

EFEKTIVITAS SERBUK *Sargassum polycystum* SEBAGAI ANTIBAKTERI PADA IKAN LELE (*Clarias sp.*) SELAMA PENYIMPANAN DINGIN

The Effectivity of Sargassum polycystum Powder as Antibacterials on Catfish (Clarias sp.) during Cold Storage

Luk Luul Barodah*), Sumardianto, Eko Susanto

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email: Lukluulbarodah@gmail.com

Diterima : 29 September 2016

Disetujui : 22 November 2016

ABSTRAK

Ikan lele merupakan ikan air tawar yang diminati oleh masyarakat. Ikan lele mengandung nutrisi tinggi dan merupakan ikan yang berlendir, dan lendir merupakan salah satu media pertumbuhan yang baik untuk bakteri. Serbuk *S. polycystum* merupakan rumput laut coklat yang mengandung senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif yang ada pada serbuk *S. polycystum* dan kemampuan serbuk *S. polycystum* sebagai antibakteri pada ikan lele (*Clarias sp.*). Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk *S. polycystum* dan ikan lele (*Clarias sp.*). Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor yaitu konsentrasi serbuk *S. polycystum* (0%, 3%, 6% dan 9%) dan lama penyimpanan (hari ke-0, hari ke-4, hari ke-8, dan hari ke-12). Rendemen serbuk *S. polycystum* sebesar 51,3 %, kandungan fenol 0,23 %, flavonoid 0,10 %, tanin 0,66 % dan saponin 0,64 %. Rendemen serbuk *S. polycystum* yang ditambahkan pada ikan lele yang disimpan pada suhu dingin menunjukkan bahwa perbedaan penambahan konsentrasi serbuk *S. polycystum* dan lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai TPC, nilai TVBN, nilai pH serta nilai organoleptik ($p < 0,05$). Konsentrasi terbaik pada penelitian ini adalah 6% dengan nilai TPC pada hari ke- 12 yaitu $1,3 \times 10^5$ CFU/g, nilai TVBN 20,63 mgN/100g, nilai pH sebesar 6,96 dan nilai organoleptik ikan lele konsentrasi 6% masih layak konsumsi.

Kata kunci : Ikan Lele, Serbuk *Sargassum polycystum*, Penyimpanan Dingin, Antibakteri, Kesegaran Ikan.

ABSTRACT

Catfish is a freshwater fish that enthused by the society. Catfish contain high nutrients and is a mucous fish, and it is a good media for the bacteria to grow. The S. polycystum powder is a brown seaweed powder that contain bioactive compounds which functioned as antibacterial. This research was aimed to know the content of bioactive compound that contained in the S. polycystum powder and the antibacterial ability of the S. polycystum powder in catfish (Clarias sp.). The materials used in this research were S. polycystum powder and catfish (Clarias sp.). This research was using experimental laboratories research method with factorial Completely Randomized Research Design (CRD) of 2 factors which consist of S. polycystum powder concentrations (0%, 3%, 6%, and 6%) and storage time (0 day, 4 days, 8 days, and 12 days). The yield of the S. polycystum powder was 51.3%, the phenol content was 0.23 %, the flavonoid was 0.10 %, the tannin was 0.66 % and the saponin was 0.64 %. The yield of the S. polycystum powder on catfish that stored in cool temperature showed that the adding of different concentrations of S. polycystum powder and storage time gave significant effect to the TPC, TVBN, and pH value as well as to the organoleptic point ($P < 0.05$). The best concentration in this research was 6% with 1.3×10^5 CFU/g TPC value, 20.63 mgN/100 g TVBN value, 6.96 pH value on the 12th day, and the organoleptic point of catfish at the same treatment was still worth to be consumed.

Keywords : Catfish, The *Sargassum polycystum* powder, Cold Storage, Antibacterial, Freshness of fish.

*) Penulis Penanggungjawab

PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan ikan air tawar sebagai sumber makanan yang mengandung nutrisi yang tinggi (Agustina *et al.*, 2013). Ikan lele salah satu hasil perikanan yang memiliki kandungan gizi yang tinggi, dalam 500 gram mengandung 12 gram protein, energi 149 kalori, lemak 8,4 gram dan karbohidrat 6,4 gram, komposisi ini jarang dimiliki daging penghasil protein hewani (Darseno, 2010). Maka dari itu, ikan lele diminati oleh banyak kalangan masyarakat karena banyak manfaat yang terkandung di dalamnya, namun kesegaran ikan lele tidak dapat bertahan lama.

Kesegaran ikan hanya mampu bertahan sekitar 8 jam sejak ikan ditangkap atau dimatikan, tergantung masing-masing jenis ikannya. Ikan lele yang tidak segera ditangani akan mati menggelepar dan mengalami proses rigor lebih cepat, yang akan mengakibatkan pembusukan lebih cepat oleh aktivitas bakteri. Daging ikan yang tercemar bakteri akan berbahaya bila dikonsumsi karena akan menimbulkan penyakit, untuk itu perlu dilakukan proses pengawetan sebelum didistribusikan untuk mengetahui masa simpan. Proses pengawetan ikan umumnya menggunakan suhu rendah karena cara tersebut merupakan cara yang paling mudah dilakukan dan tidak menghabiskan banyak biaya. Masa simpan ikan segar yang disimpan dalam lingkungan yang bersuhu dingin relatif singkat, rendahnya masa simpan ikan segar pada suhu dingin dikarenakan seluruh tahapan proses pembusukan masih berlangsung pada tubuh ikan tersebut. Ikan utuh yang disimpan pada suhu dingin dapat mempertahankan kesegarannya hingga pada hari ketujuh (Liviawaty dan Afrianto, 2010). Maka perlu adanya penambahan bahan pengawet alami sebagai antibakteri, selain dengan penyimpanan suhu rendah.

Senyawa antibakteri merupakan suatu senyawa yang dapat mencegah terjadinya pertumbuhan dan reproduksi bakteri (Alfiyaturohmah *et al.*, 2014) dapat juga sebagai pengendali dalam pertumbuhan bakteri, terutama bakteri yang bersifat merugikan. Antibakteri banyak ditemukan di alam salah satunya terdapat pada rumput laut. Menurut Triastinurmiatiningsih dan Haryani (2008) dari 21 rumput laut penelitiannya menunjukkan 6 rumput laut yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Menurut Choudhury *et al.* (2005) ekstrak metanol dari 56 rumput laut yang berasal kelas *Chlorophyta* (hijau), *Phaeophyta* (coklat) dan *Rhodophyta* (merah), dari ketiga kelas rumput laut tersebut yang memiliki antibakteri paling tinggi terdapat pada kelas *Phaeophyta*. Beberapa penelitian mengenai penggunaan rumput laut coklat yaitu penggunaan rumput laut coklat *padina* sp. untuk peningkatan daya simpan filet nila merah yang disimpan pada

suhu dingin (Husni *et al.*, 2014). Menurut Masduqi *et al.* (2014) serbuk *Sargassum* sp. mengandung senyawa bioaktif. Berdasarkan penelitian yang sudah ada maka serbuk rumput laut coklat dapat dijadikan sebagai antibakteri.

