ±0,5	27,770 ±0,529	[60]
<i>Sargassum henslowianum</i>	<i>Freeze drying</i>	9,58 ±0,21	27,3 ±0,6	28,038 ±0,616	[60]
<i>Sargassum patens</i>	<i>Oven drying</i>	10,2 ±0,2	16,1 ±1,3	16,885 ±1,315	[60]
<i>Sargassum patens</i>	<i>Freeze drying</i>	10,5 ±0,1	19,8 ±2,5	20,608 ±2,508	[60]

Keterangan :

\* perhitungan menggunakan rumus  $Y = \sum a_i b_i + 1218 (\sum a_i b_j)$

Y = nilai EUC (g MSG / 100 gram)

a<sub>i</sub> = konsentrasi dari komponen asam amino umami (Glu atau Asp) (g/100g)

a<sub>j</sub> = konsentrasi dari komponen 5' nukleotida umami (5'IMP atau 5'GMP) (g/100g)

b<sub>i</sub> = nilai RUC (*Relative Umami Concentration*) dari setiap asam amino umami terhadap MSG

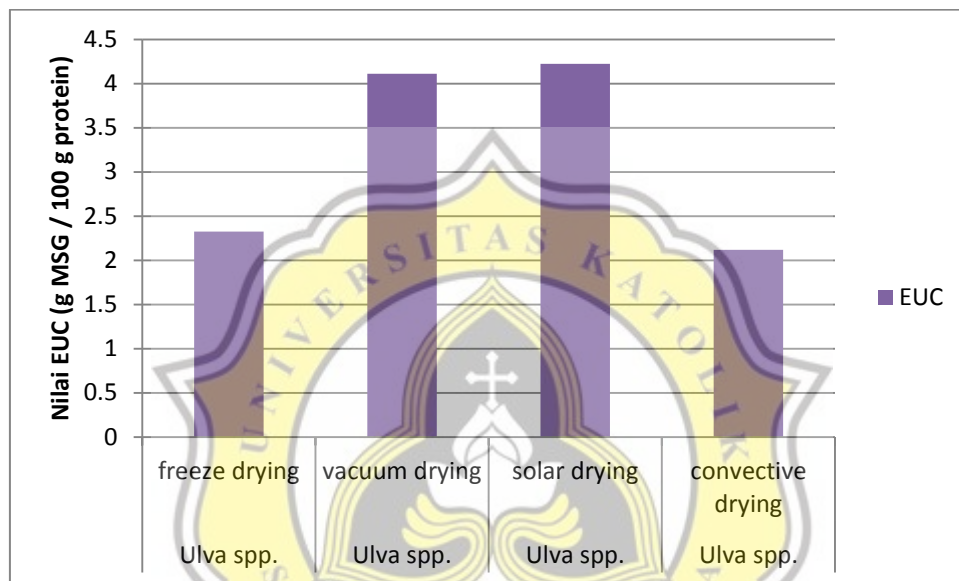
b<sub>j</sub> = nilai RUC dari setiap 5' nukleotida umami terhadap 5'IMP

1218 = konstanta sinergis berdasarkan konsentrasi yang dipakai (g/100g)

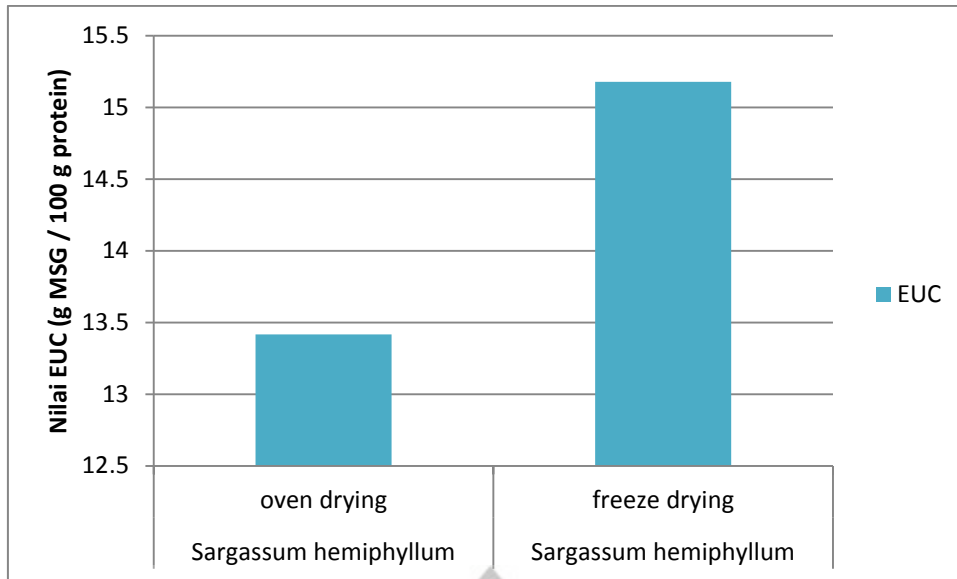
(Yamaguchi *et al.*, 1971)

