

KAJIAN PEMANFAATAN MIKROALGA *Dunaliella salina* SEBAGAI BAHAN FORTIFIKASI PANGAN DENGAN PENDEKATAN BIOEKONOMI KELAUTAN

Teni Novianti

Fakultas Teknologi Kelautan dan Perikanan, Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon
Email: teninovianti83@gmail.com

Citasi: Novianti, T. (2019). Kajian Pemanfaatan Mikroalga *Dunaliella Salina* Sebagai Bahan Fortifikasi Pangan Dengan Pendekatan Bioekonomi Kelautan. *Mangifera Edu volume 3 (2):* 100-109.

ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan mikroalga *Dunaliella salina* sebagai bahan fortifikasi pangan yang diharapkan di masa yang akan datang kecukupan pangan dan gizi masyarakat dapat terpenuhi dengan pendekatan bioekonomi kelautan. *Dunaliella salina* termasuk salah satu jenis fitoplankton dalam kelas Chlorophyceae (alga hijau) yang disebut flagellata hijau bersel satu (green unicellulair flagellata). *D. salina* dikenal sebagai mikroalga yang kaya akan sumber kandungan β -karoten alami dan nutrisi yang sangat baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk fortifikasi bahan pangan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Trend kedepan, diprediksi bahwa Indonesia mampu memproduksi mikroalga dalam jumlah yang cukup besar, dengan biaya lebih murah, dan produk yang dihasilkan dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia terutama sebagai bahan fortifikasi pangan. Penggunaan teknik kultivasi pada kondisi stres dapat dimanipulasi secara khusus untuk mengoptimalkan produksi pigmen karotenoid dan kultivasi pada kondisi optimal dapat meningkatkan produksi biomasa mikroalga *Dunaliella salina*. Pemanfaatan mikroalga *D. salina* sebagai bahan fortifikasi pangan dapat diaplikasikan dalam bentuk serbuk, tablet, kapsul, minuman kaleng, permen dan bahan campuran yang ditambahkan pada makanan lainnya seperti mie instan dan komoditas utama lain untuk meningkatkan nilai gizi dalam kehidupan di masyarakat. Analisa Bioekonomi *Dunaliella salina* yaitu menghitung biaya produksi dan kebutuhan pakan larva ikan dengan menghasilkan 100 liter kultur *Dunaliella salina* menghabiskan biaya sebesar Rp.60.000 menggunakan media air laut dan pupuk formulasi.*

Kata Kunci: *Dunaliella salina*, fortifikasi bahan pangan, bioekonomi kelautan

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, dunia mengalami gejolak krisis pangan, energi, dan air bersih. Banyak negara besar mengalami penurunan angka pendapatan, sementara populasi penduduk semakin meningkat. Krisis di Eropa, Amerika, dan beberapa negara belahan lain memberikan dampak secara tidak langsung kepada kebutuhan pangan dunia, termasuk Indonesia. Harga pangan semakin naik seiring kenaikan beberapa bahan baku lainnya.

Unicef (2012) melaporkan bahwa kemiskinan anak di Indonesia berkisar 44,4 juta atau lebih dari 50% seluruh anak. Hal ini menjadi suatu acuan bahwa kemiskinan di Indonesia masih lumrah terjadi di sekitar kita, terutama akses untuk mendapatkan pangan fungsional yang mampu memberikan gizi bagi kesehatan anak cenderung terbatas. Untuk kasus di Jawa Timur dan NTT, tren gizi buruk masih terus meningkat setiap tahun. Bahkan pada tahun 2010, kasus gizi buruk di Jawa Timur meningkat sampai 14.720 temuan kasus pada anak-anak. Hal ini cukup dapat menjadi suatu gambaran bahwa kebutuhan gizi untuk balita dan anak-anak di Indonesia masih kurang. Sehingga diperlukan langkah tepat dalam pemenuhan sumber makanan bergizi yang murah, mudah didapat serta memiliki kandungan gizi yang sesuai untuk pertumbuhan balita di Indonesia (Gizinet, 2011).

