

BIODIVERSITAS MAKROALGA DI PERAIRAN PESISIR TONGKAINA, KOTA MANADO

(*The biodiversity of macroalgae in the coastal waters of Tongkaina, Manado City*)

Rene Charles Kepel¹, Desy Maria Helena Mantiri², Nasprianto

¹) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado

²) Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail: renecharleskepel65@gmail.com

Abstract

This study was carried out in coastal waters of Tongkaina, Manado City with an objective of knowing the taxa composition of macroalgae through morphological studies. Data collection used exploring survey. Results found 15 species that consisted 7 species of green algae, 4 species of brown algae, and 4 species of red algae.

Keyword: Macroalgae, Tongkaina.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Tongkaina, Kota Manado dengan tujuan untuk mengetahui komposisi taksa makroalga melalui pendekatan morfologi. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode Survei Jelajah. Hasil penelitian menemukan 15 spesies, yang terdiri dari 7 spesies alga hijau, 4 spesies alga cokelat dan 4 spesies alga merah.

Kata Kunci: makroalga, Tongkaina.

PENDAHULUAN

Di wilayah pesisir Indonesia terdapat kekayaan dan keanekaragaman sumberdaya alam yang melimpah, baik yang dapat pulih maupun yang tidak dapat pulih. Kekayaan keanekaragaman sumberdaya alam khususnya keanekaragaman hayati (*biodiversity*) laut Indonesia merupakan yang terbesar di dunia, karena memiliki ekosistem pesisir seperti hutan mangrove, terumbu karang dan padang lamun yang sangat luas dan beragam (Dahuri *dkk*, 2001). Wilayah pesisir merupakan daerah yang kaya dan beragam sumberdaya alamnya dan memiliki berbagai fungsi baik sebagai sumber makanan utama maupun sebagai transportasi dan pelabuhan, kawasan agribisnis dan agroindustri, rekreasi dan pariwisata,

kawasan pemukiman dan bahkan sebagai tempat pembuangan limbah.

Alga berasal dari bahasa Yunani yaitu "*algor*" yang berarti dingin (Nontji, 2002). Menurut Landau (1992), alga laut (*seaweed*) merupakan bagian terbesar dari tumbuhan laut dan termasuk tumbuhan tingkat rendah yang tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar, batang dan daun meskipun tampak seperti ada perbedaan tapi sebenarnya hanya merupakan bentuk thallus belaka. Siklus hidup alga yang periodik membutuhkan data tentang distribusi alga dari berbagai tempat. Cukup banyak penelitian tentang manfaat dari alga di bidang farmasi, kosmetika dan nutrasetika yang memerlukan data ekologis dan biodiversitas.

Tongkaina memiliki perairan pesisir dengan keanekaragaman

vegetasi yaitu mangrove, lamun dan alga. Hal ini berhubungan dengan produktivitas primer maupun fungsi dan peranannya secara ekologis baik sebagai tempat berlindung, memijah dan tempat mencari makan bagi organisme lain. Adapun penelitian tentang sumberdaya makroalga di Tongkaina telah dilakukan oleh Kase dkk (2002) serta Kepel dan Rintjap (2002). Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian kembali untuk melihat biodiversitas makroalga di wilayah tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Deskripsi Alga Laut

Secara ekologis alga berfungsi sebagai tempat pembesaran dan pemijahan biota-biota laut, juga sebagai bahan dasar dalam siklus rantai makanan di perairan karena dapat memproduksi zat-zat organik (Bold dan Wynne, 1985). Selain itu, menurut Dawes (1998) alga dapat mencegah pergerakan substrat, dan berfungsi sebagai penyaring air.