Berdasarkan Tabel 9., dapat dilihat bahwa terdapat berbagai nilai EUC pada berbagai jenis *seaweed* dan berbagai metode pengeringan. Pada *seaweed* jenis *Ulva* spp., metode pengeringan yang menghasilkan nilai EUC tertinggi adalah metode *solar drying*, sedangkan metode dengan nilai EUC terendah adalah *convective drying*. Sedangkan pada *seaweed* jenis *Sargassum hemiphyllum*, *Sargassum henslowianum*, dan *Sargassum patens* ketiganya memiliki nilai EUC tertinggi ketika dikeringkan menggunakan metode pengeringan *freeze drying* bila dibandingkan dengan metode *oven drying*. Pada

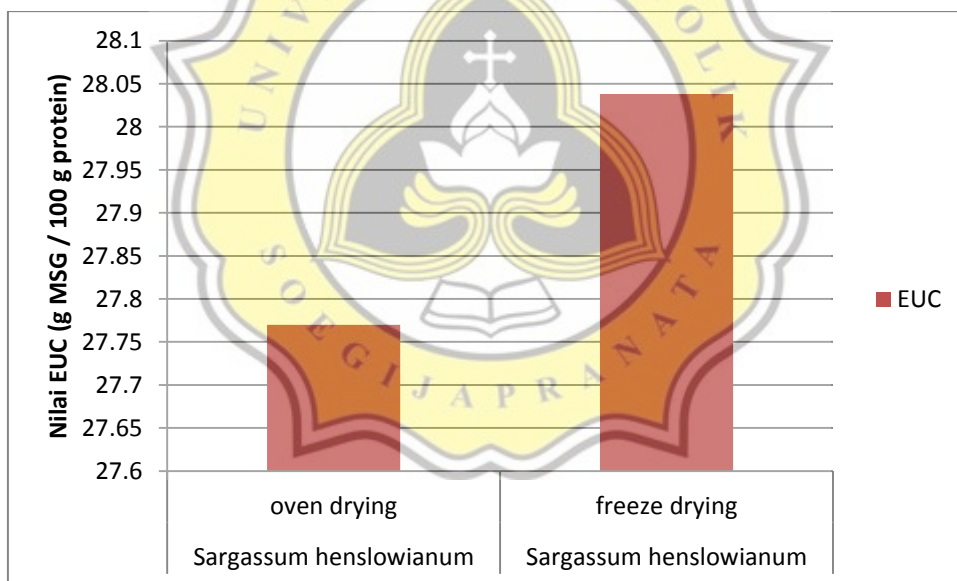
kandungan 5'nukleotida umami *seaweed*, menurut penelitian dari Sun *et al.* (2020), kandungan 5'nukleotida umami lebih tinggi jika *seaweed* dikeringkan menggunakan metode *freeze drying* bila dibandingkan pada keadaan segar atau dikeringkan dengan menggunakan metode pengeringan lainnya. Sedangkan kandungan 5'nukleotida umami paling banyak rusak akibat dikeringkan menggunakan metode *microwave drying* secara berlebihan. *Freeze drying* juga merupakan metode pengeringan yang dapat mempertahankan rasa dari kandungan 5'nukleotida.