Mikroalga atau yang lebih dikenal dengan fitoplankton, sudah mulai diperkenalkan sebagai sumber makanan sejak beberapa waktu yang lalu. Namun respons masyarakat terhadap sumberdaya ini terlihat kurang begitu antusias. Padahal mikroalga memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik, bahkan lebih baik dibandingkan makanan yang biasa dimakan oleh masyarakat Indonesia pada umumnya. Produksi mikroalga sebagai stok pangan mulai digalakkan secara masiv ketika perang dunia kedua, di mana Jepang, Amerika, dan Jerman waktu itu sedang menghadapi krisis (Potvin and Zhang, 2010).

Kurangnya antusiasme masyarakat terhadap mikroalga sebagai sumber pangan alternatif kemungkinan disebabkan karena harganya masih cukup mahal sehingga kurang terjangkau oleh masyarakat golongan menengah ke bawah. Selain itu, juga karena ketidaktahuan masyarakat akan kandungan nutrisi dari mikroalga. Oleh sebab itu, penting sekali untuk memperkenalkan sumber pangan yang satu ini, karena memiliki prospek yang sangat bagus untuk meningkatkan gizi masyarakat dan menambah keanekaragaman pangan, sehingga kita tidak hanya bergantung pada sumber-sumber pangan yang sudah ada dan saat ini sudah semakin terbatas jumlahnya jika dibandingkan dengan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan teori Malthus yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah penduduk dunia bersifat eksponensial, sedangkan peningkatan produksi pangan bersifat linier, sehingga perlu dilakukan diversifikasi pangan dengan mencari sumber-sumber pangan alternatif, di antaranya adalah mikroalga (Erlania, 2009).

Dunaliella salina merupakan mikroalga laut dari jenis kelas *Chlorophyceae* yang responsif terhadap perubahan osmotik. Spesies ini dikenal karena kemampuannya untuk menghasilkan karotenoid sebagai sumber antioksidan sekitar 1.100-2.100 mg β -karoten per 100 gram berat kering (Del Campo *et al.*, 2007). Beta karoten dari mikroalga *D. salina* dapat dimanfaatkan dalam tiga kategori yakni dalam industri farmasi, industri pangan, dan industri

kosmetik (termasuk dalam jenis *fine chemical*). Beta karoten alami memiliki kandungan karotenoid yang kompleks dan nutrisi esensial dibandingkan dengan β -karoten buatan sehingga permintaan global tahunan untuk β -karoten adalah sekitar 1.430 ton per tahun dan sisanya dipenuhi melalui karoten sintesis (Ramajaj and Juntawong, 2015). Selain itu, β -karoten dapat meningkatkan penampilan produk pangan dan minuman seperti margarin, keju, jus, makanan kalengan, dan sebagainya (Nur, 2014). Di bidang akuakultur *D. salina* banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami kaya akan karotenoid untuk post larva (Kusumaningrum dan Zainuri 2013). Selain kandungan karotenoid, *D. salina* juga memiliki senyawa bioaktif lainnya seperti fenol, sulfat polisakarida dan vitamin, yang salah satu fungsi dari senyawa bioaktif tersebut dapat mempengaruhi regulasi sel, respon kekebalan tubuh dan sebagai antioksidan (de Fretes *et al.*, 2012). Oleh karena itu, *D. salina* selain dimanfaatkan sebagai pakan alami bagi ikan tetapi berpotensi sebagai bahan pangan alternatif potensial dan produk kesehatan yang menjadi target penjualan pasar dunia. Salah satu produsen *Dunaliella salina* terbesar di dunia adalah *Parry's agro Ltd.* di India untuk skala farmasi dengan produk untuk 180 kapsul dihargai \$ 72.86 atau setara Rp. 973.992,00. Perusahaan lain yang memproduksi *Dunaliella* adalah *ABC Biotech Ltd.* di Tamil, Nadu (Nur, 2014).