Secara keseluruhan alga ini mempunyai morfologi yang mirip walaupun sebenarnya berbeda, sehingga dikelompokkan ke dalam kelompok Thallophyta (tumbuhan berthallus) yaitu suatu tumbuhan yang mempunyai struktur kerangka tubuh tidak berdaun, berbatang dan berakar, semuanya terdiri dari batang thallus (Trainor, 1978). Menurut Prescott (1951), bentuk thallus ini bermacam-macam ada yang seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantung, seperti rambut dan sebagainya. Percabangan thallus juga bermacam-macam ada yang *dichotomous* (dua terus menerus), *pinicilate* (dua-dua berlawanan sepanjang thallus utama), *intricate* (berpusat melingkari batang utama), dan di samping itu juga ada yang tidak bercabang.

Struktur tubuh alga laut terdiri dari 3 bagian utama, pertama dikenal dengan sebutan *blade*, yaitu struktur yang menyerupai daun pipih yang biasanya lebar, kedua *stipe*, yaitu

struktur yang menyerupai batang yang lentur dan berfungsi sebagai penahan goncangan ombak, dan ketiga *holdfast*, yaitu bagian yang menyerupai akar dan berfungsi untuk melekatkan tubuhnya pada substrat (Sumich, 1992).

Habitat Makroalga

Pada umumnya alga terdapat pada zona intertidal sampai pada kedalaman di mana cahaya matahari masih dapat tembus. Di perairan yang jernih beberapa jenis alga laut dapat hidup sampai pada kedalaman 150 m. Alga dapat dijumpai dalam bentuk filamen yang sangat halus dan berbentuk membran dan dapat ditemukan pada daerah yang cukup dalam. Alga juga dapat bertumbuh dan tersebar di berbagai daerah pantai dan pulau-pulau karang (Bold dan Wynne, 1985).

Distribusi alga dapat dibagi berdasarkan kedalaman yaitu pada perairan dangkal didominasi oleh alga hijau kemudian diikuti oleh alga coklat dan yang sering ditemukan pada perairan yang lebih dalam adalah alga merah (Duxbury dan Duxbury, 1989; Odum, 1996).

Penelitian Makroalga

Penelitian-penelitian biodiversitas makroalga yang telah dilakukan khusus untuk Sulawesi Utara, antara lain terdapat 30 jenis di Sulawesi Utara (Kadi, 1990), 20 jenis di Rap-rap – Minahasa (Kepel dkk, 1999), 13 jenis di Maen – Minahasa (Kepel dan Madundang, 2001), 7 jenis di perairan hidrotermal dan sekitarnya, Moinit – Minahasa (Kepel dan Mukuan, 2001), 13 jenis di Aertembaga, Manembonembo dan Tanjung Merah – Bitung (Kepel dan Rum, 2001), 16 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Blongko – Minahasa (Kepel dan Wondal, 2001), 6 jenis pada beberapa konstruksi buatan di Teluk Manado (Kepel dan Mamole, 2002), 11 jenis pada sarana budidaya di perairan Bentenan – Minahasa (Kepel dkk,

2002), 22 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Tumbak – Minahasa (Beelt dan Kepel, 2003), 23 jenis di Poopoh – Minahasa (Kepel dan Rumondor, 2003), 5 jenis alga hijau *Halimeda* di perairan Laboratorium Basah Universitas Sam Ratulangi, Likupang – Minahasa (Kepel *dkk*, 2003), 25 jenis di Daerah Perlindungan Laut dan sekitarnya, Pulau Talise – Minahasa (Ngangi dan Kepel, 2004), 1 jenis alga hijau *Halimeda* di Tanjung Merah, Bitung (Pulukadang *dkk*, 2004), 27 jenis di Poopoh – Minahasa (Luarwan *dkk*, 2004a), 13 jenis di Rap-rap – Minahasa (Luarwan *dkk*, 2004b), 23 jenis di Pulau Gangga, 15 jenis di Pulau Tindila dan 3 jenis di Pulau Lehaga – Minahasa Utara (Kepel *dkk*, 2006), 14 jenis di Kahuku dan 14 jenis di Lihunu, Pulau Bangka – Minahasa Utara (Kepel *dkk*, 2010a), 16 jenis di Libas dan 8 jenis di Pahepa,