**Gambar 22.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram protein) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Ulva spp.*

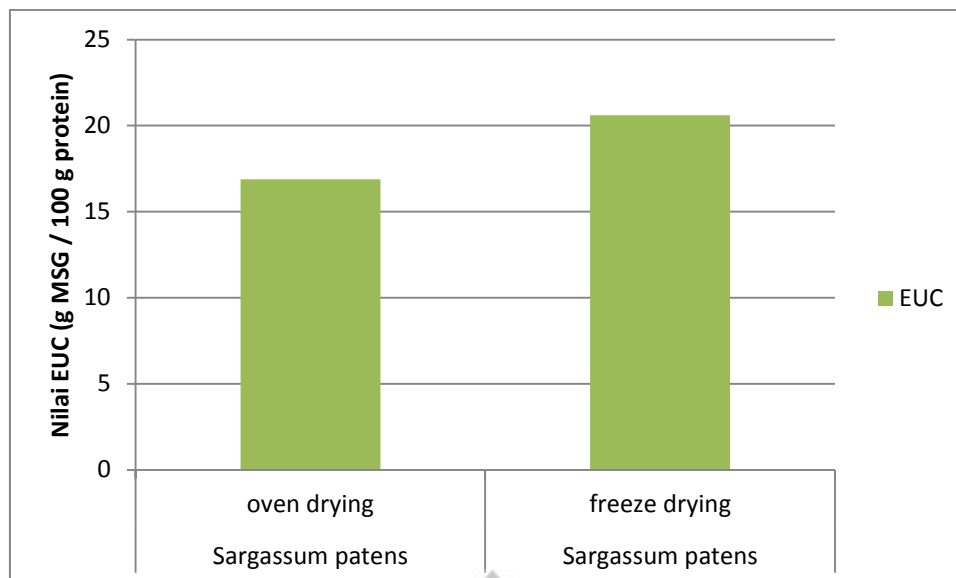


**Gambar 23.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram protein) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum hemmiphylum*



**Gambar 24.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram protein) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum henslowianum*





**Gambar 25.** Nilai EUC (g MSG / 100 gram protein) berbagai Metode Pengeringan *Seaweed Sargassum patens*

Pada Gambar 22-25, dapat dilihat nilai EUC berbagai metode pengeringan seaweed yang dinyatakan dalam g MSG / 100 g protein. Setelah dilakukan penghitungan nilai EUC, diketahui bahwa pada sebagian besar seaweed, yaitu pada *seaweed Sargassum patens*, *Sargassum henslowianum*, dan *Sargassum hemiphylum* memiliki nilai EUC yang lebih tinggi apabila seaweed dikeringkan menggunakan metode *freeze drying*. Sedangkan pada seaweed jenis *Ulva spp.*, metode pengeringan yang menghasilkan nilai EUC paling tinggi adalah *solar drying* yang perbedaannya tidak terlalu signifikan dengan *vacuum drying*. Pada sebagian besar *seaweed*, metode pengeringan *freeze drying* akan menghasilkan nilai EUC yang paling tinggi bila dibandingkan dengan metode pengeringan lain.

Masing-masing metode pengeringan tersebut memiliki kelebihan serta kekurangan. Metode *freeze drying* dapat menghasilkan *seaweed* dengan kandungan nutrisi yang tetap terjaga (Chan *et al.*, 1997; Hamid *et al.*, 2018; Wong & Cheung, 2001; Uribe *et al.*, 2018). Namun kekurangannya adalah peralatan dan biaya operasionalnya lebih tinggi serta memiliki kapasitas pengeringan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan *sun drying* maupun *oven drying* (Chan *et al.*, 1997). Untuk metode pengeringan yang paling murah dan paling umum ditemui yaitu metode pengeringan *sun drying*. Pada metode