Dunaliella salina dapat menghasilkan β -karoten sampai 17% per berat kering sehingga memiliki nilai ekonomis tinggi karena dengan mengkultur *D. salina* dengan skala yang besar dapat menghemat lahan pertanian untuk menanam wortel dan tentunya menghemat waktu mulai dari penanaman hingga pemanenan. Menurut *National Measurement Institute Australia and Craft Technologies Inc.*, sebuah perusahaan di Amerika menjelaskan bahwa 2 Algotene 500 mg kapsul berisi *D. salina* dapat menyediakan β -karoten lebih dari pada 1 kg wortel.

Penulisan artikel ilmiah ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan mikroalga *Dunaliella salina* sebagai bahan fortifikasi pangan yang diharapkan di masa yang akan datang kecukupan pangan dan gizi masyarakat dapat terpenuhi dengan pendekatan bioekonomi kelautan.

METODE PENELITIAN

1. Sumber dan Jenis Data

Data-data yang dipergunakan dalam penulisan ini berasal dari berbagai literatur kepustakaan yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas. Beberapa jenis referensi utama yang digunakan yaitu buku ilmu kelautan dan perikanan, ilmu biologi, jurnal ilmiah

edisi cetak maupun edisi *online*, dan artikel ilmiah yang bersumber dari internet, serta referensi lainnya yang relevan. Jenis data yang diperoleh variatif, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif.

2. Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam penulisan ini menggunakan metode pustaka, yaitu dengan cara mengumpulkan informasi yang relevan. Informasi didapatkan dari berbagai literatur dan disusun berdasarkan hasil studi dari informasi yang diperoleh. Penulisan diupayakan saling terkait antar satu sama lain dan sesuai serta fokus dengan topik yang dibahas.

3. Analisis Data

Data yang terkumpul diseleksi sesuai dengan topik kajian. Kemudian dilakukan penyusunan karya tulis ilmiah berdasarkan data yang telah dipersiapkan secara logis dan sistematis. Teknik analisis data bersifat deskriptif argumentatif.

4. Penarikan Kesimpulan

Simpulan didapatkan setelah merujuk kembali pada tujuan penulisan dan pembahasan. Simpulan mempresentasikan hasil pokok bahasan penulisan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga *Dunaliella salina*

Faktor pertumbuhan mikroalga mempengaruhi hasil biomassa, maupun jenis produk yang diinginkan. Terkadang biomassa yang sedikit menghasilkan produk yang diinginkan dalam jumlah banyak, untuk itu diperukan optimasi komposisi yang seimbang antara banyaknya biomassa dan banyaknya produk dalam biomassa mikroalga. Beberapa faktor penting bagi produksi mikroalga skala massal di antaranya dipengaruhi oleh: (1) intensitas cahaya, (2) suhu, (3) media pertumbuhan (4) pH, (5) salinitas, (6) sumber cahaya dan (7) kepadatan awal inokulum (Novianti, 2015).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa salinitas mempengaruhi pertumbuhan dan akumulasi pigmen yang terbentuk pada mikroalga. Lamela (2000) melakukan penelitian mengenai produksi pigmen *phycoyanin* dari *Spirulina maxima* yang dibudidayakan di air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas media, maka akumulasi pigmen *phycoyanin* akan semakin meningkat, sedangkan pigmen *chlorophyll-a* menurun. Sedangkan dari segi produksi biomassa, *Spirulina* yang dibudidayakan di salinitas yang lebih tinggi memiliki laju pertumbuhan yang lebih rendah. Hal ini dapat dipengaruhi faktor stres atau faktor yang tidak ideal bagi mikroalga untuk tumbuh karena kadar garam yang terlalu

tinggi, atau faktor lain seperti logam beracun di dalam air laut, sehingga mikroalga cenderung mengakumulasi pigmen biru untuk melindungi pigmen hijau selama proses fotosintesis (Shalaby *et al.*, 2010). Sebaliknya, jika Spirulina dibudidayakan di air payau atau dengan air dengan salinitas rendah, maka kandungan pigmen hijaunya akan semakin banyak (Leema *et al.*, 2010). Pengaruh salinitas ini dapat menjadikan tolak ukur dalam produksi skala massal Spirulina apakah produk tersebut difungsikan sebagai mikroalga yang kaya pigmen biru, atau lebih dominan pigmen hijau.