Serbuk merupakan partikel-partikel halus yang merupakan hasil suatu proses pengeringan dan dibuat dalam bentuk sehalus mungkin untuk memecah sel-sel partikel dari suatu bahan kering menjadi lebih kecil dan memperluas permukaannya agar mudah larut dalam pelarut. Menurut Sembiring (2010) pengecilan ukuran bahan bertujuan untuk memperbesar luas permukaan pori-porinya, sehingga kontak antara partikel serbuk dengan pelarut semakin besar. Menurut Masduqi *et al.* (2014) *S. polycystum* dalam bentuk tepung yang dikeringkan memiliki kandungan senyawa fenol. Maka dari itu serbuk *S. polycystum* memiliki potensi untuk dijadikan sebagai antibakteri untuk memperpanjang masa simpan ikan.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *S. polycystum* yang diambil dari pantai Bandengan, Jepara, Jawa Tengah. *S. polycystum* dibersihkan dari pasir dan kotoran yang menempel dan dimasukkan kedalam kantong *polyback* di masukkan ke dalam *coolbox* dengan ditambah bongkahan es untuk dibawa dan diuji lanjut. Sampel Ikan lele (*Clarias* sp.) yang digunakan memenuhi syarat mutu organoleptik berdasarkan SNI 2729:2013, didapat dari kolam budidaya perseorangan dalam kolam terpal. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *grinder*, *ball mill*, *siever*, inkubator, destilator dan pH meter.

Metode Penelitian

Pembuatan serbuk *S. polycystum* dengan metode kering angin selama 7 hari. Sampel *S. polycystum* dibuat serbuk yang paling halus agar lebih mudah larut dalam air dengan ukuran 0,0024 inches. Penelitian utama melarutkan serbuk *S. polycystum* dengan aquadest bersuhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ untuk konsentrasi 0%, 3%, 6% dan 9% kemudian didinginkan. Kemudian penambahan serbuk *S. polycystum* yang sudah dilarutkan sebagai antibakteri pada ikan lele yang telah disiangi, kemudian ikan lele disimpan pada *box Styrofoam* selama 12 hari dalam suhu dingin dan dilakukan pergantian es setiap 8 jam sekali. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor pertama dengan konsentrasi 0%, 3%, 6%, 9%, faktor kedua lama penyimpanan hari ke-0, 4, 8, dan 12.

Parameter Pengujian

Pengujian untuk serbuk *S. polycystum* meliputi uji kualitatif tanin (Robinson, 1991), flavonoid, saponin, fenol, terpenoida/Steroida (Harborne, 1987), alkaloida (Farnsworth, 1966). Uji kuantitatif flavonoid (Ahmad *et al.*, 2014), fenol (Samin *et al.*, 2014), tanin (Ryanata *et al.*, 2014), saponin (Mien *et al.*, 2015). Pengujian untuk penelitian utama yaitu pengujian mikrobiologi Uji TPC (SNI 01-2332.3-2006), pengujian TVBN (SNI 2354.8: 2009), pengujian pH (SNI 06-6989.11-2004), serta pengujian organoleptik (SNI 01-2346-2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serbuk *S. polycystum*

Rendemen Rumput Laut *S. polycystum*

Analisis rendemen dilakukan dengan cara menimbang bahan awal rumput laut *S. polycystum* dan berat akhir serbuk rumput laut *S. polycystum*, kemudian menghitung rendemen dengan cara berat bahan akhir dibagi berat bahan awal kemudian dikalikan 100%. Hasil rendemen rumput laut *S. polycystum* tersaji pada Tabel 1.

Hasil rendemen rumput laut *S. polycystum* yang sudah dikeringkan dan dilakukan penyerbukan dengan memperkecil ukurannya menjadi 0,0024 inches menggunakan *ball mill* dan *siever* ukuran 63µm. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah rendemen kering serbuk *S. polycystum* adalah berat awal sampel, ketebalan bahan, lama waktu dan cara pengeringan merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya rendemen. Serta cara pengeringan juga dapat mempengaruhi kandungan senyawa di dalamnya. Menurut Masduqi *et al.* (2014) proses pengeringan berpengaruh terhadap kandungan total fenol, alginat dan proksimat terutama kandungan kadar air pada *S. polycystum*. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas rumput laut, semakin rendah kadar airnya maka kualitas rumput laut semakin baik.

Memperoleh kualitas serbuk *S. polycystum* yang baik yaitu dengan mengurangi kandungan kadar air di dalamnya, cara penurunan kadar air

dilakukan dengan mengeringkan rumput laut *S. polycystum* dalam waktu yang lebih lama. Menurut Winarno (2008) semakin lama waktu pengeringan yang dilakukan, maka kadar air yang terdapat pada suatu bahan akan semakin rendah. Semakin lama waktu pengeringan menyebabkan penguapan air lebih banyak sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil. Selain itu dengan semakin besarnya energi panas yang dibawa udara akibat semakin lamanya waktu pengeringan menyebabkan jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan semakin banyak.

Uji Metabolit Sekunder

Uji kandungan metabolit sekunder yang dilakukan pada serbuk *S. polycystum* yaitu uji fitokimia secara kualitatif dan kuantitatif. Uji fitokimia bertujuan untuk mengetahui komponen bioaktif yang terdapat pada serbuk *S. polycystum*. Hasil uji kualitatif tersaji dalam Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji kualitatif serbuk *S. polycystum* positif mengandung senyawa fenol, tannin, flavonoid, saponin dan terpenoid. Pengujian alkaloid menunjukkan hasil yang negatif. Menurut Septiana dan Asnani (2012) bahwa senyawa yang diperiksa keberadaannya di *S. duplicatum* ditemukan adanya senyawa tanin, flavonoid, saponin dan terpenoid. Berdasarkan strukturnya, flavonoid maupun saponin mempunyai bagian yang bersifat polar maupun non polar dengan bagian yang hampir sama. Seperti halnya flavonoid dan saponin, terpenoid mempunyai bagian polar dan non polar tetapi bagian non polarnya lebih banyak.

