

**GENETIC ANALYSIS OF GREEN ALGAE *Caulerpa* sp. FROM MARINE  
WATER OF EAST NUSA TENGGARA**

**SKEMA PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS**



Oleh:

**ALFRED G.O KASE, S.Pi., M.Si., Ph.D (0827056901) - KETUA**  
**JAMES NGGINAK, S.Pd., M.Si (0829028803) - ANGGOTA**  
**Dr. FANNY IRIANY GINZEL, S.Pi., M.Si (0804017303) - ANGGOTA**  
**Dr. Ir. YOHANES MERRYANTO, M.Si (0803056701) - ANGGOTA**

**UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA**  
**KUPANG**  
**2023**



UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA  
PENELITIAN INTERNAL UNGGULAN UNIVERSITAS DAN  
UNGGULAN FAKULTAS

Petunjuk: Pengusul hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

Tuliskan judul usulan penelitian

**GENETIC ANALYSIS OF GREEN ALGAE *Caulerpa* sp. FROM MARINE WATER OF EAST NUSA TENGGARA.**

Ringkasan penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian yang diusulkan.

Makroalga di perairan berfungsi sebagai produsen pada ekosistem, hal ini dikarenakan makroalga mempunyai kemampuan untuk makanan sendiri (autotrop), sehingga menjadi sumber makanan bagi organisme laut. Makroalga salah satu sumberdaya hayati laut yang sangat berpotensi, karena memiliki peran penting baik secara ekologis maupun ekonomis serta banyak manfaatnya sebagai bahan obat-obatan (farmasi), kosmetik dan bahan makanan. Salah satu makroalga yang potensinya masih belum banyak dimanfaatkan adalah alga hijau terutama genus *Caulerpa*. *Caulerpa* adalah salah satu makroalga yang tumbuh secara alami di perairan Indonesia khususnya di Nusa Tenggara Timur, akan tetapi permasalahan yang dihadapi sampai saat ini masih belum teridentifikasi dan terdokumentasi secara detail. Morfologi bentuk dan ukuran alga hijau *Caulerpa* sp ada yang hampir sama namun juga berbeda-beda, sehingga seringkali menyulitkan dalam kepastian jenis alga hijau *Caulerpa* sp, apalagi di setiap daerah memiliki istilah dan sebutan yang berbeda-beda. Kesulitan dalam terminology yang berbeda ini perlu diatasi dengan melakukan suatu kajian ilmiah yang lebih mendalam, tercatat dan terdokumentasi secara komprehensif. Menghasilkan kunci identifikasi alga hijau tidak hanya diukur secara morfometrik saja, tetapi uji genetik akan memberikan solusi detail dan tepat terhadap alga hijau yang diidentifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi genetik terutama struktur DNA alga hijau *Caulerpa* sp, memetakan daerah penyebarannya di perairan Nusa Tenggara Timur.

## KATA KUNCI

Kata\_kunci; Genetic, green algae, *Caulerpa*

## LATAR BELAKANG

Latar belakang penelitian tidak lebih dari 500 kata yang berisi latar belakang dan permasalahan yang akan diteliti, tujuan khusus dan studi kelayakannya. Pada bagian ini perlu dijelaskan uraian tentang spesifikasi keterkaitan skema dengan bidang fokus Program Studi.

Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan daerah kepulauan yang terdiri atas tiga pulau besar yakni Pulau Sumba, Pulau Flores dan Pulau Timor serta beberapa pulau-pulau kecil lainnya, sehingga total jumlah keseluruhan pulau sebanyak 566 pulau dengan luas wilayah perairan 191,482 km<sup>2</sup> di luar dari Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE).

Wilayah kepulauan yang luas ini kaya akan sumberdaya hayati laut, dimana salah satunya adalah makroalga. Makroalga juga memiliki potensi besar untuk dikembangkan, karena memiliki peranan penting baik dari segi ekologis maupun ekonomis, sebagai sumber makanan, obat-obatan, maupun berperan secara ekologis bagi keberlangsungan ekosistem laut, sebagai produsen primer bagi organisme laut, penghasil fikokoloid seperti agar, karagenan dan alginate yang digunakan dalam industri makan, kosmetik dan farmasi (Handayani, 2019).

