

3. NILAI EUC PADA BERBAGAI JENIS *SEAWEED*

Menurut Mau (2005), EUC atau *Equivalent Umami Concentration* adalah parameter kuantitatif yang digunakan untuk menyatakan intensitas rasa umami pada suatu makanan yang berdasarkan pada konsentrasi asam amino dan 5' nukleotida penghasil rasa umami. Asam amino penghasil rasa umami yaitu asam glutamat dan asam aspartat, sedangkan 5' nukleotida penghasil umami yaitu 5'IMP (inosine 5' monophosphate) dan 5'GMP (guanosine 5' monophosphate) (Milinovic *et al.*, 2020). Nilai EUC akan mengukur seberapa besar komponen penghasil rasa umami dapat menghasilkan rasa umami menyerupai rasa MSG (Peinado *et al.*, 2014).

3.1. Asam Amino Umami *Seaweed*

Menurut Milinovic *et al.* (2020), asam amino yang dapat menghasilkan rasa umami adalah asam aspartat dan asam glutamat dalam bentuk anionnya serta dalam kondisi bebas. Asam glutamat dan asam aspartat yang masih terkandung dalam protein umumnya tidak memiliki rasa. Maka, diperlukan proses proteolisis atau pemecahan protein selama proses fermentasi atau pemeraman *seaweed* untuk menghasilkan rasa umami yang tinggi. Kandungan asam glutamat dan asam aspartat pada berbagai jenis *seaweed* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Kandungan Asam Aspartat dan Asam Glutamat (g / 100 g *dry weight*) pada berbagai Jenis *Seaweed*

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g <i>dry weight</i>)	Konversi asam glutamat (g / 100 g <i>dry weight</i>)	Referensi
<i>Green seaweed</i>	<i>Ulva rigida</i>	20,76 mg / g <i>dry weight</i>	15,86 mg / g <i>dry weight</i>	2,0760 ¹	1,5860	[12]
	<i>Ulva rotundata</i>	27,76 mg / g <i>dry weight</i>	30,53 mg / g <i>dry weight</i>	2,7760	3,0530	[12]
	<i>Ulva reticulata</i>	2,660 g / 100 g <i>dry weight</i>	2,760 g / 100 g <i>dry weight</i>	2,6600	2,7600	[51]
	<i>Ulva lactuca</i> (India)	1,59 % <i>dry weight of seaweed</i>	1,40 % <i>dry weight of seaweed</i>	1,5900 ²	1,4000	[25]
	<i>Ulva lactuca</i> (Hongkong)	9,87 g / 100 gram protein	8,73 g / 100 gram protein	0,6970	0,6160	[61], protein = 7,06 ± 0,06 g / 100 g <i>dry weight</i>
	<i>Ulva fasciata</i> (timur laut Brazil)	0,88 % <i>dry weight</i>	0,84 % <i>dry weight</i>	0,8800	0,8400	[50]
	<i>Ulva fasciata</i> (tenggara Brazil)	13,0 ± 0,6 % / 100 mg protein	12,6 ± 0,1 % / 100 mg protein	0,8100 ± 0,0030 ³	0,7900 ± 0,0005	[30], protein = 6,26 ± 0,5 % <i>dry weight</i>
		Rata-rata		0,8450	0,8150	
	<i>Caulerpa lentillifera</i> (Malaysia)	8,33 ± 0,11 mg / g <i>dry weight</i>	13,47 ± 0,23 mg / g <i>dry weight</i>	0,8330 ± 0,0110	1,3470 ± 0,0230	[32]
	<i>Caulerpa lentillifera</i> (Thailand)	1,43 g / 100 g <i>dry weight</i>	1,78 g / 100 g <i>dry wight</i>	1,4300	1,7800	[52]
	<i>Caulerpa sertularioides</i>	2,59 % <i>dry weight</i>	3,20 % <i>dry weight</i>	2,5900	3,2000	[50]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
Brown seaweed	<i>Saccharina latissima</i> (Jerman)	0,59 ± 0,08 mg / g dry weight	0,38 ± 0,09 mg / g dry weight	0,0590 ± 0,0080	0,0380 ± 0,0090	[48]
	<i>Saccharina latissima</i> (Islandia)	0,055 mg / 100 ml dashi	0,86 mg / 100 ml dashi	0,0013 ⁴	0,0206	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Storebaelt, Denmark)	0,023 mg / 100 ml dashi	0,19 mg / 100 ml dashi	0,0006	0,0040	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Samsø, Denmark)	0,028 mg / 100 ml dashi	0,12 mg / 100 ml dashi	0,0007	0,0029	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Lillebaelt, Denmark)	0,055 mg / 100 ml dashi	1,1 mg / 100 ml dashi	0,0013	0,0264	[39]
	<i>Saccharina japonica</i> (Makombu (Fukuoka))	0,03 mg / 100 ml dashi	37 mg / 100 ml dashi	0,0007	0,8880	[39]
	<i>Saccharina japonica</i> (Makombu (Sakai))	0,023 mg / 100 ml dashi	28 mg / 100 ml dashi	0,0006	0,6720	[39]
	<i>Saccharina longicrusis</i>	0,05 mg / 100 ml dashi	1,8 mg / 100 ml dashi	0,0012	0,0432	[39]
	<i>Laminaria setchelli</i>	0,17 mg / 100 ml dashi	0,59 mg / 100 ml dashi	0,0041	0,0140	[39]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Laminaria groenlandica</i>	0,065 mg / 100 ml dashi	0,31 mg / 100 ml dashi	0,0016	0,0074	[39]
	<i>Laminaria digitata</i> (Skotlandia)	0,23 ± 0,06 mg / g dry weight	0,61 ± 0,26 mg / g dry weight	0,0230 ± 0,0060	0,0610 ± 0,0260	[47]
	<i>Laminaria digitata</i> (Islandia)	0,1 mg / 100 ml dashi	1,1 mg / 100 ml dashi	0,0024	0,0264	[39]
	<i>Laminaria digitata</i> (Denmark)	0,06 mg / 100 ml dashi	0,56 mg / 100 ml dashi	0,0014	0,0134	[39]
	<i>Laminaria hyperbore</i>	0,25 mg / 100 ml dashi	1,5 mg / 100 ml dashi	0,0060	0,0360	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Jepang)	0,28 mg / 100 ml dashi	3,9 mg / 100 ml dashi	0,0067	0,0936	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Perancis)	0,005 mg / 100 ml dashi	0,015 mg / 100 ml dashi	0,0001	0,0004	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Portugal)	0,35 ± 0,01 g / 100 gram protein	0,71 ± 0,01 g / 100 gram protein	0,0578 ± 0,0017 ⁵	0,1170 ± 0,0017	[58], protein = 16,5 ± 0,08 g / 100 g dry weight
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Skotlandia)	0,71 ± 0,08 mg / g dry weight	0,54 ± 0,25 mg / g dry weight	0,0710 ± 0,0080	0,0540 ± 0,0250	[47]
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Spanyol)	1677,01 ± 156,39 mg / 100 g dry weight	1974,47 ± 150,67 mg / 100 g dry weight	1,6770 ± 0,1560	1,9740 ± 0,1500	[29]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Norwegia)	14,5 ± 0,7 % / total asam amino	15,0 ± 0,3 % / total asam amino	0,6235 ± 0,0301	0,645 ± 0,0129	[4], total AA = 4.3 % dry weight
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Denmark)	0,16 mg / 100 ml dashi	1,4 mg / 100 ml dashi	0,0038	0,0336	[39]
	<i>Fucus spiralis</i> (Skotlandia)	2,75 ± 0,12 mg / g dry weight	1,65 ± 0,13 mg / g dry weight	0,2750 ± 0,0120	0,1650 ± 0,0130	[47]
	<i>Fucus spiralis</i> (Portugal)	1,23 ± 0,01 g / 100 gram protein)	2,33 ± 0,06 (g / 100 gram protein)	0,1450 ± 0,0012	0,2750 ± 0,0071	[58], prot = 11.8 ± 0.16 g / 100 g dry weight
	<i>Fucus spiralis</i> (Denmark)	0,19 mg / 100 ml dashi	3,1 mg / 100 ml dashi	0,0046	0,0744	[39]
	<i>Fucus serratus</i>	0,14 mg / 100 ml dashi	1,4 mg / 100 ml dashi	0,0034	0,0336	[39]
	<i>Bifurcaria bifurcata</i>	800,84 ± 105,55 mg / 100 g dry weight	1504,53 ± 178,74 mg / 100 g dry weight	0,8000 ± 0,1000	1,5040 ± 0,1780	[29]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Skotlandia)	1,44 ± 0,27 mg / g dry weight	0,47 ± 0,12 mg / g dry weight	0,1440 ± 0,0270	0,0470 ± 0,0120	[47]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Spanyol)	846,64 ± 38,87 mg / 100 g dry weight	1714,55 ± 133,17 mg / 100 g dry weight	0,8460 ± 0,0380	1,7140 ± 0,1330	[29]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Portugal)	0,72 ± 0,01 g / 100 gram protein	1,20 ± 0,01 g / 100 gram protein	0,0680 ± 0,0009	0,1128 ± 0,0009	[58], protein = 9,40 ± 0,08 g / 100 g dry weight