Pulau Bangka – Minahasa Utara (Kepel *dkk*, 2010b), 7 rekor baru untuk makroalga di Pulau Mantehage dan Pulau Siladen (Wattimury *dkk*, 2010a), 44 jenis di Pulau Mantehage dan 27 jenis di Pulau Siladen – Sulawesi Utara (Wattimury *dkk*, 2010b), 7 jenis di Mokupa – Minahasa (Wowor *dkk*, 2015), dan 44 jenis di Pulau Mantehage – Sulawesi Utara (Watung *dkk*, 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung dari bulan April-Mei 2018. Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di perairan pesisir Tongkaina, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara dengan hamparan makroalga di wilayah pesisir (Gambar 1).



Gambar 1. Hamparan alga di lokasi penelitian

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel alga menggunakan metode Survei Jelajah di perairan pesisir Tongkaina. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dengan menggunakan buku identifikasi dari Calumpong dan Menez (1997), Trono (1997), Kepel *dkk* (2012) dan Kepel dan Baulu (2013).

Pengukuran parameter air dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel alga, meliputi suhu dengan termometer dan salinitas dengan salinometer. Selain itu untuk daerah pengambilan sampel alga, dilakukan pengamatan secara visual

terhadap kondisi substrat dasar perairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di lokasi penelitian ditemukan substrat pasir, pasir berlumpur, pasir bercampur dengan karang mati, patahan karang serta batuan. Secara keseluruhan substrat yang mendominasi yaitu pasir bercampur lumpur. Suhu perairan berkisar 29-31°C. Menurut Sumich (1992), jika suhu terlalu tinggi di batas maksimum toleransi alga tersebut, dapat mengakibatkan alga sulit untuk bertahan hidup. Umumnya, alga dapat bertahan hidup pada suhu 24-

30°C, namun ada juga spesies yang dapat hidup pada suhu 31°C (Lobban dan Harrison, 1994). Salinitas yang diukur di lokasi penelitian yaitu 33‰. Menurut Luning (1990), setiap spesies alga memiliki tingkat toleransi salinitas untuk dapat bertahan hidup dan bertumbuh secara maksimal. Kecerahan pada lokasi pengambilan data yaitu 100% karena saat terjadi pasang tertinggi dasar perairan dapat dilihat dari permukaan perairan. Kecerahan seperti ini mendukung pertumbuhan makroalga, karena

makroalga ini membutuhkan cahaya untuk melakukan fotosintesis (Nybakken, 1992).

Komposisi taksa dari makroalga yang ditemukan terdiri dari 3 divisi yaitu Divisi Chlorophyta yang terdiri dari 1 kelas, 4 ordo, 6 famili, 6 genera dan 7 spesies (Tabel 1); Divisi Phaeophyta yang terdiri dari 1 kelas, 3 ordo, 3 famili, 4 genera dan 4 spesies (Tabel 2); Divisi Phaeophyta yang terdiri dari 1 kelas, 3 ordo, 4 famili, 4 genera dan 4 spesies (Tabel 3).

Tabel 1. Klasifikasi alga hijau

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies
1	Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Anadyomenaceae	<i>Anadyomene</i>	<i>wrightii</i>
2			Siphonocladales	Siphonocladaceae	<i>Boodlea</i>	<i>composita</i>
3				Valoniaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>versluisii</i>
4			Bryopsidales	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	<i>racemosa</i>
5				Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	<i>macroloba</i>
6					<i>Halimeda</i>	<i>opuntia</i>
7			Dasycladales	Dasycladaceae	<i>Bornetella</i>	<i>oligospora</i>

Tabel 2. Klasifikasi alga cokelat

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies
1	Phaeophyta	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	<i>australis</i>
2			Scytosiphonales	Scytosiphonaceae	<i>Hydroclathrus</i>	<i>clathratus</i>
3			Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	<i>polycystum</i>
4					<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>