Mengingat bahwa makroalga berperan penting bagi ekosistem perairan, yang manfaatnya dapat memberikan dampak terhadap keseimbangan ekosistem laut dan secara tidak langsung memberikan dampak kepada manusia (Agustina, *dkk.*, 2023). Makroalga memiliki nilai ekonomis tinggi diantaranya adalah alga hijau khususnya *Caulerpa* sp. Alga hijau ini berpotensi untuk dikembangkan karena hampir di beberapa wilayah di Nusa Tenggara Timur memanfaatkan sebagai bahan makanan alami. Karthick, *et al* (2019) menjelaskan bahwa *Caulerpa* berkembang dengan baik karena memiliki rizoid (menyerupai perakaran) yang dapat mendukung untuk tumbuh dan melekat pada substrat berpasir, berbatu, karang mati dan terumbu karang. Identifikasi tingkat spesies dari genus ini sangat sulit karena plastisitas morfologis. *Caulerpa* menunjukkan adanya variasi ramuli/thallus dari tunggal hingga berkoloni (multiseriate) yang membentuk ketidakstabilan morfologi.

Penelitian identifikasi secara genetik (molekuler) *Caulerpa* masih jarang dilakukan mengingat ketersediaan alga hijau ini melimpah di alam (Camacho, *et al.*, 2015 dalam Zaw, *et al.*, 2020). Permasalahan yang sama terjadi di Nusa Tenggara Timur, dimana perairannya ditemukan berbagai jenis alga hijau *Caulerpa* yang hingga saat ini masih belum teridentifikasi dan terdokumentasi dengan baik. Padahal alga hijau *Caulerpa* beberapa jenis memiliki nilai ekonomis, melimpah dan beranekaragam serta daerah penyebarannya luas di perairan Nusa Tenggara Timur. Namun belum terpetakan dan tercatat secara komprehensif dalam suatu dokumen dengan baik. Oleh karena itu penelitian ini sangat penting dilakukan dan hasil penelitian ini akan menjadi referensi dasar bagi kemajuan Pendidikan dibidang perikanan dan kelautan khususnya pengembangan pengetahuan yang berkaitan dengan makroalga. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengidentifikasi genetik terutama struktur DNA alga hijau *Caulerpa* sp, memetakan daerah penyebarannya di perairan Nusa Tenggara Timur.

## TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka tidak lebih dari 1000 kata dengan mengemukakan *state of the art* dalam bidang yang diteliti/teknologi yang dikembangkan. Penyajian dalam bagan dapat dibuat dalam bentuk JPG/PNG yang kemudian disisipkan dalam isian ini. Sumber pustaka/referensi primer yang relevan dan dengan mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah dan/atau paten yang terkini. Disarankan penggunaan sumber pustaka 10 tahun terakhir.

### Biodiversitas Makroalga

Amaranggana dan Wathoni (2017), menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan yang kaya akan sumberdaya hayati dan keanekaragamannya, dan memiliki kekayaan spesies laut tertinggi. Diperkirakan sekitar 45% spesies makroalga dunia ada di Indonesia. Berdasarkan laporan ekspedisi Siboga, terdapat sekitar 782 spesies makroalga di Indonesia dengan jumlah 196 spesies dari kelompok alga hijau, 134 spesies kelompok alga cokelat, dan 452 kelompok alga merah. Sayangnya, meskipun terdapat banyak jenis makroalga yang ditemukan di perairan Indonesia, baru sedikit jenis makroalga yang diketahui memiliki nilai ekonomis penting

Menurut Baino, *dkk* (2019), makroalga merupakan tumbuhan tingkat rendah yang secara morfologis tidak memiliki perbedaan susunan kerangka seperti akar (*holdfast*), batang (*stipe*) dan daun (*blade*), meskipun kelihatan seperti ada perbedaan antara bagian-bagian tersebut, namun sesungguhnya hanya merupakan bentuk thallus belaka. Oleh sebab itu tumbuhan ini dikelompokkan kedalam tumbuhan Thallophyta. Thallophyta adalah golongan tumbuhan dengan kerangka tubuh tidak berdaun, berbatang dan berakar, akan tetapi semuanya terdiri dari thallus (batang) yang bermacam-macam bentuknya, seperti tabung, bulat, pipih, gepeng, kantung, rambut dan sebagainya. Selanjutnya dikatakan bahwa alga laut yang mempunyai nilai ekonomis adalah dari kelompok alga hijau, alga merah dan alga cokelat.