*sun drying* pula nutrisi *seaweed* tidak banyak berubah dan hasilnya hampir sama seperti dengan menggunakan metode pengeringan *freeze drying*. Namun, kelemahannya adalah metode pengeringan *sun drying* sangatlah bergantung pada cuaca yang sangat sulit diprediksi dan membutuhkan pekerja yang lebih banyak bila dibandingkan dengan *oven drying* maupun *freeze drying*. Selain itu, laju pengeringan juga lambat sehingga memperbesar peluang *seaweed* untuk terkena paparan udara dan menyebabkan hilang / berkurangnya kandungan mikronutrien pada *seaweed*. Metode pengeringan *seaweed* menggunakan *sun drying* juga lebih rentan untuk terkena kontaminasi dari debu, serangga dan hewan lainnya, serta bau yang tidak sedap (Uribe *et al.*, 2018). Sedangkan pada *oven drying*, laju pengeringan cepat sehingga dapat mengurangi berkurangnya kandungan mineral pada *seaweed*. Namun, penggunaan suhu yang tinggi pada *oven drying*, justru menghilangkan nutrisi yang lebih besar pada *seaweed* (Chan *et al.*, 1997; Moreira *et al.*, 2017). Secara keseluruhan, metode pengeringan *freeze drying* dapat menjadi metode pengeringan yang paling tepat untuk mempertahankan kandungan nutrisi pada *seaweed* (Chan *et al.*, 1997; Uribe *et al.*, 2018). Namun pemilihan jenis pengeringan dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Chan *et al.*, 1997). Selain metode pengeringan, waktu penyimpanan *seaweed* juga memengaruhi kandungan umami pada *seaweed*. Perbedaan kandungan aspartat dan glutamat pada berbagai metode dan waktu penyimpanan *seaweed* dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat pada berbagai Metode dan Waktu Penyimpanan *Seaweed Fucus vesiculosus* dalam mg / g dry weight seaweed

Asam Amino	Seaweed segar	90 hari		180 hari		270 hari		365 hari	
		Kering*	Beku**	Kering*	Beku**	Kering*	Beku**	Kering*	Beku**
Asam Aspartat	15,23 ± 0,53	15,25 ± 1,44	11,68 ± 0,55	15,51 ± 0,25	12,19 ± 0,26	14,37 ± 0,64	14,04 ± 0,18	14,32 ± 0,40	12,29 ± 0,24
Asam Glutamat	14,19 ± 0,99	17,58 ± 0,37	12,34 ± 0,73	14,26 ± 0,55	10,21 ± 0,99	13,75 ± 0,31	12,00 ± 0,83	14,06 ± 0,30	11,00 ± 0,35

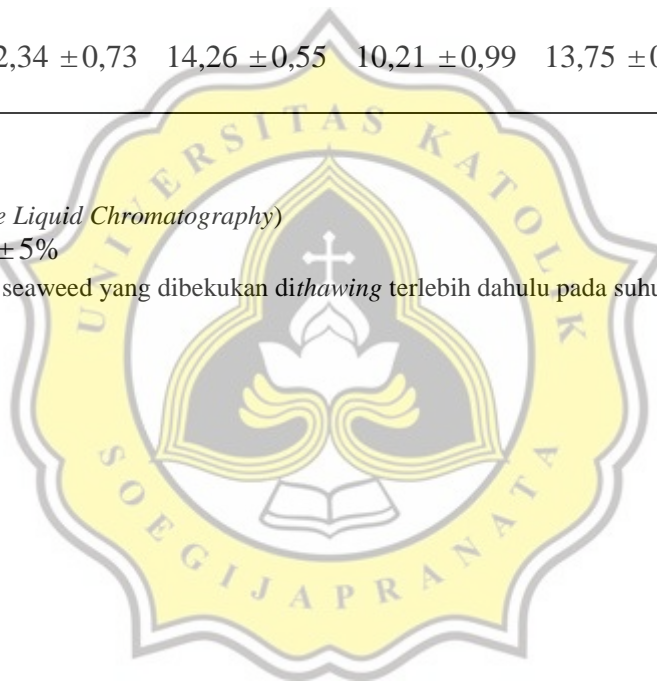
(Obluchinskaya & Daurtseva, 2020)