Tabel 3. Klasifikasi alga merah

No	Divisi	Kelas	Ordo	Famili	Genera	Spesies
1	Rhodophyta	Rhodophyceae	Bonnemaisoniales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>obongata</i>
2			Gigartinales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>arcuata</i>
3				Hypneaceae	<i>Hypnea</i>	<i>valentiae</i>
4			Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>

Deskripsi Makroalga

1. *Anadyomene wrightii* Harvey ex J.E. Gray

Thallus berwarna hijau segar, tumbuh mendatar menyerupai selada, bagian tepinya kadang-kadang

bergelombang; membentuk rumpun daun dimana semua batang daunnya menyatu dengan alat pelekat; hidup pada substrat karang mati; melekatkan diri dengan alat pelekat pada substrat keras di daerah intertidal (Gambar 2).

Gambar 2. *Anadyomene wrightii* Harvey ex J.E. Gray (herbarium dan di alam)

2. ***Boodlea composita* (Harvey)
Brand**

Thallus berwarna hijau muda hingga hijau tua, memiliki filamen-

filamen uniseriat bercabang membentuk spongs; hidup pada substrat karang mati di daerah intertidal (Gambar 3).



Gambar 3. *Boodlea composita* (Harvey) Brand (herbarium dan di alam)

3. ***Dictyosphaeria versluysii*
Weber-van Bosse**

Thallus berwarna hijau tua, biasanya hidup menempel pada batu; thallus berongga, tebal menyerupai

kerak; memiliki alat pelekak diskoid yang terletak dekat thallus basal; hidup pada substrat berbatu di daerah subtidal (Gambar 4).



Gambar 4. *Dictyosphaeria versluysii* Weber-van Bosse (herbarium dan di alam)

4. ***Caulerpa racemosa* (Forsskål)
J. Agardh**

Thallus menjalar secara horisontal dengan panjang stolon 2 cm dan diameter 0,2 mm; terdapat cabang ramuli yang menyerupai buah berjumlah 2-5 yang berbentuk bulat bertangkai

seperti buah anggur; melekat dengan rhizoid alat pelekak berjumlah 4-8; daun tegak, bundar berbentuk bola-bola yang berlendir berwarna hijau tua agak kekuning-kuningan; hidup pada substrat batu karang dan pasir berbatu di bagian atas subtidal (Gambar 5).



Gambar 5. *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (herbarium)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga hijau *C. racemosa* telah dilakukan oleh Kepel *dkk* (2000), Kepel dan Rintjap (2002), Kase *dkk* (2002), Mantiri *dkk* (2003), Kepel *dkk* (2003), dan Mantiri *dkk* (2004).

5. ***Halimeda macroloba*
Decaisne**

Thallus rimbun dan tegak; segmen-segmen tebal dan berkapur berbentuk seperti gada; mempunyai jumlah percabangan 3-4, tersusun tumpang tindih; thallus berwarna hijau pada saat masih segar dan kuning kehijauan pada saat kering; hidup pada substrat berpasir dan pasir bercampur lumpur (Gambar 6).



Gambar 6. *Halimeda macroloba* Decaisne (herbarium dan di alam)

6. ***Halimeda opuntia* (Linnaeus)
Lamouroux**

Thallus tegak, bersegmen dengan percabangan trikotom; segmen membentuk segitiga, segmen muncul pada segmen basal; tinggi thallus 4 cm; alat pelekak berupa filamen yang keluar dari segmen basal yang mencengkram substrat; segmen-

segmen berkapur, sangat kaku, bentuknya bertekuk tiga, susunannya tumpang tindih, tidak teratur dan tidak terletak pada satu percabangan tidak beraturan sehingga thallus terletak tidak pada satu bidang; hidup pada substrat berpasir dan karang pada daerah intertidal hingga subtidal (Gambar 7).



Gambar 7. *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga hijau *H. opuntia* telah dilakukan oleh Saromeng dkk (2004), dan Parera dkk (2015).