Faktor lain yang juga mempengaruhi pigmen adalah komposisi media. Media pertumbuhan yang mengandung jumlah nitrogen sedikit cenderung mempengaruhi mikroalga *Dunaliella salina* membentuk pigmen beta karoten yang berfungsi dalam detoksifikasi tubuh manusia dari racun. Pigmen tersebut juga berfungsi melindungi klorofil dari kerusakan selama proses fotosintesis (Helena *et al.*, 2016). Namun seiring penurunan kadar nitrogen dalam media, maka laju pertumbuhan mungkin akan berkurang, mikroalga akan cenderung membentuk kadar lipid yang lebih tinggi untuk menyimpan cadangan makannya (Widjaja *et al.*, 2009).

2. Pemanfaatan Mikroalga *Dunaliella salina* Sebagai Bahan Fortifikasi Pangan

Mikroalga sebagai stok pangan sebenarnya sudah lama digunakan oleh bangsa China dan Jepang. Mikroalga yang digunakan umumnya adalah *Arthospira*, *Nostoc*, dan *Aphanizamenon*. Bahkan sampai saat ini di Jepang mikroalga jenis *Chlorella vulgaris* merupakan bahan fortifikasi pangan pada makanan tradisional khas Jepang yaitu Shiratama Dango yang dapat memberikan warna hijau pengganti matcha dan green tea. Selain itu dengan penambahan mikroalga hijau tersebut dapat meningkatkan tekstur dan cita rasa pada makanan.

Sampai saat ini mikroalga masih digunakan oleh masyarakat sebagai sumber protein, vitamin, dan mineral, dan lebih dikenal sebagai pangan fungsional. Dibandingkan dengan sumber lain seperti yeast maupun fungi, mikroalga memiliki keunggulan di aspek keamanannya. Jika di bandingkan dengan protein bersel tunggal yang bersumber dari mamalia, mikroalga lebih unggul di bidang efisiensi dan kemudahan dalam produksinya. Mikroalga *Dunaliella salina* merupakan sumber protein karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik dengan kandungan protein sebesar 57 %, 32 % karbohidrat dan 6 % lipid (Becker, 2007).

Mikroalga sebagai sumber protein maupun sebagai sumber pangan telah lama diketahui, dan berdasarkan informasi serta penelitian para ahli, mikroalga yang berbasis pangan tidak memberi efek negatif bagi tubuh meski dikonsumsi secara rutin dalam jangka

waktu lama maupun singkat. Dalam hubungannya dengan pangan fungsional, mikroalga dapat dimasukkan dalam klasifikasi ini mengingat mikroalga dapat berfungsi sebagai penyedia sumber protein, karbohidrat, dan lemak alami yang bermanfaat dalam penyediaan energi dalam tubuh. Namun lebih jauh lagi, mikroalga juga mampu berfungsi sebagai sumber vitamin, dan bahkan memberikan efek penyembuh dan detoksifikasi dalam tubuh. Selain itu mikroalga memiliki pigmen alami yang berfungsi sebagai pewarna pada makanan dan pro vitamin A serta memiliki sumber vitamin lainnya seperti vitamin A, C, E, Riboflavin, Thiamin, Biotin dan Cobalmin (Kusumaningrum dan Zainuri, 2013 ; Novianti *et al.*, 2017).

Beberapa mikroalga bahkan digunakan sebagai sumber obat-obatan, dan dimanfaatkan dalam industri farmasi. Dalam beberapa tahun belakangan, beberapa industri farmasi telah banyak memanfaatkan mikroalga berbasis farmasi untuk keperluan tertentu. Sebagai contoh adalah mikroalga jenis *Isochrysis galbana* dapat digunakan sebagai sumber bioaktif untuk penyembuhan penyakit tuberkulosis (Prakash and Bhimba, 2004). Mikroalga sebagai sumber vitamin juga dapat diaplikasikan dalam skala besar. *Dunaliella salina* adalah mikroalga merah yang memiliki kandungan β -karoten yang tinggi yaitu sebesar 767,499 mg/100 gram. Beta karoten digunakan sebagai obat peredam nyeri kanker payudara, sebagai obat mata, pencegah penyakit kulit yang mudah iritasi bila terkena sinar matahari, sebagai pencegah penyakit bronkitis, peredam nyeri ketika melahirkan dan sebagainya (Helena *et al.*, 2016).