Senyawa fenol yang terkandung di dalam serbuk *S. Polycstum* 0,23 %, hal tersebut menunjukkan bahwa nilai kuantitatif fenol yang rendah memiliki sifat toksisitas bakteristatis terhadap pertumbuhan bakteri. Menurut Rohdiana (2013) mekanisme senyawa fenol sebagai zat antibakteri diantaranya adalah meracuni protoplasma pada konsentrasi rendah, menghambat sintesis enzim yang essential.

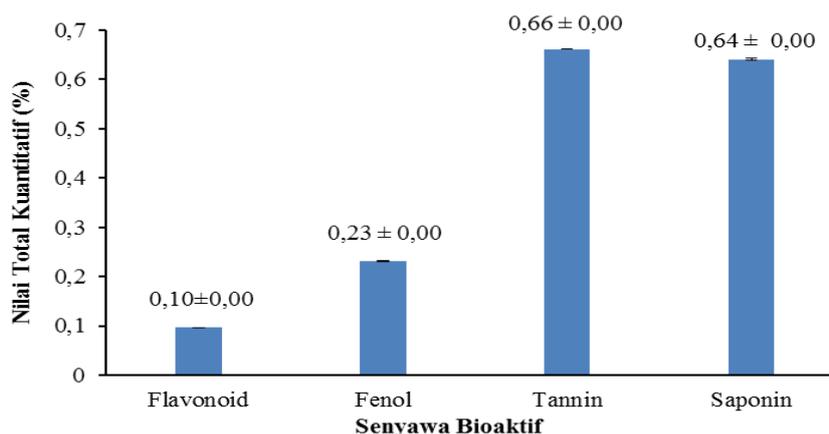
Senyawa tanin umumnya memiliki rasa sepat dan lebih bersifat basa, selain fenol, tanin yang terkandung di dalam serbuk *S. polycystum*

Tabel 1. Hasil Rendemen Rumput Laut *S. polycystum*

| Ulangan | Berat RL(kg) | Berat Simplisia(g) | Rendemen (%) |
|----------------|----------------|--------------------|--------------|
| Rata-Rata ± SD | 583,33 ± 28,87 | 298 ± 20,21 | 51,14 ± 2,09 |

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Kualitatif Serbuk *S. polycystum*

| Uji | Serbuk <i>S. polycystum</i> | Warna | Standar Warna |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tanin | ++ | Hijau kehitaman | Biru tua/ Hijau Kehitaman |
| Flavonoid | + | Jingga | Merah/Jingga/Hijau |
| Alkaloid | - | Tidak ada endapan kuning | Endapan kekuning-kuningan |
| Saponin | ++ | Terbentuk busa | Terbentuk busa |
| Fenol | ++ | Hijau kehitaman | Hijau, merah, ungu, hitam |
| Teroid/Terpenoid | +++ | Hijau kuat | Biru/Hijau |



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Kuantitatif Sebuk *S. polycystum*

lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa yang lain. Tanin memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Marlin *et al.* (2015) tanin mempunyai sifat dapat mengekstruksi membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu. Senyawa saponin merupakan senyawa yang dapat membentuk busa dan merusak membran sel karena bisa membentuk ikatan dengan lipida dari membran sel. Menurut Menurut Zahro dan Agustini (2013) saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan sel bakteri lisis.

Penelitian Utama

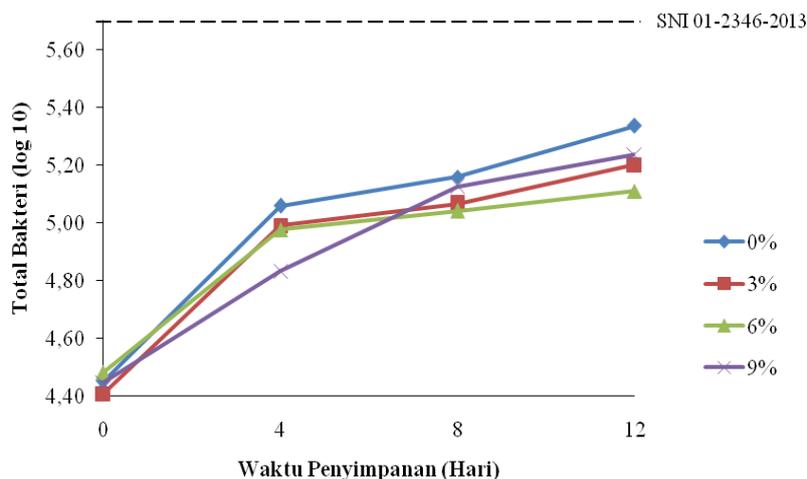
Total Plate Count (TPC)

Hasil uji (TPC) yang dilakukan untuk mengetahui jumlah peningkatan bakteri pada ikan lele dengan penambahan serbuk dan tanpa penambahan serbuk dan dilakukan penyimpanan suhu dingin selama 12 hari, nilai logaritma (TPC) disajikan dalam Gambar 2. Grafik nilai TPC, pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai TPC yang diperoleh pada hari ke-12 pada konsentrasi 0% diperoleh nilai TPC yang paling tinggi diantara konsentrasi 3%, 6% dan 9%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan serbuk *S. polycystum* yang digunakan sebagai antibakteri pada ikan lele cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada ikan lele selama penyimpanan dingin. Menurut Wicaksono (2010) dalam Husni *et al.* (2014) menunjukkan bahwa filet nila merah yang disimpan pada suhu dingin dengan perlakuan ekstrak *Sargassum* sp. 1% masih layak dikonsumsi sampai hari ke-12 berdasarkan total kandungan bakterinya.

Efektivitas serbuk *S. polycystum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri, karena mengandung senyawa bioaktif yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, seperti senyawa tanin yang mampu

mengganggu membrane sel bakteri. Menurut Nuria *et al.* (2009) mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat enzim reverse transkriptase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Sesuai dengan hasil pengujian TPC yang diperoleh, bahwa ikan lele yang disimpan selama 12 hari memiliki nilai TPC yaitu pada ikan lele konsentrasi 0% ($2,2 \times 10^5$ CFU/g), ikan lele konsentrasi 3% ($1,6 \times 10^5$ CFU/g), ikan lele konsentrasi 6% ($1,3 \times 10^5$ CFU/g) dan ikan lele konsentrasi 9% ($1,8 \times 10^5$ CFU/g). Semua konsentrasi baik 0%, 3%, 6% dan 9% masih bisa diterima karena nilai TPC masih dibawah batas SNI yaitu 5×10^5 CFU/g.