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Norwegia)	16,0 ± 0,1	16,3 ± 0,2	0,5600	0,5705	[4], total AA = 3,5 % dry weight
	<i>Padina gymnospora</i> (timur laut Brazil)	1,45 % dry weight	1,74 % dry weight	1,4500	1,7400	[50]
	<i>Padina gymnospora</i> (tenggara Brazil)	13,1 ± 1,0 % / 100 mg protein	13,4 ± 0,8 % / 100 mg protein	1,4672 ± 0,0100	1,5010 ± 0,0080	[30], protein = 11,20 ± 1,00 %
		Rata-rata		1,4586	1,6200	
	<i>Sargassum polycystum</i>	4,47 ± 0,87 mg / g dry weight	8,08 ± 1,08 mg / g dry weight	0,4470 ± 0,0870	0,8080 ± 0,1080	[32]
	<i>Sargassum fluitans</i>	1,26 % dry weight	1,90 % dry weight	1,2600	1,9000	[50]
	<i>Sargassum vulgare</i> (timur laut Brazil)	2,23 % dry weight	2,74 % dry weight	2,2300	2,7400	[50]
	<i>Sargassum vulgare</i> (tenggara Brazil)	10,9 ± 0,7 % / 100 mg protein	17,6 ± 0,6 % / 100 mg protein	1,7770 ± 0,0090	2,8700 ± 0,0080	[30], protein = 16,30 ± 1,30 %
		Rata-rata		2,0035	2,805	
	<i>Sargassum wightii</i>	1,80 % dry weight of seaweed	1,15 % dry weight of seaweed	1,8000	1,1500	[25]
	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Skotlandia)	0,21 ± 0,07 mg / g dry weight	1,32 ± 0,25 mg / g dry weight	0,0210 ± 0,0070	0,1320 ± 0,0250	[47]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Norwegia)	12,3 ± 0,2 % / total asam amino	18,7 ± 0,3 % / total asam amino	0,5904 ± 0,0020 ^b	0,8976 ± 0,0030	[4], total AA = 4,8 ± 0,0 % dry weight
	<i>Nereocystis leutkeana</i>	0,26 mg / 100 ml dashi	2,5 mg / 100 ml dashi	0,0062	0,0600	[39]
	<i>Macrocystis pyrifera</i>	0,048 mg / 100 ml dashi	1 mg / 100 ml dashi	0,0012	0,0240	[39]
	<i>Alaria esculenta</i> (Grindavik, Islandia)	0,09 mg / 100 ml dashi	1,2 mg / 100 ml dashi	0,0022	0,0288	[39]
	<i>Alaria esculenta</i> (Stykkishólmu, Islandia)	0,068 mg / 100 ml dashi	0,33 mg / 100 ml dashi	0,0016	0,0079	[39]
	<i>Alaria esculenta</i> (Norwegia)	11,9 ± 0,2 % / total asam amino	25,8 ± 0,4 % / total asam amino	0,2140 ± 0,0002	3,0440 ± 0,0004	[4], total AA = 11,8 ± 0,1 % dry weight
	<i>Postelsia palmaeformis</i>	0,13 mg / 100 ml dashi	2,2 mg / 100 ml dashi	0,0031	0,0528	[39]
	<i>Himanthalia elongata</i> (Perancis)	0,023 mg / 100 ml dashi	0,55 mg / 100 ml dashi	0,0006	0,0132	[39]
	<i>Himanthalia elongata</i> (Norwegia)	14,2 ± 0,4 % / total asam amino	14,4 ± 1,2 % / total asam amino	0,8378 ± 0,0004	0,8496 ± 0,0010	[4], total AA = 5,9 ± 0,1 % dry weight
	<i>Ecklonia bicyclis</i>	0,063 mg / 100 ml dashi	0,81 mg / 100 ml dashi	0,0015	0,0194	[39]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Chorda filum</i>	0,033 mg / 100 ml dashi	0,14 mg / 100 ml dashi	0,0008	0,0034	[39]
Red seaweed	<i>Palmaria palmata</i> (Islandia)	0,87 ± 0,08 mg / g dry weight	1,18 ± 0,25 mg / g dry weight	0,0870 ± 0,0080	0,1180 ± 0,0250	[48]
	<i>Palmaria palmata</i> (Perancis)	13,5 g / 100 gram protein	8,3 g / 100 gram protein)	2,900	1,7800	[11], protein = 21,5 % dry weight
	<i>Palmaria palmata</i> (Ceko)	9,69 g / 16 g N	10,34 g/16 g N	0,4064 ⁷	0,4343	[35]
	<i>Palmaria palmata</i> (Norwegia)	12,5 ± 0,1 % / total AA	12,3 ± 0,7 % / total AA	1,5500 ± 0,0124	1,5252 ± 0,0014	[4], total AA = 12,4 ± 0,2
	<i>Eucheuma cottonii</i>	2,65 ± 0,15 mg / g dry weight	5,17 ± 0,13 mg / g dry weight	0,2650 ± 0,0150	0,5170 ± 0,0130	[32]
	<i>Porphyra yezoensis</i>	-	1378 mg / 100 g dry weight	-	1,3780	[43]
	<i>Bryothamnion triquetrum</i>	1,07 % dry weight	1,30 % dry weight	1,0700	1,3000	[50]
	<i>Solieria filiformis</i>	1,87 % dry weight	2,87 % dry weight	1,8700	2,8700	[50]
	<i>Gracilaria lemaneiformis</i>	1,13 % dry weight	1,13 % dry weight	1,1300	1,1300	[50]
	<i>Gracilaria corticata</i>	1,99 % dry weight of seaweed	1,85 % dry weight of seaweed	1,9900	1,8500	[25]
	<i>Corallina officinalis</i>	0,35 % dry weight	0,25 % dry weight	0,3500	0,2500	[50]
	<i>Digenea simplex</i>	1,51 % dry weight	1,56 % dry weight	1,5100	1,5600	[50]