Menurut (Trono 1997; Bold and Wyne, 1985 dalam Kepel, *dkk.*, 2019) menyatakan bahwa makroalga dapat ditemukan hidup dan melekat pada berbagai tipe substrat seperti, substrat berpasir, berlumpur, dan bahkan pada tipe substrat keras seperti karang dan batu. Makroalga hidup dengan cara menancapkan thallusnya pada substrat dan bahkan pula hidup sebagai epifit dengan menancapkan dirinya pada tumbuhan lain. Makroalga hidup pada zona intertidal sampai pada kedalaman dimana cahaya matahari masih dapat tembus. Pada perairan yang jernih beberapa jenis alga laut mampu hidup sampai pada kedalaman 150 m. Makroalga 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.

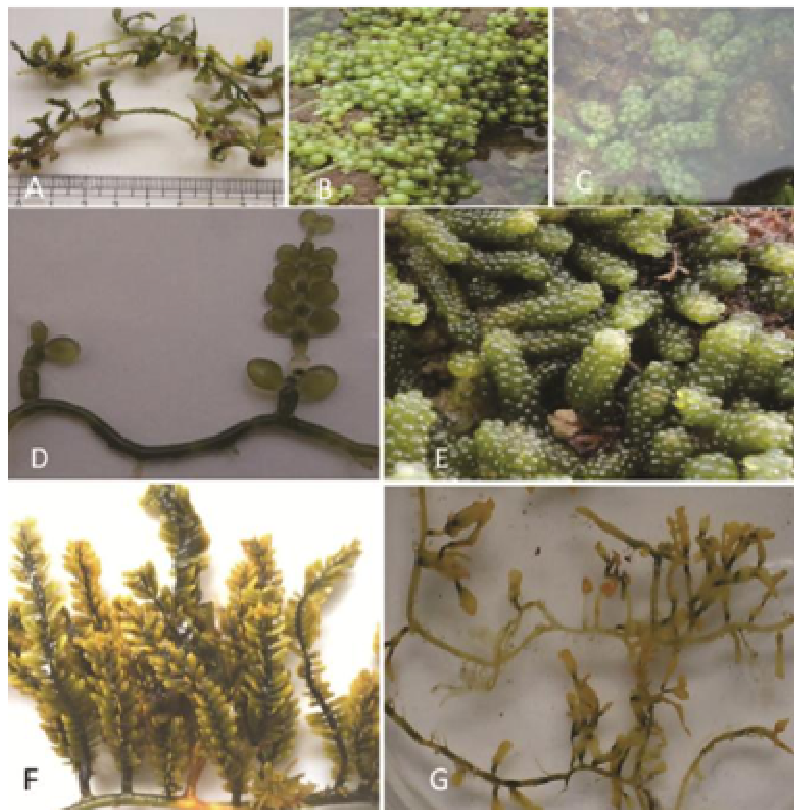
Menurut Djakatara, *dkk* (2018) menyatakan bahwa Indonesia merupakan Negara kepulauan yang kaya akan spesies makroalga memiliki sebanyak 555 jenis. Menurut Saptasari (2010), salah satu alga hijau yang tersebar di perairan tropis dan subtropic adalah *Caulerpa*. Jenis ini dapat tumbuh di perairan dangkal dan aliran air yang tenang. Genus *Caulerpa* memiliki kurang lebih 60 jenis.

Menurut Djakatara, *dkk* (2018) bahwa keanekaragaman makro alga yang tinggi dengan karakteristik morfologinya dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti: pergerakan air, intensitas cahaya matahari, salinitas, suhu, serta derajat keasaman (pH). Selanjutnya dinyatakan bahwa

selain faktor lingkungan, faktor genetik juga dapat mempengaruhi perbedaan kualitas produksi dan karakteristik morfologi makroalga. Untuk membedakan karakteristik morfologi tersebut dapat dianalisis secara genetic atau molekuler. Dalam analisis molekuler, beberapa langkah penting yang harus dilakukan adalah ekstraksi dan isolasi DNA serta amplifikasi DNA genomik.

### **Alga Hijau *Caulerpa* sp.**

Secara umum makroalga termasuk kedalam tumbuhan berklorofil dengan jaringan tubuh yang relative tidak mengalami diferensiasi. *Caulerpa* adalah alga hijau yang memiliki thallus menyerupai daun hijau oleh karena itu dikelompokkan kedalam Chlorophyceae. Hal ini karena di dalam sel *Caulerpa* terdapat plastida yang mengandung pigmen klorofil a dan b seperti warna hijau daun tumbuhan tingkat tinggi (Saptasari, 2010). Berikut ini beberapa jenis *Caulerpa* yang ditemukan di perairan tropis.