3. Prospek Mikroalga di Masa Depan

Mikroalga sebagai potensi sumber ketahanan pangan nasional hendaknya terus digaungkan guna meningkatkan kebutuhan gizi dalam negeri. Trend di masa depan tentang mikroalga di Indonesia diramalkan akan terus cerah mengingat produk tersebut masih diperlukan untuk kebutuhan suplemen bagi konsumen dengan penghasilan di atas rata-rata. Saat ini harga mikroalga powder *Dunaliella salina* berkisar Rp.260.000-520.000/kg dan dalam bentuk ekstrak pigmen beta karoten dari *D. salina* bubuk untuk produk impor berkisar US \$ 110-126 per kg. Untuk itu, diperlukan langkah khusus dalam menurunkan biaya produksi mikroalga *food grade* tersebut agar harga menjadi lebih murah dan dapat dikonsumsi masyarakat umum (Helena *et al.*, 2016).

Melihat kawasan Indonesia yang memiliki garis pantai yang besar, dimungkinkan akan banyak industri mikroalga yang tumbuh di sepanjang pantai atau daerah dengan lahan tandus yang tak mungkin ditanami tumbuhan produktif dapat dijadikan sebagai lahan atau kolam budidaya mikroalga, seperti di daerah Gunung Kidul, D. I. Yogyakarta dan Pantai Jepara Jawa Tengah atau lokasi lain yang dimungkinkan akan menghasilkan produk

mikroalga dari suatu *food grade* akan memiliki jenis spesifikasi pigmen tertentu seperti mikroalga yang kaya akan karotenoid, fikosianin, atau lebih banyak mengandung klorofil mengingat kondisi lingkungan dan tempat budidaya yang berbeda-beda.

Diperkuat dengan produksi pigmen pada komoditas makroalga yaitu rumput laut. Berdasarkan hasil penelitian Wenno (2014) pada makroalga merah jenis *Kappaphycus alvarezii* bahwa kedalaman perairan dapat mempengaruhi konsentrasi pigmen karotenoid. Kandungan aksesoris karotenoid (pigmen kuning) tertinggi yaitu sebesar 0,550 mg/gram pada kedalaman 7 meter dan kandungan karotenoid terendah yaitu sebesar 0,400 mg/gram pada kedalaman 1 meter. Oleh karena itu pada perairan laut yang lebih dalam dapat menginduksi pembentukan pigmen β -karoten yang lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan cahaya pada rumput laut dalam pertumbuhannya sehingga pigmen aksesoris karotenoid menunjukkan perannya sebagai pemasok energi untuk klorofil berdasarkan peningkatan kedalaman. Diperkuat oleh hasil penelitian Munier *et al.*, (2014) pada makroalga merah jenis *Grateloupia turuturu* dan mikroalga *Porphyridium cruentum* memiliki stabilitas pigmen aksesoris fikoeritrin (pigmen merah) dan diserap kuat pada puncak panjang gelombang cahaya 495 dan 540 nm dengan spektrum cahaya biru dan hijau. Dengan demikian penguraian spektrum cahaya di perairan laut dapat diserap oleh fitoplankton atau mikroalga berdasarkan kedalaman yang berbeda.

Prospek di masa depan, produk mikroalga sebagai pangan fungsional di dalam negeri akan terus berkembang tidak hanya dalam bentuk serbuk, tablet, atau kapsul. Namun produk tersebut akan berevolusi menjadi produk pangan inovatif seperti mikroalga yang dicampur dalam mie instan, permen coklat, dan komoditas utama lain untuk meningkatkan nilai gizi dalam kehidupan di masyarakat maupun kegiatan akuakultur bagi pakan larva ikan.