Jenis seaweed	Spesies	Asam aspartat	Asam glutamat	Konversi asam aspartat (g / 100 g dry weight)	Konversi asam glutamat (g / 100 g dry weight)	Referensi
	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	0,66 % dry weight seaweed	0,73 % dry weight seaweed	0,6600	0,7300	[25]
	<i>Hypnea musciformis</i>	2,46 % dry weight seaweed	2,67 % dry weight seaweed	2,4600	2,6700	[25]
	<i>Acanthophora spicifera</i> (India)	1,42 % dry weight seaweed	1,21 % dry weight seaweed	1,4200	1,2100	[25]
	<i>Acanthophora spicifera</i> (Brazil)	14,4 ± 0,4 % / 100 mg protein	16,9 ± 0,7 % / 100 mg protein	2,9100 ± 0,0005	3,4140 ± 0,0008	[30], prot = 20,2 ± 0,12 g / 100 g dry weight

Keterangan :

(-) Tidak terkandung

1 = mg / g dry weight = 1/10 g / 100 g dry weight

2 = % dry weight = (diasumsikan) g / 100 g dry weight

3 = % / 100 mg protein → % = mg → mg / 100 mg protein → g / 100 g protein

→ 100 / protein = n

→ Aspartat / n = konversi dlm g / 100 g dry weight

4 = mg / 100 ml dashi = dikalikan dengan 0,24 supaya menjadi mg / g dry weight → lalu dibagi dengan 10 supaya satuan menjadi g / 100 g dry weight

5 = Misalnya protein = 5% → 5 gram protein dalam 100 gram dry weight seaweed → 100 gram protein dalam 2000 g seaweed

Kemudian misalnya aspartat = 6 g / 100 g protein = 6 gram aspartat / 2000 g seaweed

Supaya menjadi g / 100 g dry weight seaweed → Aspartat = 0,3 gram / 100 gr dry weight

6 = % / total asam amino, total AA (asam amino) diketahui → aspartat atau glutamat / 100 * total AA dalam % dry weight (bisa diasumsikan dalam g / 100 g dry weight)

7 = faktor konversi dari N ke protein pada seaweed merah adalah 5,13. Nilai aspartat dan glutamat kemudian dibagi dengan 5,13 menjadi satuan g / 100 g protein. Kemudian dikonversi seperti nomor 5.

Pada Tabel 2., dapat dilihat beberapa kandungan asam aspartat dan asam glutamat pada berbagai jenis *seaweed* sebelum dan sesudah dikonversi. Pada tabel tersebut data aspartat dan glutamat pada berbagai jenis *seaweed* tersedia dalam berbagai jenis satuan sehingga harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam 1 satuan yang sama yaitu g / 100 g *dry weight seaweed* supaya lebih mudah untuk dibandingkan. Pada *green seaweed*, nilai aspartat yang terkandung di dalamnya berbeda-beda yaitu dari yang paling rendah 0,6970 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *Ulva lactuca* (Hongkong) hingga yang tertinggi 2.7760 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Ulva rotundata*. Sedangkan kandungan glutamat pada *green seaweed* berkisar antara 0.6160 g / 100 g *dry weight* yang juga dimiliki oleh *Ulva lactuca* (Hongkong) hingga paling tinggi 3.2 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Caulerpa sertularioides*. Lain pula halnya dengan *brown seaweed* yang memiliki nilai aspartat antara 0.0001 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *Undaria pinnatifida* (Perancis) hingga paling tinggi 2.23 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Sargassum vulgare*. Sedangkan nilai glutamat pada *brown seaweed* berkisar antara 0.0004 g / 100 g *dry weight* yang juga dimiliki oleh *Undaria pinnatifida* (Perancis) hingga paling tinggi 3.044 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Alaria esculenta* (Norwegia). Pada *seaweed* merah, aspartat terendah dimiliki oleh *Porphyra yezoensis* yang tidak memiliki aspartat dan aspartat tertinggi dimiliki oleh *Acanthophora spicifera* (Brazil) dengan 2.91 g / 100 g *dry weight*, sedangkan kandungan glutamat pada *seaweed* merah berkisar antara 0.0034 g / 100 g *dry weight* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Chorda filum* hingga yang tertinggi yaitu 3.4140 g / 100 g *dry weight* yang juga dimiliki oleh *Acanthophora spicifera* (Brazil).