Gambar 1. A) *Caulerpa serrulate*; B) *C. racemosa*; C) *C. racemosa* var *macrophysa*; D) *C. fergusonii*; E) *C. microphysa*; F) *C. maxicana* var *pluriseriata*; dan G) *C. racemosa* var *lamourouxii*

Sumber: Karthick, *et al* (2020)

### **Metabolisme Sekunder**

Istifadah (2018) menyatakan bahwa makroalga merupakan kelompok tumbuhan berklorofil yang memproduksi metabolit sekunder. Senyawa metabolit yang dihasilkan menunjukkan aktivitas antimikroba, yaitu antijamur dan antibakteri. Isolasi alga merah menunjukkan adanya senyawa bioaktif yang terkandung (polisakarida, pigmen, alkaloid, terpen) yang memiliki aktivitas

antibakteri dan antijamur. Selanjutnya dinyatakan bahwa senyawa bioaktif makro alga dapat dimanfaatkan aktifitas biologisnya sebagai anti jamur dan anti bakteri atau anti mikroba. Aktifitas biologis makro alga sebagai anti mikroba dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain faktor lingkungan dimana makro alga tersebut tumbuh.

Amaranggana dan Wathoni (2017), menyatakan bahwa menurut FAO, makroalga merupakan produk yang bisa dikembangkan menjadi berbagai macam produk antara lain untuk makanan, bahan kosmetika, farmasetika, bioetanol, pakan ternak, pakan ikan, aquakultur, dan penanganan limbah air. Selanjutnya dinyatakan bahwa makro alga mengandung berbagai metabolit yang bermanfaat bagi manusia. Dibandingkan dengan kelompok alga hijau dan coklat, alga merah merupakan jenis rumput laut yang paling banyak mengandung senyawa metabolit primer dan sekunder. Alga merah dikenal sebagai penghasil phycocolloids seperti karagenan, agarose, agar, dan metabolit sekunder penting lainnya.

### **Mitokondria DNA**

Mitokondria adalah organel yang terletak di dalam sitoplasma sel eukariotik. Struktur organel ini berupa kantung yang diseliputi oleh dua membran yaitu membrane luar dan membran dalam, selain itu memiliki dua kompartemen yaitu matriks mitokondria yang diseliputi oleh membran dalam dan ruang antar membran (Susmiarsih, 2010).

Mitokondria adalah organel sel yang penting dan bertanggung jawab dalam sejumlah besar proses fisiologi dan biokimia (Sprenger and Langer, 2019) terutama metabolisme aerobik sel eukariot (Müller et al. 2012). DNA mitokondria DNA (mtDNA) digunakan untuk melihat keragaman jenis dan hubungan kekerabatan secara molekuler (Elvyra and Solihin, 2007), karena memiliki beberapa kelebihan antara lain:

1. DNA mitokondria memiliki urutan yang kompak dan relatif kecil (16.000-20.000 pasang basa), tidak sekompleks DNA inti.
2. Mitokondria berevolusi lebih cepat dibandingkan dengan DNA inti.
3. Hanya sel telur yang menyumbang material mitokondria sehingga hanya diturunkan dari induk betina.
4. Bagian-bagian dari genom DNA mitokondria berevolusi dengan laju yang berbeda

### **METODE**

Metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 600 kata. Bagian ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Bagan penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan. Usulan penelitian dasar yang diusulkan dapat mencakup prinsip dasar dari teknologi, formulasi konsep dan/atau aplikasi teknologi, hingga pembuktian konsep (*proof-of-concept*) fungsi dan/atau karakteristik penting secara analitis dan eksperimental. Penelitian dapat berorientasi kepada penjelasan atau penemuan (invensi) guna mengantisipasi suatu gejala/fenomena, kaidah, model, atau postulat baru yang mendukung suatu proses teknologi, kesehatan, pertanian, dan lain-lain dalam rangka mendukung penelitian terapan. Sebutkan juga kualitas luaran berupa jurnal atau prosiding yang menjadi target luaran. Bagian ini harus juga menjelaskan tugas masing-masing anggota pengusul sesuai tahapan penelitian yang diusulkan.

## Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan selama 3 (tiga) bulan yaitu Agustus-Oktober 2023 dengan lokasi penelitian di beberapa daerah potensial alga hijau *Caulerpa* di Propinsi Nusa Tenggara Timur:

Analisa Laboratorium: Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang dan Laboratorium Eksakta dan Laboratorium Biologi Universitas Kristen Artha Wacana Kupang.

Tahapan Penelitian :

Tahapan Penelitian dibagi dalam beberapa tahapan antara lain: Tahap pertama yaitu: Studi morfoetrik alga hijau *Caulerpa* sp. Tahapan ini alga hijau *Caulerpa* sp yang dikoleksi dari beberapa perairan NTT akan diidentifikasi secara detail berdasarkan Devisinya dengan buku kunci identifikasi (Trono, 1997 dan Calumpang Menez, 1997), serta identifikasi dari website AlgaeBase. Analisa morfometrik menggunakan software ImageJ.

Tahun Kedua : Fokus Penelitian Struktur Genetik Makro dengan Metode Ekstraksi menggunakan prosedur ekstraksi CTAB yang dimodifikasi (Zukarello 2006 dalam Kase 2017). Dengan menggunakan sample segar/basah atau kering yang dikoleksi dalam silica gel. Tahap Awal adalah ekstraksi DNA, dilanjutkan dengan Elektroforesis untuk pengecekan keberadaan DNA, dilanjutkan dengan Amplifikasi PCR dengan menggunakan Forward dan Reverse Primer Rbcl, kemudian dilakukan pengecekan lagi pada gel elektroforesis untuk mengetahui (Positif/Negatif) DNA dengan membaca band atau pita yang dihasilkan dengan UV light. Hasil Positif dilanjutkan Sequencing. Hasil sequence kemudian dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan NCBI Genbank, Sequence kemudian dibersihkan/rekonstruksi menggunakan Software Genious 5-7-1 dan kemudian di exported ke Software MEGA X. Untuk pengecekan haplotype seleksi menggunakan parameter model Kimura-2 Parameter, Fabox (online software) and DnaSPv5. Akhir kegiatan tahap kedua ini akan menghasilkan Keragaman Genetik alga hijau *Caulerpa* sp di Perairan Nusa Tenggara Timur, diperoleh data tambahan untuk Buku Kunci Identifikasi Makro Alga dan, Publikasi Internasional terindeks Scoopus.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi *Caulerpa* sp

Hasil pengamatan dan identifikasi makroalga *Caulerpa* di beberapa perairan Nusa Tenggara Timur terdiri dari *Caulerpa racemose*, *C. lentilifera*, *C. serulatta*, *C. sertularoides*, *C. brachipus* dan *C. nummularia*. Secara morfologi jenis-jenis ini ada yang hampir mirip, sehingga diperlukan uji benetik untuk mengetahui kebenaran atau keakuratan jenisnya. Jenis-jenis *Caulerpa* ini ditemukan pada berbagai substrat hidup yaitu substart batu, berasosiasi dengan lamun, substrat pasir berlumpur dan rataaan terumbu karang mati. Identifikasi berdasarkan morfologi masih sangat sulit dilakukan, karena makroalga memiliki fenotip yang sangat bervariasi. Oleh karena itu, membuktikan keakuratan jenis dilakukan uji genetik.