7. *Bornetella oligospora* Solms-Laubach

Thallus silindris dan berbentuk seperti jari, melengkung, bagian bawah thallus berwarna hijau dan coklat kemerahan pada bagian atas; tinggi thallus 1,5-2,0 cm dan lebar 0,3-0,4 cm; hidup membentuk koloni di daerah berbatu pada daerah intertidal (Gambar 8).



Gambar 8. *Bornetella oligospora* Solms-Laubach (herbarium dan di alam)

8. *Padina australis* Hauck

Thallus seperti kipas membentuk segmen-segmen lembaran tipis (lobus), berwarna coklat kekuningan, terdiri dari beberapa cuping-cuping dengan lebar 3,2 cm; memiliki garis konsentrik

ganda pada permukaan bawah dimana mempunyai jarak sama satu dengan yang lain berkisar 2-3 mm. Pengapuran terjadi di bagian permukaan daun; hidup pada substrat berpasir, karang mati di daerah intertidal (Gambar 9).



Gambar 9. *Padina australis* Hauck (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga cokelat *P. australis* telah dilakukan (Kepel *dkk*, 2001) dan Kepel *dkk* (2015).

Thallus berbentuk seperti jaring licin, lunak, memiliki lubang, menggumpal, warna thallus cokelat kemerahan; hidup pada substrat berpasir (Gambar 10).

9. *Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) Howe



Gambar 10. *Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) Howe (herbarium dan di alam)

10. *Sargassum polycystum* C.A. Agardh

Thallus silindris berduri-duri kecil rapat; alat pelekat berbentuk cakram kecil dengan di atasnya secara karakteristik terdapat stolon yang rimbun berekspansi ke semua arah;

tinggi total 10 cm; percabangan rimbun seperti pohon; bentuk daun lonjong berwarna cokelat kehitaman memiliki pneumatokis 10 buah; thallus berwarna cokelat tua; hidup pada substrat berbatu di daerah rata-rata terumbu (Gambar 11).



Gambar 11. *Sargassum polycystum* C.A. Agardh (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga cokelat *S. polycystum* telah dilakukan oleh Kepel *dkk* (1999), Kepel (2003), dan Kalangi dan Kepel (2003).

membentuk corong dengan dikelilingi gerigi yang tajam dan terletak tidak beraturan; bagian tengah daun melengkung ke dalam; mempunyai reseptakel yang melekat pada batang; berwarna cokelat gelap dan membentuk rhizoid alat pelekat; hidup pada substrat berkarang (Gambar 12).

11. *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh

Thallus tegak dengan bentuk daun agak membulat, umumnya



Gambar 12. *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga cokelat *T. ornata* telah dilakukan oleh Kepel dan Rawung (2000), Kepel (2001), Kepel *dkk* (2003), Masloman *dkk* (2003), Tupan *dkk* (2004), dan Magenda *dkk* (2004).

12. *Galaxaura oblongata* (Ellis and Solander) Lamouroux

Thallus berbentuk rimbun, dengan ukuran tinggi total thallus yang

diukur dari alat pelekat sampai ke apeks 6-9 cm, sedangkan thallus yang diukur dari alat pelekat sampai ke percabangan pertama 0,5-1,0 cm, memiliki percabangan dikotom dan multiaksial, pada bagian cabang bundar dan lebar daun adalah 0,2 cm; pada saat masih segar spesies ini kemerah-merahan; hidup pada batu di daerah rata-rata terumbu (Gambar 13).



Gambar 13. *Galaxaura oblongata* (Ellis and Solander) Lamouroux (herbarium)

13. *Gracilaria arcuata* Zanardini

Thallus lurus; percabangan tidak beraturan, sangat rimbun; thallus padat

dan tebal tingginya mencapai 10 cm, berwarna hijau kecokelatan; hidup pada substrat berpasir pada daerah intertidal (Gambar 14).



Gambar 14. *Gracilaria arcuata* Zanardini (herbarium dan di alam)

Penelitian beberapa aspek dari populasi alga merah *G. arcuata* telah dilakukan oleh Kepel *dkk* (2001).