Sedangkan secara keseluruhan, nilai asam aspartat dan asam glutamat tertinggi dimiliki oleh *Acanthophora spicifera* dengan 2.91 g / 100 g *dry weight* aspartat dan 3.4140 g / 100 g *dry weight* glutamat. Untuk nilai aspartat terendah dimiliki oleh *Porphyra yezoensis* yang tidak memiliki nilai aspartat dan glutamat terendah secara keseluruhan dimiliki oleh *Undaria pinnatifida* (Perancis) dengan 0.0004 g / 100 gram *dry weight*. Namun, nilai aspartat dan glutamat yang tinggi belum tentu menghasilkan rasa umami yang tinggi pula. Masih ada 1 faktor lagi yang mempengaruhi rasa umami *seaweed* yaitu 5' nukleotida umami (Milinovic et al., 2020).

3.2. 5'Nukleotida Umami *Seaweed*

Kandungan 5'nukleotida yang dapat menghasilkan rasa umami adalah 5'IMP (*Inosine 5'monophosphate*) dan 5'GMP (*guanosine 5' monophosphate*) (Milinovic, 2020). 5'IMP terbentuk ketika terjadi proses dekomposisi ATP (*adenosine triphosphate*) ATP terdekomposisi menjadi AMP (*adenosine monophosphate*) dan nantinya AMP tersebut yang akan terdekomposisi lagi menjadi 5'IMP. Proses produksi 5'IMP akan dimulai ketika hewan / tumbuhan / *seaweed* mati dan konsentrasi 5'IMP akan mencapai nilai maksimum setelah 10 jam pasca tumbuhan/hewan tersebut mati. Sedangkan 5'GMP terbentuk dari proses dekomposisi asam ribonukleat dalam sel. Asam ribonukleat akan dapat membentuk 5'GMP ketika asam ribonukleat berhubungan dengan ribonuklease setelah hewan / tumbuhan / *seaweed* mati. 5'GMP tidak akan terbentuk pada hewan / tumbuhan / *seaweed* yang masih hidup karena pada sel yang masih hidup, asam ribonuklet tidak akan bisa berhubungan dengan enzim ribonuklease. Sama seperti glutamat, 5'IMP dan 5'GMP dapat menghasilkan rasa umami dalam bentuk anionnya. 5'IMP dan 5'GMP akan berbentuk anion saat berada dalam pH netral (Kurihara, 2015). Tabel kandungan 5'IMP dan 5'GMP pada berbagai jenis *seaweed* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan 5'IMP dan 5'GMP pada berbagai Jenis *Seaweed*

Spesies	5'Nucleotida (g/100g <i>dry weight</i>)		Referensi
	5'IMP	5'GMP	
<i>Laminaria digitata</i>	-	0.0110 ± 0.00007	[47]
<i>Ascophyllum nodosum</i>	-	0.0188 ± 0.0051	[47]
<i>Pelvetia canaliculata</i>	-	0.0136	[47]
<i>Fucus vesiculosus</i>	0.1390 ± 0.0087	0.3909 ± 0.0309	[47]
<i>Fucus spiralis</i>	0.0016 ± 0.00006	0.0364 ± 0.00132	[47]
<i>Porphyra yezoensis</i>	0.0085	0.0125	[43]

(-) tidak terdeteksi

Berdasarkan Tabel 3., dapat dilihat bahwa *seaweed* jenis *Laminaria digitata*, *Ascophyllum nodosum*, dan *Pelvetia canaliculata* tidak mengandung 5'IMP. Kandungan 5'IMP tertinggi dimiliki oleh *seaweed* jenis *Fucus vesiculosus* dengan sekitar 0.139 g/100 g *dry weight seaweed*. Sedangkan kandungan 5'IMP terendah dimiliki oleh

seaweed jenis *Fucus spiralis* dengan sekitar 0.0016 g/100 g *dry weight*. Untuk kandungan 5'GMP tertinggi juga dimiliki oleh *Fucus vesiculosus* dengan sekitar 0.3909 g/100 g *dry weight seaweed*. Sedangkan kandungan 5'GMP terendah dimiliki oleh *Laminaria digitata* dengan sekitar 0.011 g/100 g *dry weight seaweed*. Menurut Ninomiya (2002), 5'GMP dan 5'IMP jarang ditemukan pada *seaweed*. Namun, meskipun jarang ditemukan, 5'GMP juga dapat ditemukan pada beberapa jenis *seaweed* seperti *Saccharina latissima*, *Gracilaria sp.*, dan *Ulva sp.* Sedangkan 5'IMP dapat juga ditemukan pada *Porphyra sp.* (Milinovic, *et al.*, 2020).

3.3. Nilai EUC *Seaweed*

Meskipun pada 2 tabel sebelumnya menunjukkan berbagai jenis *seaweed* yang memiliki kandungan glutamat, aspartat, 5'IMP, dan 5'GMP tertinggi, namun belum tentu *seaweed-seaweed* tersebut dapat menghasilkan rasa umami yang tinggi pula karena menurut Chaudhari, Pereira, & Roper (2009); Fuke & Shimizu (1993); Kurihara (2015); Sun *et al.* (2020); Kawashima *et al.* (2018), 5'IMP dan 5'GMP memiliki efek sinergis dengan glutamat. *Seaweed* yang mengandung 5'IMP / 5'GMP dan glutamat akan menghasilkan rasa umami yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan *seaweed* yang hanya mengandung glutamat atau 5'nukleotida umami saja. Efek sinergis antara glutamat dengan 5'nukleotida IMP dan GMP ini pertama kali ditemukan oleh Kuninaka. Beliau telah melakukan percobaan dengan cara pertama-tama merasakan rasa umami dari 5'IMP yang ternyata rasa umaminya lemah. Kemudian beliau merasakan glutamat tanpa membilas mulutnya dan ternyata rasa umaminya menjadi sangat kuat. Hal ini disebabkan karena 5'IMP telah bercampur dengan glutamat di dalam mulutnya. Tak hanya berlaku pada 5'IMP, ternyata 5'GMP juga memiliki efek sinergis dengan glutamat juga. Selain itu, aspartat juga dapat menghasilkan rasa umami meskipun rasa umaminya jauh lebih lemah bila dibandingkan dengan glutamat (Kurihara, 2015).