Hasil yang diperoleh nilai TPC pada semua konsentrasi sampel ikan lele sampai pada hari ke-12 memiliki TPC di bawah 5×10^5 CFU/g. Hal tersebut dapat terjadi karena suhu penyimpanan ikan lele di dalam *styrofoam* masih dapat mempertahankan kesegaran ikan sampai hari ke-12. Menurut Erlangga (2009) selama 15 hari atau 360 jam penyimpanan pada suhu *chilling*, *fillet* ikan lele dumbo dengan perlakuan dimatikan segera dan dimatikan setelah 12 jam tanpa media air pada jam ke-360 dikatakan tidak layak untuk dikonsumsi karena memiliki jumlah bakteri sebesar $5,3 \times 10^5$ koloni/g dan $1,1 \times 10^6$ koloni/g. Nilai TPC akan semakin mengalami peningkatan selama waktu penyimpanan, karena pertumbuhan bakteri mulai meningkat sejak ikan ditangkap dan mati. Suhu badan ikan menjadi naik, mengakibatkan bakteri-bakteri tersebut segera menyerang. Segera terjadi kerusakan jaringan-jaringan tubuh ikan, sehingga lama kelamaan akan terjadi perubahan komposisi pada daging dan mengakibatkan pembusukan. Menurut Jaya dan Ramadhan (2006) semakin busuk ikan, akan semakin besar pula jumlah bakterinya. Proses kemunduran mutu secara mikrobiologi diawali dengan terurainya glikogen. Daging ikan yang segar pada umumnya tidak



Gambar 2. Grafik Nilai TPC Ikan Lele dengan Penambahan Serbuk *S. polycystum* Berbeda Konsentrasi Selama Penyimpanan Suhu Dingin

mengandung bakteri, setelah mati hingga dilaluinya, fase rigor mortis hanya sedikit terjadi perubahan jumlah bakteri.

Pertumbuhan bakteri pada ikan lele pada gambar 2. Menunjukkan bahwa fase pertumbuhan pada ikan lele konsentrasi 0%, 3%, 6 % dan 9% pada hari ke 4 mengalami peningkatan yang cukup signifikan, hal ini merupakan fase logaritma dimana pembiakan bakteri terjadi sangat cepat dan pada penyimpanan sampai hari ke 12 pertumbuhan bakteri relatif stabil. Namun kenaikan grafik pertumbuhan bakteri tersebut menunjukkan nilai TPC kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi perlakuan. Menurut Liviawaty dan Afrianto (2010) populasi bakteri akan tumbuh dan berkembang hingga mencapai jumlah tertentu. Pola pertumbuhan bakteri dalam bentuk kurva pertumbuhan bakteri terbagi menjadi empat fase, yaitu fase adaptasi (lag phase), fase pertumbuhan (log phase), fase pertumbuhan lambat (stationary phase), dan fase kematian (death phase). Menurut Jaya dan Ramadhan (2006) setelah masuk dalam fase post rigor jumlah bakteri meningkat pesat dan terlihat ikan mulai membusuk, akhirnya pertumbuhan bakteri menjadi lambat, hampir tidak terjadi perubahan dalam jumlahnya, tetapi pada saat ini ikan memasuki periode aktivitas pembusukan maksimum.

Antibakteri dari serbuk *S. polycystum* memiliki efektivitas sebagai bakteristatis karena jumlah bakteri mengalami peningkatan setiap harinya, namun jumlah bakteri yang tumbuh meningkat lambat karena pertumbuhan bakteri dihambat oleh antibakteri dari serbuk *S. polycystum*. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah bioaktif yang lebih kecil pada serbuk *S. polycystum* dibandingkan yang di ekstrak dengan pelarut tertentu. Bioaktif yang paling berperan pada serbuk *S. polycystum* yaitu senyawa tanin sebesar 0,66 %. Menurut pendapat Volk dan Wheller (1988) tanin dapat menghambat pertumbuhan, tanin dapat

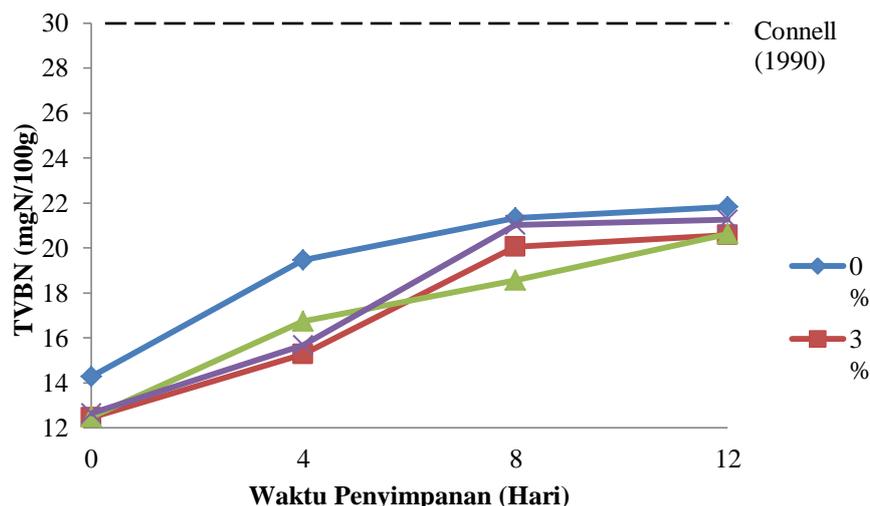
bereaksi dengan fosfolipid dalam membran sel, sehingga tanin akan merusak membran sel, menyebabkan kebocoran metabolit penting yang menonaktifkan sistem enzim bakteri. Kerusakan membran sel akan mencegah masuknya bahan makanan atau nutrisi yang diperlukan bagi bakteri untuk menghasilkan energi sehingga mengakibatkan penghambatan pertumbuhan bakteri dan kematian.

S. Polycytum dapat digunakan dalam mempertahankan masa simpan ikan lele, karena dapat menekan pertumbuhan bakteri dibandingkan dengan ikan lele yang tanpa diberi perlakuan (kontrol). Menurut penelitian alamsjah *et al.* (2011) bahwa *sargassum* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *Staphylococcus epidermis*. Hal ini diperkuat oleh wei *et al.*(2011) bahwa *S. polycystum* mampu menghambat bakteri *P. aeruginosa*, *S. aureus* dan *B. cereus*. *S. polycystum* memiliki kemampuan sebagai bakteristatik yang sangat efektif pada bakteri *B. cereus*.