14. *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne

Thallus rimbun dengan percabangan tidak beraturan; tinggi

batang 4,0 cm dan lebar 0,1 cm; memiliki cabang-cabang (duri) pendek di sekitar thallus yang dalam bentuk herbarium kelihatan seperti rambut-rambut halus; hidup pada substrat berpasir (Gambar 15).



Gambar 15. *Hypnea valentiae* (Turner) Montagne (herbarium dan di alam)

15. *Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville

Thallus berbentuk silindris, agak besar dengan tinggi 8 cm, melekat dengan alat pelekat kecil; pada bagian tengah thallus tertutup oleh ramuli yang

berbentuk bulat dalam jumlah banyak, bentuk percabangan tidak beraturan, cabang baru akan muncul dari batang, warna thallus cokelat; hidup pada substrat berbatu, berpasir, pasir berlumpur pada daerah intertidal (Gambar 16).



Gambar 16. *Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville (herbarium dan di alam)

DAFTAR PUSTAKA

Beelt, P.M., dan R.Ch. Kepel. 2003. Komunitas Alga Laut di Daerah Perlindungan Laut dan Sekitarnya, Perairan Pesisir Desa Tumbak, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(8), 8-17.

Bold, H.C. dan M.J. Wynne. 1985. Introduction to the Algae. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey USA. 720 hal.

Calumpong, H.P. dan E.G. Menez. 1997. Field Guide to the Common Mangroves: Seagrasses and Algae of the Philippines. Bookmark, Inc, 264-

- A Pablo Ocampo Sr. Ave. Makati City, Philippines. 197 hal.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dawes, C.J. 1998. Marine Botany. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. University of South Florida. 480 hal.
- Duxbury, A.C. dan A.B. Duxbury. 1989. Ocean and Introduction to the Word. W.M. C. Publishers. USA.
- Kadi, A. 1990. Inventarisasi Rumput Laut di Teluk Tering. *Dalam: Perairan Pulau Batam* (D.P. Praseno, W.S. Atmadja, I. Supangat, Rujitno dan B.S. Sudibjo eds.). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Puslitbang Oseanologi, Jakarta. Hal. 44-50.
- Kalangi, S.M., dan R.Ch. Kepel. 2003. Kandungan Nutrisi *Sargassum polycystum* C.A. Agardh 1824 di Tasik Ria, Minahasa, *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT* 1(6), 1-8.
- Kase, A.G.O., R.Ch. Kepel, dan D.M.H. Mantiri. 2002. Analisis Kandungan Nutrisi Selama Pertumbuhan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Tongkeina Manado. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT* 1(3), 40-50.
- Kepel, R.Ch. 2001. Laju Pertumbuhan *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh di Perairan Desa Blongko, Minahasa, *Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT* 3(2), 6-9.
- Kepel, R.Ch. 2003. Pertumbuhan Alga Coklat *Sargassum polycystum* C.A. Agardh 1824 di Tasik Ria, Minahasa, *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan* 1(5), 1-9.
- Kepel, R.Ch. dan S. Baulu. 2013. Makroalga dan Lamun: Keanekaragaman Vegetasi Laut di Maluku Tenggara Barat. Penerbit PT Cahaya Pineleng. 138 hal.
- Kepel, R.Ch., dan J. Madundang. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut pada Mata Air Panas dan Sekitarnya di Perairan Desa Maen, Minahasa, *Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT* 3(1), 27-31.
- Kepel, R.Ch., dan S.J. Mamole. 2002. Komunitas Alga Laut pada Beberapa Konstruksi Buatan di Teluk Manado, *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT* 1(4), 9-15.
- Kepel, R.Ch., dan D. Mukuan. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Hidrotermal dan Sekitarnya, Moinit, Minahasa, *Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT* 3(2), 1-5.
- Kepel, R.Ch., dan A.O.U. Rawung. 2000. Kandungan Nutrisi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh yang Diambil dari Perairan Blongko, Minahasa, *Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT* 2(1), 77-82.
- Kepel, R.Ch., dan F.F. Rintjap. 2002. Pertumbuhan dan Kepadatan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Tongkeina Manado, *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT* 1(4), 16-25.
- Kepel, R.Ch., dan M. Rum. 2001. Kelimpahan, Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Aertembaga, Manembo-nembo dan Tanjung Merah, Kota Bitung, *Jurnal Lembaga Penelitian Universitas de la Salle Manado* 1(1).