Maka dari itu, Yamaguchi *et al* (1971) pertama kali memperkenalkan mengenai EUC (*Equivalent Umami Concentration*). EUC (*Equivalent Umami Concentration*) merupakan parameter kuantitatif yang digunakan untuk menyatakan intensitas rasa umami pada suatu makanan yang berdasarkan pada konsentrasi asam amino dan 5' nukleotida penghasil rasa umami (Mau, 2005). Nilai EUC akan mengukur seberapa

besar komponen penghasil rasa umami dari asam amino umami (glutamat dan aspartat) serta komponen 5' nukleotida umami (5'IMP dan 5'GMP) dapat menghasilkan rasa umami menyerupai rasa MSG (Peinado *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2020). Kandungan dari glutamat, aspartat, 5'IMP, dan 5'GMP pada berbagai jenis *seaweed* yang telah ditunjukkan pada tabel sebelumnya yang akan diukur dengan menggunakan EUC untuk menunjukkan intensitas rasa umami tersebut (Hwang *et al.*, 2020). Rumus nilai EUC dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$Y = \sum a_i b_i + 1218 (\sum a_i b_i) (\sum a_j b_j)$$

Keterangan :

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)

Nilai RUC (*Relative Umami Concentration*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai RUC (*Relative Umami Concentration*) Asam Amino dan 5'Nukleotida Umami

Asam Amino Umami	RUC
Asam Aspartat (Asp)	0.077
Asam Glutamat (Glu)	1

5'-Nukleotida Umami	RUC
5'-Guanosine monophosphate (5'-GMP)	2.3
5'- Inosine monophosphate (5'-IMP)	1

(Yamaguchi *et al.*, 1971)

Kandungan asam amino umami (asam aspartat dan asam glutamat), 5' nukleotida umami (5'IMP dan 5'GMP), serta perhitungan nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) untuk menunjukkan intensitas rasa umami dari berbagai jenis *seaweed* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Nilai EUC dari berbagai Jenis *Seaweed*

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
<i>Green seaweed</i>	<i>Ulva rotundata</i>	2.7760	3.0530	-	-	3.27	[12]
	<i>Ulva rigida</i>	2.0760	1.5860	-	-	1.75	[12]
	<i>Ulva reticulata</i>	2.6600	2.7600	-	-	2.96	[51]
	<i>Ulva lactuca</i> (India)	1.5900	1.4000	-	-	1.52	[25]
	<i>Ulva lactuca</i> (Hongkong)	0.6970	0.6160	-	-	0.67	[61]
	<i>Ulva fasciata</i> (timur laut Brazil)	0.8800	0.8400	-	-	0.91	[50]
	<i>Ulva fasciata</i> (tenggara Brazil)	0.8100 ±0.0030	0.7900 ±0.0005	-	-	0.85	[30]
	Rata-rata	0.8450	0.8150	-	-	0.88	
	<i>Caulerpa lentillifera</i> (Malaysia)	0.8330 ±0.0110	1.3470 ±0.0230	-	-	1.41 ±0.02	[32]
	<i>Caulerpa lentillifera</i> (Thailand)	1.4300	1.7800	-	-	1.89	[51]
<i>Caulerpa sertularioides</i>	2.5900	3.2000	-	-	3.40	[50]	
<i>Brown seaweed</i>	<i>Saccharina latissima</i> (Jerman)	0.0590 ±0.0080	0.0380 ±0.0090	-	-	0.04 ±0.01	[48]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g <i>dry weight</i> seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g <i>dry weight</i>)	Glutamat (g /100 g <i>dry weight</i>)	5'IMP (g / 100 g <i>dry weight</i>)	5'GMP (g/100g <i>dry weight</i>)		
	<i>Saccharina latissima</i> (Islandia)	0.0013	0.0206	-	-	0.02	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Storebaelt, Denmark)	0.0006	0.0040	-	-	0.00	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Samsø, Denmark)	0.0007	0.0029	-	-	0.00	[39]
	<i>Saccharina latissima</i> (Lillebaelt, Denmark)	0.0013	0.0264	-	-	0.03	[39]
	<i>Saccharina japonica</i> (Makombu (Fukuoka))	0.0007	0.8880	-	-	0.89	[39]
	<i>Saccharina japonica</i> (Makombu (Sakai))	0.0006	0.6720	-	-	0.67	[39]
	<i>Saccharina longicrusis</i>	0.0012	0.0432	-	-	0.04	[39]
	<i>Laminaria setchelli</i>	0.0041	0.0140	-	-	0.01	[39]
	<i>Laminaria groenlandica</i>	0.0016	0.0074	-	-	0.01	[39]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
	<i>Laminaria digitata</i> (Skotlandia)	0.0230 ±0.0060	0.0610 ±0.0260	-	0.0110 ±0.00007	2.00 ±0.03	[47]
	<i>Laminaria digitata</i> (Islandia)	0.0024	0.0264	-	0.0110 ±0.00007	0.85	[39]
	<i>Laminaria digitata</i> (Denmark)	0.0014	0.0134	-	0.0110 ±0.00007	0.43	[39]
	<i>Laminaria hyperbore</i>	0.0060	0.0360	-	-	0.04	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Jepang)	0.0067	0.0936	-	-	0.09	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Perancis)	0.0001	0.0004	-	-	0.00	[39]
	<i>Undaria pinnatifida</i> (Portugal)	0.0578±0.0017	0.1170±0.0017	-	-	0.12	[58]
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Skotlandia)	0.0710 ±0.0080	0.0540 ±0.0250	0.1390 ±0.0087	0.3909 ±0.0309	75.25 ±2.51	[47]
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Spanyol)	1.6770 ±0.1560	1.9740 ±0.1500	0.1390 ±0.0087	0.3909 ±0.0309	2661.23 ±15.90	[29]
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Norwegia)	0.6235 ±0.0301	0.6450 ±0.0129	0.1390 ±0.0087	0.3909 ±0.0309	876.91 ±14.80	[4]
	<i>Fucus vesiculosus</i> (Denmark)	0.0038	0.0336	0.1390 ±0.0087	0.3909 ±0.0309	42.89	[39]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
	<i>Fucus spiralis</i> (Skotlandia)	0.2750 ± 0.0120	0.1650 ± 0.0130	0.0016 ± 0,00006	0.0364 ± 0.00132	19.54 ± 0.07	[47]
	<i>Fucus spiralis</i> (Portugal)	0.1450 ± 0.0012	0.2750 ± 0.0071	0.0016 ± 0,00006	0.0364 ± 0.00132	30.03 ± 0.03	[58]
	<i>Fucus spiralis</i> (Denmark)	0.0046	0.0744	0.0016 ± 0,00006	0.0364 ± 0.00132	7.84	[39]
	<i>Fucus serratus</i>	0.0034	0.0336	-	-	0.03	[39]
	<i>Bifurcaria bifurcata</i>	0.8000 ± 0.1000	1.5040 ± 0.1780	-	-	1.57 ± 0.19	[29]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Skotlandia)	0.1440 ± 0.0270	0.0470 ± 0.0120	-	0.0188 ± 0.0051	3.12 ± 0.22	[47]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Spanyol)	0.8460 ± 0.0380	1.7140 ± 0.1330	-	0.0188 ± 0.0051	95.48 ± 2.08	[29]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Portugal)	0.0680 ± 0.0009	0.1128 ± 0.0009	-	0.0188 ± 0.0051	6.33 ± 0.01	[58]
	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Norwegia)	0.5600	0.5705	-	0.0188 ± 0.0051	32.93	[4]
	<i>Padina gymnospora</i> (timur laut Brazil)	1.4500	1.7400	-	-	1.85	[50]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
	<i>Padina gymnospora</i> (tenggara Brazil)	1.4672 ±0.0100	1.5010 ±0.0080	-	-	1.61 ±0.01	[30]
	Rata-rata	1.4586	1.6200	-	-	1.73	
	<i>Sargassum polycystum</i>	0.4470 ±0.0870	0.8080 ±0.1080	-	-	0.84 ±0.11	[32]
	<i>Sargassum fluitans</i>	1.2600	1.9000	-	-	2.00	[50]
	<i>Sargassum vulgare</i> (timur laut Brazil)	2.2300	2.7400	-	-	2.91	[50]
	<i>Sargassum vulgare</i> (tenggara Brazil)	1.7770 ±0.0090	2.8700 ±0.0080	-	-	3.01 ±0.01	[30]
	Rata-rata	2.0035	2.8050	-	-	2.96	
	<i>Sargassum wightii</i>	1.8000	1.1500	-	-	1.29	[25]
	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Skotlandia)	0.0210 ±0.0070	0.1320 ±0.0250	-	0.0136	5.24 ±0.03	[47]
	<i>Pelvetia canaliculata</i> (Norwegia)	0.5904 ±0.0020	0.8976 ±0.0030	-	0.0136	36.98	[4]
	<i>Nereocystis leutkeana</i>	0.0062	0.0600	-	-	0.06	[39]
	<i>Macrocystis pyrifera</i>	0.0012	0.0240	-	-	0.02	[39]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
	<i>Alaria esculenta</i> (<i>Stykkish ómu</i> , <i>Islandia</i>)	0.0016	0.0079	-	-	0.01	[39]
	<i>Alaria esculenta</i> (<i>Norwegia</i>)	0.2140 ±0.0002	3.0440 ±0.0004	-	-	3.06	[4]
	<i>Postelsia palmaeformis</i>	0.0031	0.0528	-	-	0.05	[39]
	<i>Himanthalia elongata</i> (<i>Perancis</i>)	0.0006	0.0132	-	-	0.01	[39]
	<i>Himanthalia elongata</i> (<i>Norwegia</i>)	0.8378 ±0.0004	0.8496 ±0.0010	-	-	0.91	[4]
	<i>Ecklonia bicyclis</i>	0.0015	0.0194	-	-	0.02	[39]
	<i>Chorda filum</i>	0.0008	0.0034	-	-	0.00	[39]
Red seaweed	<i>Palmaria palmata</i> (<i>Islandia</i>)	0.0870 ±0.0080	0.1180 ±0.0250	-	-	0.12 ±0.03	[48]
	<i>Pamaria palmata</i> (<i>Perancis</i>)	2.9000	1.7800	-	-	2.00	[11]
	<i>Palmaria palmata</i> (<i>Ceko</i>)	0.4064	0.4343	-	-	0.47	[35]
	<i>Palmaria palmata</i> (<i>Norwegia</i>)	1.5500 ±0.0124	1.5252 ±0.0014	-	-	1.64	[4]
	<i>Eucheuma cottonii</i>	0.2650 ±0.0150	0.5170 ±0.0130	-	-	0.54 ±0.01	[32]