Total Volatile Base Nitrogen (TVBN)

Hasil (TVBN) yang dilakukan untuk mengetahui jumlah basa nitrogen yang mudah menguap (volatil) pada ikan lele dengan menggunakan penambahan serbuk dan tanpa penambahan serbuk dan dilakukan penyimpanan suhu dingin selama 12 hari, data nilai (TVBN) disajikan dalam Gambar 3.

Perlakuan perendaman dalam serbuk *S. polycystum* konsentrasi 3%, 6% dan 9% menunjukkan nilai TVBN lebih kecil dibandingkan konsentrasi 0% pada hari yang sama. Hal ini disebabkan kandungan tanin serbuk *S. polycystum* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada ikan lele. Menurut Genisa (2000) terhambatnya pertumbuhan bakteri dapat menyebabkan produksi enzim menurun. Aktifitas enzim yang menurun dapat memperlambat proses



Gambar 3. Grafik Nilai TVBN Ikan Lele dengan Penambahan Serbuk *S. polycystum* Berbeda Konsentrasi Selama Penyimpanan Suhu Dingin

pemecahan protein yang akan meningkatkan nitrogen yang mudah menguap menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana penyusun TVB.

Gambar 3. Grafik nilai TVBN menunjukkan bahwa pada penyimpanan hari ke-12 rata-rata nilai TVBN konsentrasi 0% yaitu 21,83 mgN/100g, konsentrasi 3% 20,57 mgN/100g, konsentrasi 6% 20,63 mgN/100g dan konsentrasi 9% 21,26 mgN/100g. Semua konsentrasi masih berada di bawah batas 30 mgN/100g, dimana ikan lele tersebut masih layak untuk dikonsumsi. Menurut Connell (1990) tingkat yang direkomendasikan TVB-N penolakan adalah 20mgN/100g untuk daging ikan berlemak. Ketika konsentrasi TVB-N melebihi 30mg/daging 100g, ikan harus dipertimbangkan tidak layak untuk konsumsi. Oleh karena itu, TVB-N hanya dapat digunakan sebagai indikator kelayakan untuk konsumsi bukan sebagai Indeks kesegaran sepanjang hidup penyimpanan ikan.

Hasil TVBN yang diperoleh diatas menunjukkan bahwa penggunaan serbuk *S. polycystum* konsentrasi 3% memiliki nilai TVBN yang paling rendah diantara perlakuan yang lain, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 3% dapat mempertahankan kesegaran ikan lebih lama. Menurut Waryani *et al.* (2014) data hasil penelitiannya dengan perlakuan penambahan kitosan memiliki nilai TVB yang rendah dibandingkan dengan keadaan normal (sebelum pengawetan) pada ikan lele. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan kitosan 1,5 % memberikan umur ikan yang lebih lama sampai pada fase ikan busuk dengan nilai TVB > 30 yaitu dengan menambah umur ikan selama 5-10 jam.

Hasil TVBN ikan lele yang tanpa perendaman serbuk *S. polycystum* memiliki nilai TVBN yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang direndam dengan serbuk *S. polycystum*. Hal ini

menunjukkan bahwa serbuk *S. polycystum* mengandung adanya senyawa antibakteri yang cukup efektif menghambat aktivitas bakteri pembusuk pada ikan lele selama penyimpanan dingin. Menurut Waryani *et al.* (2014) nilai TVBN semakin meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Hal ini dikarenakan TVBN merupakan senyawa hasil degradasi protein karena aktivitas enzim maupun bakteri pembusuk. Peningkatan konsentrasi TVB berhubungan dengan pertumbuhan mikroba dan dapat digunakan sebagai indikator kerusakan ikan. Banyaknya jumlah mikroba pada ikan menjadikan proses degradasi protein menjadi senyawa basa nitrogen lebih cepat sehingga konsentrasi TVBN juga meningkat tajam.

Jumlah TVBN meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan ikan lele. Kenaikan nilai TVBN dikarenakan degradasi protein dan derivatnya menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap. Menurut Liviawaty dan Afrianto (2010) konsentrasi TVB akan meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan, kadar TVB akan meningkat dengan menurunnya kesegaran ikan. Hal ini diperkuat oleh Santoso *et al.* (1999) dalam Husni *et al.* (2014) peningkatan kandungan TVB-N pada daging ikan selama penyimpanan disebabkan karena adanya degradasi protein dan derivatnya oleh mikroorganisme yang menghasilkan basa mudah menguap seperti *Trimethylamine* (TMA), amoniak, dan H₂S.

Konsentrasi serbuk *S. polycystum* dan lama penyimpanan memiliki pengaruh yang berinteraksi terhadap nilai TVBN pada ikan lele. Semakin lama waktu penyimpanan akan meningkatkan nilai TVBN, namun dengan penambahan serbuk *S. polycystum* dengan konsentrasi yang berbeda dapat mengurangi peningkatan TVBN ikan lele dibandingkan kontrol. Menurut Susanto *et al.* (2011) bahwa peningkatan nilai TVB-N tercepat

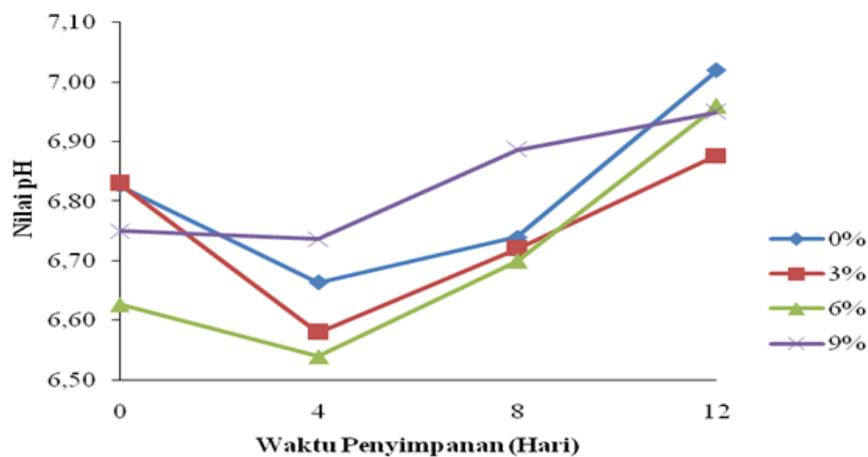
terjadi pada kontrol, sedangkan yang terlambat pada ikan kembung perlakuan JH1. Ikan kembung yang diberi perlakuan bahan alami mempunyai tingkat perubahan nilai TVB-N yang berbeda antar perlakuan namun memiliki pola yang sama. Perubahan nilai TVB-N pada SB3 dan JH3 menunjukkan perubahan yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan bahan alami lainnya.