4. Analisa Bioekonomi *Dunaliella salina*

Mikroalga *Dunaliella salina* selain digunakan sebagai bahan fortifikasi pangan yang dikonsumsi oleh manusia tetapi juga banyak digunakan sebagai pakan alami bagi larva ikan dan komoditas non ikan potensial seperti lobster dan oyster. Maka dengan demikian dapat diperkirakan untuk analisa Bioekonomi dari *Dunaliella salina* dengan menghitung biaya produksi dan hasil biomasa yang dihasilkan per berat kering. Berdasarkan hasil penelitian Helena *et al.*, (2016) setiap liter kultur *D. salina* dapat menghasilkan berat kering antara 1-2 gram, maka dapat diasumsikan bahwa dengan kultivasi *Dunaliella salina* sebanyak 100 liter maka dapat menghasilkan berat kering antara 100-200 gram berat kering atau bubuk serbuk *Dunaliella salina*. Sedangkan analisis biaya produksi yang dihasilkan dengan kultivasi

mikroalga *D.salina* sebanyak 100 liter menggunakan berbagai media pupuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Harga Pupuk Untuk Kultur Mikroalga *Dunaliella salina*

Jenis Pupuk	Harga Umum	Penggunaan pada Medium Kultur	Biaya yang Dikeluarkan
Pupuk Walne	Rp. 5000/ml	1 L/ml	(100 L = 100 ml pupuk) Rp.500.000
Pupuk Formulasi	Rp. 600/ml	1 L/ml	(100 L = 100 ml pupuk) Rp.60.000
Pupuk N, P, K	Rp. 10,00/kg	1 Gr/ml	(100 L = 100 gr pupuk) Rp.1000.

Penggunaan media pupuk yang berbeda pada kultivasi mikroalga *Dunaliella salina* dapat diasumsikan untuk menghasilkan 100 liter kultur menggunakan pupuk walne akan menghabiskan biaya yang lebih besar daripada media pupuk lainnya yaitu sebesar Rp. 500.000, sedangkan media pupuk formulasi merupakan media alternatif yang memiliki harga lebih murah dibandingkan dengan pupuk walne dengan menghasilkan 100 liter kultur menghabiskan biaya produksi pupuk sebesar Rp. 60.000.

Harga pakan yang semakin mahal tersebut pada akhirnya akan memberatkan pembudidaya dan peternak. Dalam hal ini perlu adanya upaya serius dari semua pihak dan pemerintah untuk membangkitkan sentra produksi pakan ditingkat masyarakat terlebih untuk mendukung program ketahanan pangan nasional.