Jenis seaweed	Spesies	Asam Amino Umami		5'Nukleotida Umami		EUC (g MSG / 100 g dry weight seaweed)	Referensi
		Aspartat (g / 100 g dry weight)	Glutamat (g /100 g dry weight)	5'IMP (g / 100 g dry weight)	5'GMP (g/100g dry weight)		
	<i>Porphyra yezoensis</i>	-	1.3780	0.0085	0.0125	63.90	[43]
	<i>Bryothamnion triquetrum</i>	1.0700	1.3000	-	-	1.38	[50]
	<i>Solieria filiformis</i>	1.8700	2.8700	-	-	3.01	[50]
	<i>Gracilaria lemaneiformis</i>	1.1300	1.1300	-	-	1.22	[50]
	<i>Gracilaria corticata</i>	1.9900	1.8500	-	-	2.00	[25]
	<i>Corallina officinalis</i>	0.3500	0.2500	-	-	0.28	[50]
	<i>Digenea simplex</i>	1.5100	1.5600	-	-	1.68	[50]
	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	0.6600	0.7300	-	-	0.78	[25]
	<i>Hypnea musciformis</i>	2.4600	2.6700	-	-	2.86	[25]
	<i>Acanthophora spicifera (India)</i>	1.4200	1.2100	-	-	1.32	[25]
	<i>Acanthophora spicifera (Brazil)</i>	2.9100 ± 0.0005	3.4140 ± 0.0008	-	-	3.64	[30]

(-) tidak terdeteksi

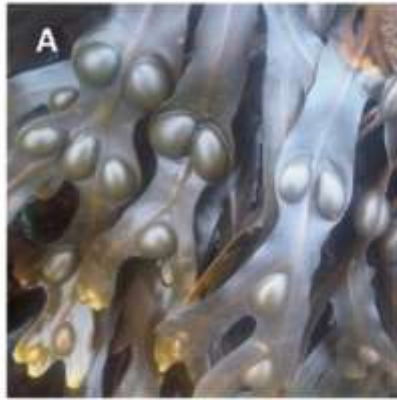
Pada Tabel 5., dapat dilihat kandungan asam aspartat, asam glutamat, 5'IMP, 5'GMP, dan nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) pada berbagai jenis *seaweed*. Kandungan asam aspartat, asam glutamat, 5'IMP, dan 5'GMP pada *seaweed* menentukan nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 5., nilai EUC pada *green seaweed* berkisar antara 0.67 hingga 3.40 g MSG / 100 g *dry weight seaweed*. Dengan nilai EUC terendah dimiliki oleh *Ulva lactuca* (Hongkong) dan nilai EUC tertinggi dimiliki oleh *Caulerpa sertularioides*. Pada *seaweed* coklat nilai EUC sangat bervariasi yaitu antara 0.00 yang dimiliki oleh *Saccharina latissima* (Storebaelt dan Samsø, Denmark) serta *Undaria pinnatifida* (Perancis) hingga paling tinggi 2661.23 g MSG / 100 g *dry weight seaweed* yang dimiliki oleh *seaweed* jenis *Fucus vesiculosus* (Spanyol). Sedangkan pada *seaweed* merah, nilai EUC bervariasi antara 0.00 yang dimiliki oleh *Chorda filum* hingga paling tinggi 63.90 g MSG / 100 g *dry weight seaweed* yang dimiliki oleh *Porphyra yezoensis*.