- Kepel, R.Ch., dan H.J.F. Rumondor. 2003. Komunitas Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(5), 39-52.
- Kepel, R.Ch., dan S. Wondal. 2001. Struktur Komunitas Alga Laut di Desa Blongko, Minahasa: Daerah Perlindungan laut dan Sekitarnya, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(3), 1-5.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung, dan J.B. Paillin. 2006. Komunitas Makroalga di Perairan Pulau Gangga, Pulau Tindila dan Pulau Lehaga, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(1), 34-47.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung dan R. Subur. 2010a. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Kahuku dan Lihunu, Pulau Bangka, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 1(5), 748-753.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung dan R. Subur. 2010b. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Libas dan Pahepa, Pulau Bangka, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 2(5), 817-822.
- Kepel, R.Ch., G.S. Gerung, dan M.M. Takalamingan. 2003. Struktur Populasi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh dan *Turbinaria decurrens* Bory (Sargassaceae) di Perairan Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(7), 1-6.
- Kepel, R.Ch., A.D. Kambey, dan M. Sendow. 1999. Laju Pertumbuhan *Sargassum polycystum* C.A. Agardh 1824 di Perairan Pesisir Desa Rap-Rap, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 1(1), 13-18.
- Kepel, R.Ch., D. Kumampung, dan Anshari. 2001. Pertumbuhan Alga Merah *Gracilaria arcuata* Zanardini di Perairan Pantai Malalayang Manado, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 2(4), 30-38.
- Kepel, R.Ch., J.D. Kusen, dan F. Turangan. 2000. Pertumbuhan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Tongkeina, Manado, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 2(2), 22-30.
- Kepel, R.Ch., R. Lintang dan L. Monoarfa. 1999. Kelimpahan Keanekaragaman, Pola Penyebaran Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Rap-Rap, Minahasa. Jurnal Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(1), 24-27.
- Kepel, R.Ch., L.J. L. Lumingas, dan Ch.N. Mabuka. 2003. Pertumbuhan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Malalayang, Manado, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(5), 28-38.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan M. Palyn. 2002. Alga Laut yang Tumbuh Secara Alami pada Sarana Budidaya di Perairan Bentenan, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(4), 26-32.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan F.N. Pangau. 2001. Kepadatan dan Pertumbuhan Alga Coklat *Padina australis* Hauck di Perairan Desa Blongko, Minahasa, Jurnal Fakultas Perikanan UNSRAT 3(3), 27-32.
- Kepel, R.Ch., L.J.L. Lumingas, dan I. Pulukadang. 2003. Komunitas Alga *Halimeda* di Perairan