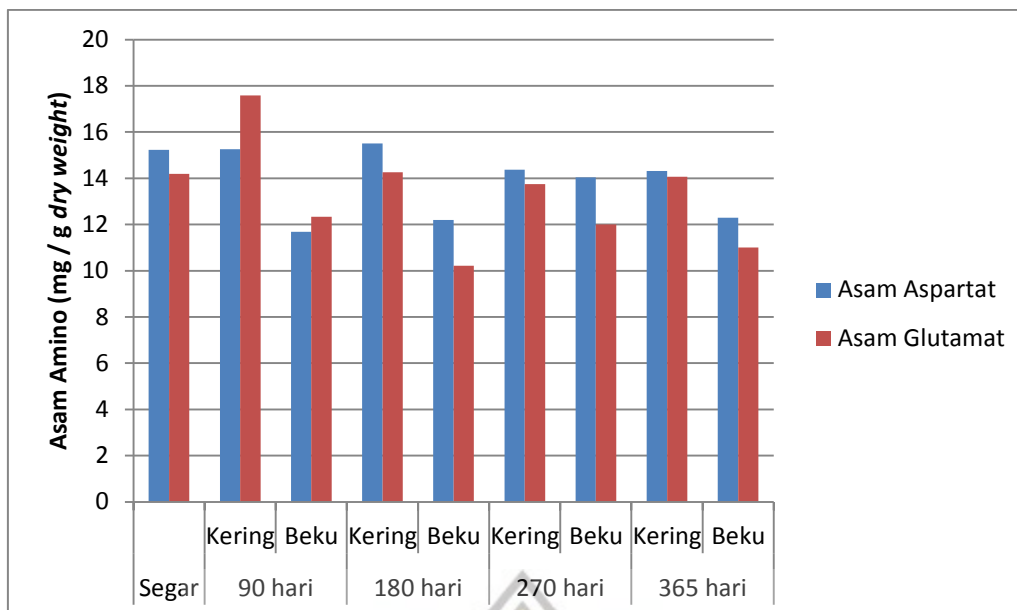
Keterangan :

Pengukuran menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*)

\*suhu dalam ruangan  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , kelembapan  $45 \pm 5\%$

\*\*suhu dalam freezer  $-25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sebelum dianalisis, seaweed yang dibekukan dithawing terlebih dahulu pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam





**Gambar 26.** Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (mg / g dry weight) *Fucus vesiculosus* dalam berbagai Metode dan Waktu Penyimpanan

Berdasarkan Tabel 10. dan Gambar 26, dapat dilihat bahwa proses dan waktu penyimpanan yang dapat menghasilkan glutamat tertinggi yaitu proses pengeringan dan penyimpanan *seaweed* selama 90 hari atau 3 bulan. Sedangkan proses dan waktu penyimpanan yang dapat menghasilkan aspartat tertinggi adalah proses pengeringan selama 180 hari atau 6 bulan. Untuk proses dan waktu penyimpanan yang menghasilkan glutamat terendah adalah proses pembekuan dan penyimpanan selama 180 hari, sedangkan untuk aspartat adalah proses pembekuan dan penyimpanan selama 90 hari. Dari Tabel 12. juga dapat dilihat bahwa metode dan waktu penyimpanan yang paling ideal untuk menghasilkan glutamat dan aspartat tertinggi adalah metode pengeringan dan penyimpanan selama 90 hari. Menurut Chan *et al.* (1997), *seaweed* jenis kombu atau *Laminaria japonica* biasanya dikeringkan dan didiamkan selama beberapa tahun untuk meningkatkan rasanya yang khas. Kandungan glutamat yang tinggi pada kombu yang telah lama diperam dapat disebabkan karena reaksi degradasi enzimatik dari protein selama proses pemeraman. *Seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *sun drying* akan mengandung lebih banyak kadar air dibandingkan dengan *seaweed* yang dikeringkan menggunakan metode *oven drying* maupun *freeze drying*, dimana kadar air yang lebih tinggi tersebut merupakan faktor yang mengatur terjadinya aktivitas enzimatik. Proses hidrolisis enzimatik endogen protein dapat terjadi selama

penyimpanan dan pemeraman kombu yang menyebabkan kadar glutamat tinggi serta rasa umami yang khas (St évant *et al.*, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Obluchinskaya (2020), jumlah kandungan asam glutamat bebas pada *seaweed* akan meningkat sebanyak 1,3 kali apabila dikeringkan dan akan meningkat sebanyak 1,8 kali jika dibekukan selama 365 hari bila dibandingkan dengan *seaweed* segar. Hal ini disebabkan karena terjadinya degradasi molekul protein terutama pada sampel beku, yang menyebabkan peningkatan kandungan asam amino bebas.