Ikan lele yang telah disimpan selama 12 hari memiliki Nilai TVBN yang diperoleh hasilnya linier dengan pertumbuhan jumlah bakteri yaitu mengalami peningkatan setiap harinya, namun berbanding terbalik dengan nilai organoleptik. Menurut penelitian Susanto *et al.* (2011) nilai organoleptik mempunyai hubungan yang berbanding terbalik dengan nilai log bakteri dan nilai TVB-N, yakni semakin lama penyimpanan maka nilai organoleptik akan semakin menurun akan tetapi nilai dari log total bakteri meningkat demikian juga nilai TVB-N.

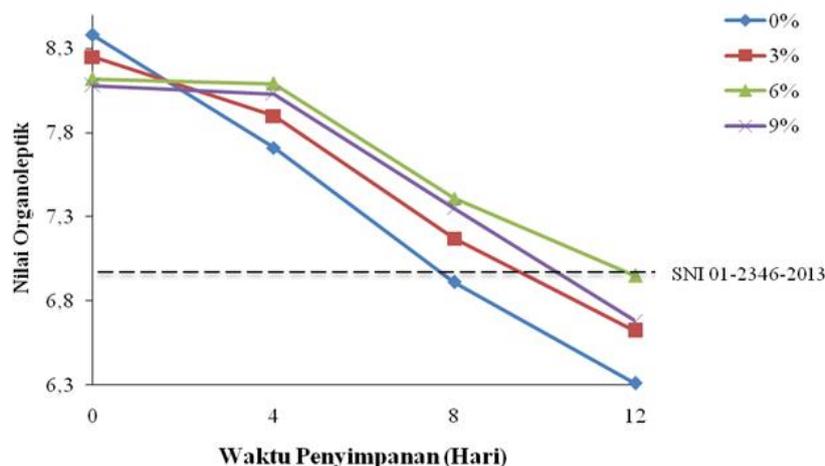
pH (Derajat Keasaman)

Pengujian pH diukur menggunakan alat pH meter, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasahan dari ikan lele segar tanpa perendaman serbuk *S. polycystum* dan dengan perendaman serbuk *S. polycystum* selama penyimpanan suhu dingin tersaji pada Gambar 4.

Nilai rata-rata pH ikan Lele untuk semua perlakuan mengalami perubahan selama penyimpanan dingin. Nilai pH pada Gambar 4. Grafik nilai pH terlihat bahwa nilai pH turun pada penyimpanan hari ke-4 namun mengalami kenaikan hingga hari ke-12. Menurut Munandar *et al.* (2009) menunjukkan terjadinya fluktuasi nilai pH ikan nila untuk tiap perlakuannya pada penyimpanan suhu rendah selama 12 hari. Setelah mengalami penurunan pH pada hari ke-4, nilai pHnya naik kembali pada hari ke-8. Penyimpanan selama 4 hari semua ikan nila mengalami penurunan nilai pH. berhubungan dengan cadangan glikogen yang sedikit pada ikan tersebut.



Gambar 4. Grafik Nilai pH Ikan Lele dengan Penambahan Serbuk *S. polycystum* Berbeda Konsentrasi Selama Penyimpanan Suhu Dingin



Gambar 5. Grafik Nilai Organoleptik Ikan Lele dengan Penambahan Serbuk *S. polycystum* Berbeda Konsentrasi Selama Penyimpanan Suhu Dingin

Nilai pH ikan Lele di hari ke 12 untuk perlakuan konsentrasi 0% yaitu 7,02, pada konsentrasi 3% nilai pH 6,88, 6% nilai pH 6,96 dan 9% nilai pH 6,95. Perubahan nilai pH tersebut disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya penggunaan suhu dingin selama penyimpanan. Menurut Hadiwiyoto (1993) selama pendinginan dan pembekuan pH daging ikan akan berubah. Nilai pH daging ikan akan turun dari sekitar 7 menjadi 6,3 kemudian naik lagi selama penyimpanan suhu rendah. Perubahan ini terjadi tahap awal pendinginan atau pembekuan, pH daging ikan akan turun kemudian selanjutnya pH akan naik lagi. Terjadinya penurunan dan kenaikan pH ini banyak dikaitkan dengan keadaan fisiologik daging ikan. Daging ikan dalam keadaan pre rigor akan mengalami penurunan pH lebih banyak pada waktu didinginkan atau dibekukan karena proses glikolisis anaerobik yang menyebabkan terbentuknya asam laktat masih berlangsung. Kenaikan pH mungkin juga disebabkan karena berkembangnya bakteri psikrofil yang dapat menyebabkan terbentuknya basa-basa volatil makin banyak.

Semua perlakuan tanpa perendaman serbuk *S. polycystum* dan dengan perendaman serbuk *S. polycystum* mengalami penurunan pH dan kemudian mengalami peningkatan selama penyimpanan terjadi. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh suhu penyimpanan dan juga lama waktu penyimpanan pada ikan lele tersebut. Menurut Munandar (2009) penyimpanan ikan nila pada suhu rendah menyebabkan aktivitas enzim yang terdapat pada daging menjadi terhambat sehingga kemunduran mutunya berjalan lebih lambat. Semakin rendah suhu yang digunakan maka aktivitas enzim semakin terhambat. Proses glikolisis, enzim sangat berperan sampai terbentuknya asam laktat. Hal ini menyebabkan akumulasi asam laktat berjalan lebih lambat sehingga penurunan pH ikan juga berlangsung lebih lambat.

Nilai pH ikan lele pada semua konsentrasi menunjukkan bahwa ikan lele tersebut memiliki nilai pH ≤ 7 , belum mengalami meningkat menjadi basa > 7 . Hal tersebut menandakan bahwa kesegaran ikan tersebut cukup baik. Menurut penelitian Ulina (2015) fillet ikan lele secara keseluruhan mengalami kenaikan yang lumayan besar yang pada penyimpanan awal nilai rata-rata pH berkisar antara 6,77 – 6,81 dan pada masa penyimpanan akhir nilai rata-rata pH menjadi 7,45 – 7,6. pH fillet ikan lele pada ketiga perlakuan sampai hari ke-8 mengalami kenaikan yaitu berada pada kisaran 7,45 – 7,6. Menurut Adawyah (2011) bahwa ikan yang sudah tidak segar pH dagingnya tinggi (basa) dibandingkan ikan yang masih segar. Hal itu karena timbulnya senyawa-senyawa yang

bersifat basa misalnya amoniak, trimetilamin dan senyawa volatile lainnya.