Pada semua spesies *seaweed* hijau, sebagian *seaweed* coklat, dan sebagian besar *seaweed* merah tidak mengandung 5'IMP dan 5'GMP, sehingga menyebabkan nilai EUC yang dihasilkan tidak terlalu tinggi pula. Apabila *seaweed* mengandung aspartat, glutamat, dan 5'IMP atau 5'GMP akan menyebabkan nilai EUC yang dihasilkan cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena adanya efek sinergis antara asam amino umami (aspartat dan glutamat) dengan komponen 5'nukleotida umami (5'IMP dan 5'GMP). Semakin tinggi nilai EUC yang dihasilkan maka akan semakin kuat pula rasa umami yang dihasilkan (Peinado *et al.*, 2014).

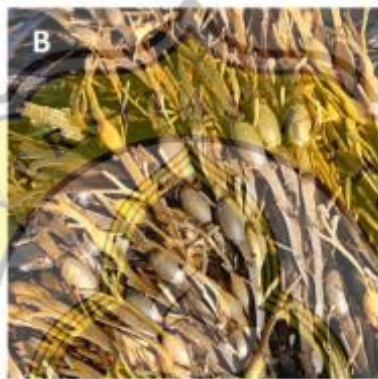
Mau (2005) mengklasifikasikan EUC ke dalam 4 level. Level yang pertama yaitu nilai EUC yang lebih dari 1000 g / 100 g *dry weight*, level kedua yaitu nilai EUC antara 100 – 1000 g / 100 g *dry weight*, level ketiga yaitu nilai EUC antara 10 – 100 g / 100 g *dry weight*, dan level keempat yaitu nilai EUC yang kurang dari 10 g / 100 g *dry weight*. Berdasarkan Tabel 6., *seaweed* jenis *Fucus vesiculosus* (Spanyol) memiliki nilai EUC yang berada pada level pertama karena memiliki nilai EUC yang lebih dari 1000 g / 100 g *dry weight*, yaitu sekitar 2661.23 g / 100 g *dry weight*. Sedangkan *Fucus vesiculosus* (Norwegia) memiliki nilai EUC pada level kedua karena memiliki nilai EUC sebesar 876.91 g / 100 g *dry weight* yang berada di antara 100 – 1000 g / 100 g *dry weight*.

Kemudian *Fucus vesiculosus* (Skotlandia dan Denmark), *Fucus spiralis* (Skotlandia dan Portugal), *Ascophyllum nodosum* (Spanyol dan Norwegia), *Pelvetia canaliculata* (Norwegia), dan *Porphyra yezoensis* berada pada EUC level ketiga karena memiliki nilai EUC antara 10 – 100 g / 100 g *dry weight* seaweed. Sedangkan sisanya merupakan *seaweed* dengan nilai EUC level keempat.

Untuk nilai EUC (*Equivalent Umami Concentration*) pada penyedap rasa *cubes* dari ayam, jamur, babi, dan *seafood* telah diteliti sebelumnya oleh Chiang, Yen, & Mau (2007). Hasilnya adalah pada penyedap rasa ayam nilai EUC nya sebesar 30.3 ± 1.24 g MSG / 100 g *dry weight*, pada penyedap rasa jamur nilai EUC nya sebesar 19.1 ± 0.81 g MSG / 100 g *dry weight*, pada penyedap rasa babi nilai EUC nya sebesar 32.0 ± 0.28 g MSG / 100 g *dry weight*, dan pada penyedap rasa *seafood* nilai EUC nya sebesar 14.1 ± 1.73 g MSG / 100 g *dry weight*. Bila dilihat pada Tabel 5., terdapat beberapa *seaweed* yang memiliki nilai EUC hampir sama bahkan lebih tinggi daripada penyedap rasa ayam, jamur, babi, dan *seafood* yang diteliti oleh Chiang, Yen, & Mau (2007). *Seaweed-seaweed* tersebut diantaranya *Fucus vesiculosus* dengan nilai EUC antara 42.89 – 2661.23 g MSG / 100 g *dry weight*, *Fucus spiralis* (Skotlandia dan Portugal) dengan nilai EUC 19.54 – 30.03 g MSG / 100 g *dry weight*, *Ascophyllum nodosum* (Spanyol dan Norwegia) dengan nilai EUC antara 32.93 – 95.48 g MSG / 100 g *dry weight*, *Pelvetia canaliculata* dengan nilai EUC sebesar (Norwegia) dengan nilai EUC sebesar 36.98 g MSG / 100 g *dry weight*, dan *Porphyra yezoensis* dengan nilai EUC sebesar 63.90 g MSG / 100 g *dry weight*. Maka dari itu, beberapa jenis *seaweed* seperti *Fucus vesiculosus*, *Porphyra yezoensis*, *Fucus spiralis* (Skotlandia dan Portugal), *Pelvetia canaliculata* (Norwegia), serta *Ascophyllum nodosum* (Spanyol dan Norwegia) berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan penyedap rasa.



Gambar 3. *Fucus vesiculosus* (Catarino *et al.*, 2017)



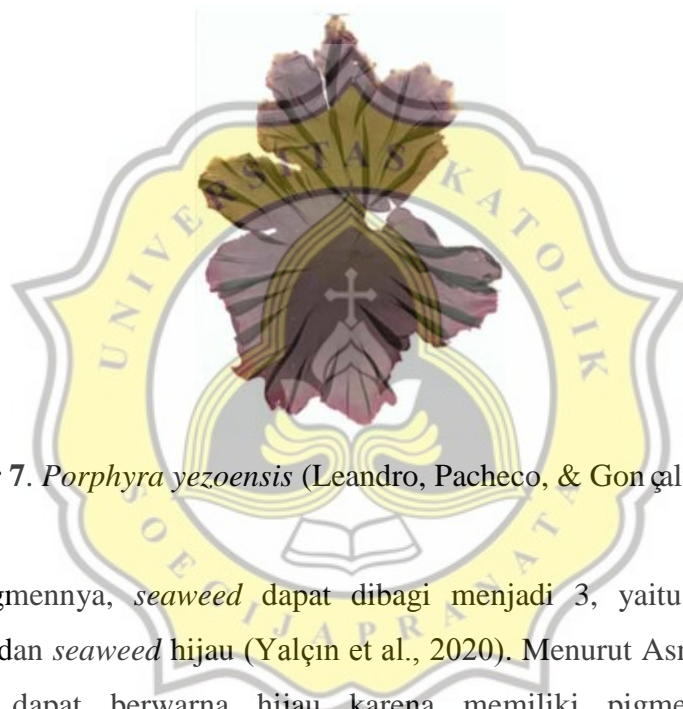
Gambar 4. *Ascophyllum nodosum* (Catarino *et al.*, 2017)