KESIMPULAN

Mikroalga *Dunaliella salina* memiliki bahan pangan potensial karena merupakan sumber protein yang baik dengan nilai gizi dan nutrisi lainnya untuk diaplikasikan pada bahan fortifikasi pangan. Selain itu memiliki senyawa bioaktif seperti pigmen alami, vitamin dan senyawa fitokimia lainnya yang dapat diaplikasikan pada bioteknologi farmasi dan kesehatan yang bernilai ekonomis tinggi. Pemanfaatan mikroalga *D. salina* sebagai bahan fortifikasi pangan dapat diaplikasikan dalam bentuk serbuk, tablet, kapsul, minuman kaleng, permen dan bahan campuran yang ditambahkan pada makanan lainnya seperti mie instan dan komoditas utama lain untuk meningkatkan nilai gizi dalam kehidupan di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Becker, E.W. 2007. *Microalgae as Source of Protein*. Journal Biotechnology Advances .Vol. 25 : 207-210
- De Fretes, H., A. B. Susanto., B. Prasetyo, dan L. Limantara. 2012. *Karotenoid dari Mikroalga dan Makroalga : Potensi Kesehatan Aplikasi dan Bioteknologi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. XXIII (2) : 221-228.
- Del Campo, J. A., Garcia-Gonzales, M., and Guerrero, M. G. 2007. *Outdoor Cultivation of 461 Microalgae for Carotenoid Production*. Current State and Perspectives. 74: 1163-1174.
- Erlania. 2009. *Prospek Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Sumber Pangan Alternatif dan Bahan Fortifikasi Pangan*. Media Akuakultur. Vol 4 (1) : 59-66.
- Gizinet. 2011. *Laporan Kasus Gizi Buruk 2010* : Menurun <http://gizi.depkes.go.id/laporan-kasus-gizi-buruk-2010-menurun>. (7 Juni 2014).
- Helena, S., M. Zainuri, dan J. Suprijanto. 2016. *Microalgae Dunaliella salina (Teodoresco, 1905) Growth using the LED Light (Light Limiting Dioda) and Different Media*. Aquatic Procedia 7 (2016) : 226 – 230.
- Kusumaningrum, H. P. dan M. Zainuri. 2013. *Aplikasi Pakan Alami Kaya Karotenoid untuk Post Larvae Penaeus monodon Fab.* Jurnal Ilmu Kelautan Vol. 18 (3) : 143-149. ISSN 0853-7291.
- Lamela, T. 2000. *Phycocyanin production in seawater culture of Arthrospira maxima*. Journal Ciencias Marinas. 26 (4) : 607-619.
- Leema, J. T. Mary., Kirubakaran, R., Vinithkumar, N.V., Dheenan, P.S., Karhikayulu, S. 2010. *High value pigment production from Arthrospira (Spirulina) platensis cultured in Seawater*. Journal Bioresource Technology. Vol. 101 : 9221-9227.
- Munier, M., S. Jubeau., A. Wijaya., M. Moranchais., J. Dumay., L. Marchal., P. Jaouen and J. Fleurence. 2014. *Physicochemical factors affecting the stability of two pigments: R-phycoerythrin of Grateloupia turuturu and B-phycoerythrin of Porphyridium cruentum*. Journal Food Chemistry. Vol. 150 : 400–407.
- Novianti, T., M. Zainuri dan I. Widowati 2017. *Studi Tentang Pertumbuhan Mikroalga Chlorella vulgaris Yang Dikultivasi Berdasarkan Sumber Cahaya Yang Berbeda*. Jurnal Mangifera Edu. Vol 2 (1) : 81-89. ISSN : 1693-7945.
- Nur, M. M .A. 2014. *Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia (overview)*. Jurnal Eksergi. Vol XI (2) : 1-6.
- Potvin, G. and Zhang, Z. 2010. *Strategies for high level recombinant protein expression in transgenic microalgae: A review*. Journal Biotechnology Advance. Vol. 28: 910-918.

- Prakash, S. and Bhimba, B.V. 2004. *Pharmaceutical Development of Novel Microalgal Compounds for Mdr Mycobacterium tuberculosis*. Journal Natural Product Radiance. Vol. 4 (4) : 264-269.
- Ramajaj, S. and Juntawong. 2015. *Identification and Comparison of Culture Medium for High β -carotene Production by Dunaliella salina KU11 Isolated from Salt Soil Samples Collected from Northeastern parts of Thailand*. Bioscience Program, Faculty of Science, Kasetsart University. Bangkok. Researchgate. 10 pp.
- Shalaby, E. A., Shanab S. M. M., Singh, V. 2010. *Salt Stress Enhancement of Antioxidant and Antiviral Efficiency of Spirulina platensis*. Journal Med. Plant Res. Vol. 4 (24) : 2622-2632.
- Unicef. 2012. *Unicef Indonesia Laporan tahun 2012*. [http://www.unicef.org/indonesia/id/UNICEF_Annual_Report_\(Ind\)_130731.pdf](http://www.unicef.org/indonesia/id/UNICEF_Annual_Report_(Ind)_130731.pdf) (5 Juli 2014).
- Wenno, P. A. 2014. *Pertumbuhan dan Kandungan Pigmen Rumput Laut Merah Kappaphycus alvarezii Dari Hasil Budidaya Pada Kedalaman Yang Berbeda*. Jurnal Triton. Vol 10 (2): 71-78.
- Widjaja, A., Chein, Chao-Chang., Ju, Yi-Hsu. 2009. *Study of Increasing Lipid Production from Fresh Water Microalgae Chlorella vulgaris*. Journal Taiwan Inst. Che. Eng. Vol. 40 : 13-20.