Nilai Organoleptik Ikan Lele

Uji organoleptik ikan segar dilakukan untuk mengetahui apakah ikan tersebut masih dalam standar dan layak untuk dikonsumsi atau tidak. Pengujian Organoleptik dilakukan dengan menggunakan *scoresheet* ikan segar SNI 2013 dan dilakukan penilaian oleh 30 panelis, dengan melihat parameter mata, lendir, daging, bau dan tekstur. Hasil pengujian organoleptik ikan segar dengan perendaman serbuk *S. polycystum* dan tanpa perendaman diperoleh hasil tersaji pada Gambar 5. Pengujian organoleptik diperoleh hasil nilai organoleptik yang mengalami penurunan disetiap lama penyimpanan. Penurunan nilai organoleptik pada masing-masing sampel berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan juga penggunaan serbuk *S. polycystum* yang digunakan mempengaruhi karakteristik ikan lele tersebut. Menurut Noviantari *et al.* (2013) semakin lama fillet ikan jambal siam segar disimpan, maka akan semakin menurun nilai organoleptiknya.

Ikan lele yang disimpan selama 12 hari memiliki nilai kesegaran yang masih diterima oleh konsumen adalah pada hari ke- 8 pada konsentrasi 3%, 6% dan 9% dengan nilai rata-rata masih berada > 7 , sedangkan pada ikan lele kontrol memiliki nilai organoleptik < 7 . Menurut Susanto *et al.* (2011) hasil nilai organoleptik ikan kembung dengan perlakuan bahan alami daun sosor bebek 20% dan jahe merah 9% selama 12 hari penyimpanan dingin. Perubahan nilai organoleptik ikan kembung baik kontrol maupun dengan perlakuan bahan alami dan disimpan dengan perbandingan ikan dan es yang berbeda mempunyai pola penurunan nilai organoleptik yang sama dengan tingkat kecepatan yang berbeda. Hingga akhir penyimpanan (hari ke-12) nilai organoleptik dengan perlakuan memiliki tingkat penurunan nilai organoleptik lebih lambat, sedangkan pada kontrol tingkat penurunan nilai organoleptik lebih cepat.

Nilai organoleptik parameter kenampakan mata, lendir, daging, bau dan tekstur. Perlakuan ikan lele kontrol dan ikan lele dengan perendaman serbuk *S. polycystum* 3%, 6% dan 9%, hal tersebut menunjukkan perlakuan berpengaruh pada kenampakan mata, lendir, daging, bau dan tekstur ikan lele. Kenampakan lendir terlihat jelas pada hari pertama dimana lendir ikan yang diberi penambahan serbuk *S. Polycystum* berwarna coklat dan control berwarna bersih cerah, sedangkan pada penyimpanan hari terakhir ikan lele control lendir sebagian terbawa air es namun lendir yang tersisa berwarna agak kekuningan dan ikan lele yang diberi perlakuan berwarna sedikit coklat. Daging dan tekstur dipengaruhi oleh pemberian es karena ikan lele dapat tergores atau terluka oleh tumpukan

es yang berlebih, serta bau ikan lele pada penyimpanan hari terakhir memiliki bau sedikit menyengat pada ikan lele (kontrol) dan ikan yang diberi perlakuan memiliki bau serbuk *S. polycystum*, mata pada ikan lele cepat mengalami perubahan warna menjadi keruh hal ini salah satunya dipengaruhi karena terkena es dan perlakuan dimana, ikan disimpan dalam *box styrofoam* dengan tumpukan es, ikan, es. Menurut Munandar *et al.* (2014) mata merupakan salah satu bagian tubuh ikan yang dijadikan sebagai parameter tingkat kesegaran ikan. Ikan segar, memiliki bola mata terlihat cembung dan cerah. Sedangkan pada ikan busuk, bola mata terlihat cekung dan lebih keruh. Daging ikan yang segarnsayatannya masih cemerlang sedangkan ikan busuk warna dagingnya kusam Serta air lelehan dari es curai yang telah bercampur dengan darah, lendir, dan kotoran lainnya dari ikan dapat mengalir ke luar.

Ikan yang diberi perlakuan memiliki nilai organoleptik yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi perlakuan. Salah satu yang mempengaruhi nilai organoleptik ikan lele selama penyimpanan yaitu pemberian es, karena es yang berlebih dapat mempengaruhi kenampakan dari ikan lele. Menurut Susanto *et al.* (2011) ikan dan es yang berbeda menunjukkan bahwa tingkat penurunan nilai organoleptik ikan kembung pada perbandingan ikan dan es 5:1 memiliki tingkat penurunan tercepat, diikuti dengan perbandingan ikan dan es 3:1 dan 1:1.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian tentang efektivitas serbuk *S. polycystum* sebagai antibakteri pada ikan lele (*Clarias* sp.) selama penyimpanan dingin adalah sebagai berikut :

1. Serbuk *S. polycystum* mengandung senyawa bioaktif yang dapat dijadikan sebagai antibakteri yaitu senyawa flavonoid, fenol, saponin dan nilai tertinggi yaitu senyawa tanin; dan
2. Serbuk *S. polycystum* cukup memiliki pengaruh terhadap nilai TPC, TVBN, pH dan Organoleptik pada Ikan lele, dan dapat digunakan sebagai antibakteri, dengan perlakuan terbaik pada konsentrasi 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2011. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Bumi Aksara, Jakarta, 27 hlm.
- Agustina R., S. Hendri dan R. Muhammad. 2013. Kajian Mutu Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Asap Kering Quality Assessment of Smoked-Dried Catfish. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5 (3): 6-11.
- Ahmad, A.R., Juwita., S.A.D. Ratulangi dan A. Malik. 2014. Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (*Etilingera Elatior* (Jack) R.M.Sm). *Pharm Sci Res.*, 2 (1): 23-33
- Alamsjah, M.A., D.Nurhayati dan W. Tjahjaningsih. 2011. Pengaruh Ekstrak Alga Cokelat (*Sargassum* sp.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3 (1): 79-83
- Alfiyaturohmah., N. Rachmawati dan Y. Eriyanto. 2014. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Etanol, Kloroform dan N-Heksana Alga Coklat *Sargassum Vulgare* Asal Pantai Kapong Pamekasan terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Alchemy*, 3 (1): 57-66.
- Badan Standar Nasional. 2004. *Metode Uji Kandungan pH*. SNI 06-6989.11-2004.
- Badan Standar Nasional. 2006. *Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Totak (ALT) Pada Produk Perikanan*. SNI 01-2332.3-2006.
- Badan Standar Nasional. 2009. *Cara Uji Kimia-Bagian 8 : Penentuan Kadar Total Volatil Basa Nitrogen (TVB-N) Dan Trimetil Amin Nitrogen (TMA-N) Pada Produk Perikanan*. SNI 2354.8: 2009.
- Badan Standar Nasional. 2013. *Ikan Segar*. SNI 2729. 2013.
- Choudhury, S., A. Sree1, S.C. Mukherjee, P. Pattnaik and M. Bapuji. 2005. In Vitro Antibacterial Activity of Extracts of Selected Marine Algae and Mangroves Against Fish Pathogens. *Asian Fisheries Science Asian Fisheries Society, Manila, Philippines*, 18 (5): 285-294.
- Connell, J.J. 1990. *Control of Fish Quality*. Published by Fishing News Books. 3rd edition, 122-150.
- Darseno S.P. 2010. *Buku Pintar Budi Daya dan Bisnis Lele*. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Erlangga. 2009. Kemunduran Mutu Fillet Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Penyimpanan Suhu Chilling dengan Perlakuan Cara Kematian. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 45 hlm.
- Farnworth, N. R. 1966. Biological and Phytochemical Screening of Plant. *J. Pharm. Sci.*, 55: 59.
- Genisa, J. 2000. Produksi Histamin pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) selama