- Laboratorium Basah Universitas Sam Ratulangi – Likupang, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(6), 34-41.
- Kepel, R.Ch. L.J.L Lumingas, dan S. Talakua. 2012. Makroalga dan Lamun: Keanekaragaman Vegetasi Laut di Manokwari. Penerbit PT Cahaya Pineleng. 156 hal.
- Kepel, R.Ch., D.M.H. Mantiri, dan G.D. Manu. 2015. Pertumbuhan Alga Cokelat *Padina australis* Hauch di Perairan Pesisir, Desa Kampung Ambon, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi 2(2), 78-85.
- Landau, M. 1992. Introduction to Aquaculture. John Wiley and Sons, Inc. Canada.
- Lobban, C.S. dan P.J. Harrison. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press. 266 hal.
- Luarwan, J.N., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004a. Komunitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(2).
- Luarwan, J.N., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004b. Struktur Komunitas Alga Laut di Perairan Pesisir Desa Rap-rap, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(3), 14-23.
- Luning, K. 1990. Seaweeds. Their Environment, Biogeography and Ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc. 527 hal.
- Magenda, O., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004. Populasi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh (Phaeophyta, Fucales) di Perairan Pesisir Desa Poopoh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 26-30.
- Mantiri, D.M.H., R.Ch. Kepel, dan J. Manan. 2003. Isolasi Jenis-Jenis Pigmen Karotenoid Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(5), 16-27.
- Mantiri, D.M.H., R.Ch. Kepel, dan A.G.O. Kase. 2004. Kandungan Pigmen Selama Pertumbuhan Alga Hijau *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh di Perairan Pesisir Tongkeina, Manado, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(3), 38-52.
- Masloman, I.Y., D.J. Paransa, dan R.Ch. Kepel. 2003. Analisis Kandungan Pigmen pada Bagian Daun, Batang dan Reseptakel dari Alga Coklat *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 1(7), 7-19.
- Ngangi, V.C.S., dan R.Ch. Kepel. 2004. Komunitas Alga Laut di Daerah Perlindungan Laut dan Sekitarnya, Pulau Talise, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 10-20.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia Jakarta.
- Odum, E.P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University. Press. Yogyakarta.
- Parera, K., R.Ch. Kepel dan A.D. Kambey. 2015. Population Analysis (Total Weight, CaCO₃ Total Weight and Segment Numbers) of *Halimeda opuntia* (Linn.) Lamouroux in Tongkeina

- Waters, Manado. Jurnal Ilmiah Platax 3(2), 68-78.
- Prescott, G.W. 1951. Alga of the Western Great Lake Area. Wmc. Brown Company Publisher Iowa.
- Pulukadang, I., R.Ch. Kepel, dan L.J.L. Lumingas. 2004. Komunitas Makroalga *Halimeda* di Perairan Tanjung Merah, Bitung. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(2).
- Saromeng, H., R.Ch. Kepel, dan J.K. Rangan. 2004. Karakteristik Morfometrik Alga Hijau *Halimeda opuntia* (Linneaus) Lamouroux di Perairan Pesisir Desa Poooh dan Desa Rap-rap, Sulawesi Utara, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(3), 30-37.
- Sumich, J.L. 1992. Introduction to the Biology of Marine Life. Wmc. Brown Company Publisher Iowa.
- Trainor, F.G. 1978. Introductory Phycology. Vol. 1. John Wiley dan Sons. New York. 266 hal.
- Trono, G.C. 1997. Field Guide and Atlas of the Seaweed Resources of the Philippines. Bookmarks, Inc. Makaty City. 306 hal.
- Tupan, B.M., R.Ch. Kepel, dan G.S. Gerung. 2004. Struktur Populasi Alga Coklat *Turbinaria ornata* (turner) J. Agardh 1848 dan *Turbinaria decurrens* Bory de Saint Vincent 1828 (Phaeophyta, Fucales) di Perairan Pesisir Desa Tambala, Minahasa, Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT 2(1), 1-9.
- Wattimury, D.L., R.Ch. Kepel, dan G.S. Gerung. 2010a. Rekor Baru Makroalga di Perairan Pesisir Pulau Mantehage, Minahasa Utara, dan Pulau Siladen, Manado, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 3(5), 899-901.
- Wattimury, D.L., R.Ch. Kepel, dan G.S. Gerung. 2010b. Morfologi Makroalga di Perairan Pesisir Pulau Mantehage, Minahasa Utara, dan Pulau Siladen, Manado, Sulawesi Utara. Pacific Journal of Regional Board of Research, North Sulawesi 3(5), 902-909.
- Watung, R.M., R.Ch. Kepel dan L.J.L. Lumingas. 2016. Inventarisasi Makroalga di Perairan Pesisir Pulau Mantehage, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax 4(2), 84-108.
- Wowor, R.M., R.Ch. Kepel dan L.J.L. Lumingas. 2015. Struktur Komunitas Makro Alga di Pantai Desa Mokupa Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax 3(1), 30-35.