Gambar 5. *Pelvetia canaliculata* (Catarino *et al.*, 2017)



Gambar 6. *Fucus spiralis* (Niemeck & Mathieson, 1976)



Gambar 7. *Porphyra yezoensis* (Leandro, Pacheco, & Gonçalves, 2020)

Berdasarkan pigmennya, *seaweed* dapat dibagi menjadi 3, yaitu *seaweed* merah, *seaweed* coklat, dan *seaweed* hijau (Yalçın et al., 2020). Menurut Asmida *et al.* (2017), *seaweed* hijau dapat berwarna hijau karena memiliki pigmen klorofil yang menghasilkan warna hijau. *Seaweed* hijau biasanya dapat ditemukan di permukaan dan sedimen laut serta hampir semua spesies *seaweed* hijau melakukan fotosintesis. Berbeda lagi dengan *seaweed* coklat. *Seaweed* coklat biasanya berwarna coklat, coklat kekuningan, dan coklat tua karena memiliki pigmen *xanthophyll* yang biasa disebut *fucoxanthin*. *Seaweed* coklat biasanya dapat ditemui di daerah pantai intertidal bebatuan. Pada *seaweed* merah, terdapat pigmen *phycoerythrin* dan *phycocyanin* sehingga dapat menghasilkan warna merah. *Seaweed* merah ini biasanya dapat ditemui di negara tropis pada perairan jernih yang dalam. Menurut Ismail & Hong (2002), di seluruh dunia terdapat sekitar 45.000 spesies *seaweed*, 4.500 spesies diantaranya merupakan *seaweed* merah, 900 spesies *seaweed* hijau, dan 1.000 spesies *seaweed*

coklat. Sedangkan di Indonesia sendiri terdapat sekitar 782 spesies *seaweed* yang terdiri dari 452 spesies *seaweed* merah, 196 spesies *seaweed* hijau, dan 134 spesies *seaweed* coklat, dimana sekitar 50-60 spesies *seaweed* dapat dikonsumsi dan 20-30 spesies dapat digunakan sebagai obat (Kepel *et al.*, 2019).

Menurut hasil review sistematis yang sudah dilakukan, *seaweed* yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan penyedap rasa antara lain *Fucus vesiculosus*, *Porphyra yezoensis*, *Fucus spiralis* (Skotlandia dan Portugal), *Pelvetia canaliculata* (Norwegia), serta *Ascophyllum nodosum* (Spanyol dan Norwegia) yang semuanya merupakan *edible seaweed*. *Fucus vesiculosus*, *Fucus spiralis*, *Pelvetia canaliculata*, dan *Ascophyllum nodosum* merupakan *seaweed* coklat, sedangkan *Porphyra yezoensis* merupakan *seaweed* merah. *Fucus vesiculosus*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum*, dan *Pelvetia canaliculata* merupakan *seaweed* coklat yang termasuk dalam golongan *Fucacea*. *Seaweed* yang termasuk dalam golongan *Fucacea* ini biasanya hidup di daerah intertidal laut beriklim dingin maupun hangat (Catarino *et al.*, 2017). Sama halnya dengan *Porphyra yezoensis* yang walaupun merupakan *seaweed* merah namun hidup di daerah intertidal laut beriklim sedang (Makkar, Tran, Heuzé, & Ankers, 2015). Tabel pigmen, zat penyusun dinding sel, dan habitat *seaweed* hijau, coklat, dan merah secara umum dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pada Lampiran 1., dapat dilihat perbedaan dari *seaweed* hijau, *seaweed* coklat, dan *seaweed* merah berdasarkan pigmennya, zat penyusun dinding selnya, dan habitat tempat hidupnya. Pada *seaweed* hijau, pigmen utamanya yaitu klorofil sehingga *seaweed* terlihat berwarna hijau. Pada *seaweed* coklat dan merah juga tetap memiliki klorofil untuk berfotosintesis namun *seaweed* terlihat berwarna coklat dan merah. Hal ini disebabkan karena pigmen utama pada *seaweed* coklat yaitu fucoxanthin sehingga *seaweed* berwarna kecoklatan, sedangkan pigmen utama pada *seaweed* merah yaitu fikoeritrin dan fikosianin sehingga *seaweed* merah berwarna kemerahan (Asmida *et al.*, 2017). Untuk zat penyusun dinding sel pada masing-masing jenis *seaweed* juga berbeda. Pada *seaweed* hijau zat penyusun dinding selnya yaitu selulosa, pada *seaweed* coklat dinding sel tersusun dari asam alginat, sedangkan pada *seaweed* merah dinding sel tersusun atas kalsium karbonat, selulosa, serta produk fotosintetik seperti agar,

karaginan, porpiran, dan fulcellaran. Maka dari itu, menurut Istini, Ohno, & Kusunose (1994) dan Widyastuti (2009) *seaweed* coklat dan merah dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan, obat-obatan, kosmetik, dan industri bioteknologi sebagai pengental, *gelling agents*, pengemulsi, dan penstabil karena kandungan alginat, agar, dan karagenannya. Selain itu, menurut Peinado *et al.* (2014) dan Yuasa *et al.* (2017), *seaweed* merah dan coklat seringkali digunakan dalam menu makanan Jepang sebagai *dashi* / kaldu, pembungkus sushi, bumbu, dan sayuran serta sudah digunakan sebanyak 10-25% dari total *food intake*. Untuk habitat *green seaweed* biasanya di air tawar, air asin, dan permukaan / sedimen laut, pada *seaweed* coklat biasanya berhabitat di laut maupun di pantai intertidal bebatuan, sedangkan pada *seaweed* merah yaitu di laut, sebagian kecil air tawar, perairan jernih yang dalam, dan daerah intertidal laut beriklim sedang. *Seaweed* umumnya dapat tumbuh secara optimal pada suhu 26-33°C (Ode & Wasahua, 2014).