- Lepas Tangkap. *Disertasi*. Pascasarjana. UNHAS.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I: Teknik Pendinginan Ikan*. CV. Paripurna, Jakarta.
- Harborne, J.B., 1996. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan, Terbitan Kedua*. Penerbit ITB: Bandung.
- Husni, A., Ustadi dan Hakim, A. 2014. Penggunaan Ekstrak Rumput Laut *Padinasp.* untuk Peningkatan Daya Simpan Filet Nila Merah yang Disimpan pada Suhu Dingin. *Agritech*, 34(3): 239-246.
- Jaya, I dan D.K. Ramadhan. 2006. Aplikasi Metode Akustik untuk Uji Kesegaran Ikan. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 9(2): 1-13.
- Liviawaty, E dan Afrianto, E. 2010. Penanganan Ikan Segar Proses Penurunan dan Cara Mempertahankan Kesegaran Ikan. *Widya Padjadjaran*, Bandung, 54 hlm.
- Marlin, R., J. Marwoto dan Salmi. 2015. Uji Aktivitas Fraksi Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) terhadap Jamur *Candida Albicans* Secara In Vitro. *Seminar Nasional Forum Dosen Indonesia*.
- Masduqi A.F., I. Munifatul dan P. Erma. 2014. Efek Metode Pengeringan terhadap Kandungan Bahan Kimia dalam Rumput Laut *Sargassum polycystum*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 112(1): 1-9.
- Mien, D.J., W.A. Carolin dan P.A. Firhani. 2015. Penetapan Kadar Saponin pada Ekstrak Daun Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata Prain* Varietas *S.Laurentii*) secara Gravimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 2(2): 65 – 69.
- Munandar, A., Nurjannah dan M. Nurilmala. 2009. Kemunduran Mutu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Penyimpanan Suhu Rendah dengan Perlakuan Cara Kematian dan Penyanganan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 11 (2): 88-101.
- Noviantari., M. Ilza dan N.I. Sari. 2013. Pengaruh Penambahan Ekstrak Rosela (*Hibiscus sabdariffa*L) terhadap Mutu Fillet Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Segar selama Penyimpanan Suhu Kamar. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Nuria, M.C., A. Faizatun dan Sumantri. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Atcc 25923, *Escherichia Coli* Atcc 25922, dan *Salmonella Typhi* Atcc 1408. *Jurnal Ilmu – ilmu Pertanian*, 5 (2): 26 – 37.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Bandung: Penerbit ITB. Pp. 152-196.
- Rohdiana, D., D.Z. Arief dan A. Budiman. 2013. Aktivitas Penghambatan Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* oleh Berbagai Jenis Teh dan seduhannya. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 16 (1): 37-44.
- Ryanata, E., S. Palupi dan Azminah. 2014. Penentuan Jenis Tanin dan Penetapan Kadar Tanin dari Kulit Buah Pisang Masak (*Musa paradisiaca* L.) secara Spektrofotometri dan Permanganometri. *Calyfra, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 4 (1): 1-16.
- Samin, A.A., N. Bialangi dan Y.K. Salimi. 2014. Penentuan Kandungan Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan dari Rambut Jagung (*Zea mays* L.) yang Tumbuh Di Daerahgorontalo. Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Gorontalo. 213 hlm. (http://repository.ung.ac.id/get/simlit_res/1/419/Penentuan-Kandungan-Fenolik-Total-dan-Aktivitas-Antioksidan-dari-Rambut-Jagung-Zea-Mays-LYang-tumbuh-diDaerah-Gorontalo-Penullis-ketiga.pdf) (25 agustus 2016).
- Sembiring, B. Br. 2010. Status Teknologi Pasca Panen Sambiloto (*Andrographis paniculata* Needs). *Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*. 134-144.
- Septiana, A.T dan A. Asnani. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *Agrointek*, 6 (1): 22-28.
- Susanto E., T. W. Agustini., F. Swastawati, T. Surti., A. S. Fahmi., M.F. Albar., dan M. K. Nafis. 2011. Pemanfaatan Bahan Alami untuk Memperpanjang Umur Simpan Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*). *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci)*, 8 (2): 60-69.
- Triastinurmiatiningsih dan T. S. Haryani. 2008. Potensi Rumput Laut di Pantai Bayah, Kabupaten Lebak, Banten sebagai Antibakteri *Escherichia Coli*. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, 9 (1): 37-43.
- Ulina, G.V.B., Sumardianto dan Romadhon. 2015. Potensi Antibakteri Ekstrak Lamun *Thalassia Hemprichii* pada Fillet Ikan Lele (*Clarias batracus*) selama Penyimpanan Dingin. *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi.*, 5 (1): 64-70.
- Volk dan Wheeler. 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Edisi Kelima. Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Waryani, S.W., R. Silvia dan F. Hanum. 2014. Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang (*Achatina Fulica*) sebagai Pengawet Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp) dan Ikan Lele

- (*Clarias batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3 (4): 51-57.
- Wei., C.C., H. S. Ling dan W. C. Lee. 2011. Antibacterial activity of *Sargassum polycystum* C.Agardh and *Padina australis* Hauck (Phaeophyceae). *Afr. J. Biotechnol*, 10 (64): 14125-14131.
- Winarno, F. G. 2008. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Zahro, L dan R. Agustini. 2013. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Saponin Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Unesa Journal of Chemistry*, 2 (3): 120-129.