*Caulerpa racemosa*

*Caulerpa lentilifera*

*Caulerpa brachipus*

Gambar 2. Spesies *Caulerpa* di perairan Baliana Desa Bolok Kabupaten Kupang

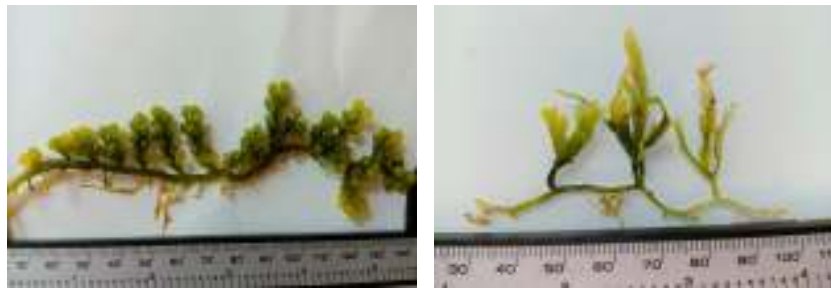


*Caulerpa lentilifera*

*Caulerpa sertuloides*

*Caulerpa racemosa*

Gambar 3. Spesies *Caulerpa* di perairan Desa Tablolong Kabupaten Kupang



*Caulerpa racemosa*

*Caulerpa brachipus*

Gambar 4. Spesies *Caulerpa* di perairan Sulamu Kabupaten Kupang



*Caulerpa brachipus*

*Caulerpa sertuloides*

*Caulerpa serulatta*



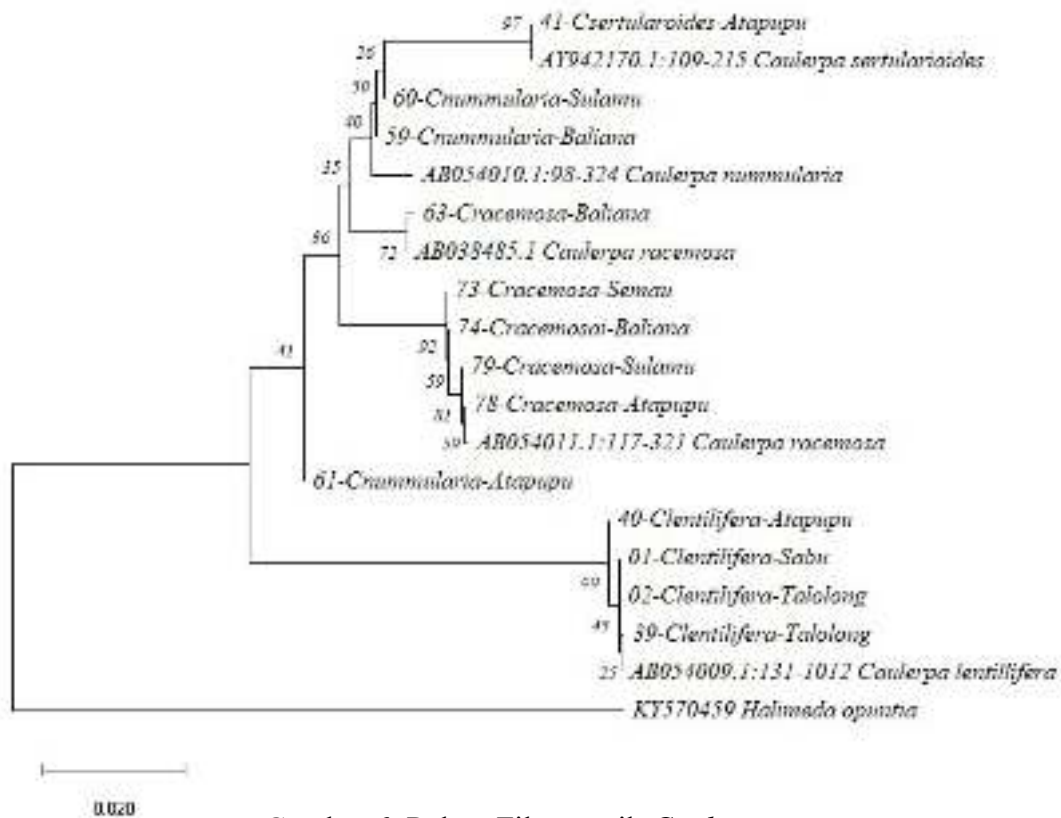
*Caulerpa racemosa*

*Caulerpa lentilifera*

Gambar 5. Spesies *Caulerpa* di Perairan Atapupu Kabupaten Belu

## Filogenetik *Caulerpa*

Berdasarkan hasil uji genetik menggunakan MEGA X maka *Caulerpa* sp dari perairan Nusa Tenggara Timur teridentifikasi menjadi *Caulerpa sertularoides* dari perairan Atapupu Kabupaten Belu; *Caulerpa nummularia* dari Perairan Sulamu Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang, Pantai Baliana Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang dan Atapupu Kabupaten Belu; *Caulerpa racemosa* dari perairan Pantai Baliana Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang, Perairan Semau Kabupaten Kupang, Perairan Sulamu Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang, Atapupu Kabupaten Belu; *Caulerpa lentilifera* dari Perairan Atapupu Kabupaten Belu, Sabu Kabupaten Sabu Raijua, Tablolong Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. Semus spesies *Caulerpa* terkonstruksi dengan baik pada pohon filogenetik. Pohon filogenetik ini dibuat untuk menggabungkan hasil sekuen semua sampel *Caulerpa* dengan yang terdaftar di database GenBank. Rekontruksi filogenetik dibuat untuk menggambarkan hubungan genetik antar spesies (Gambar 6).



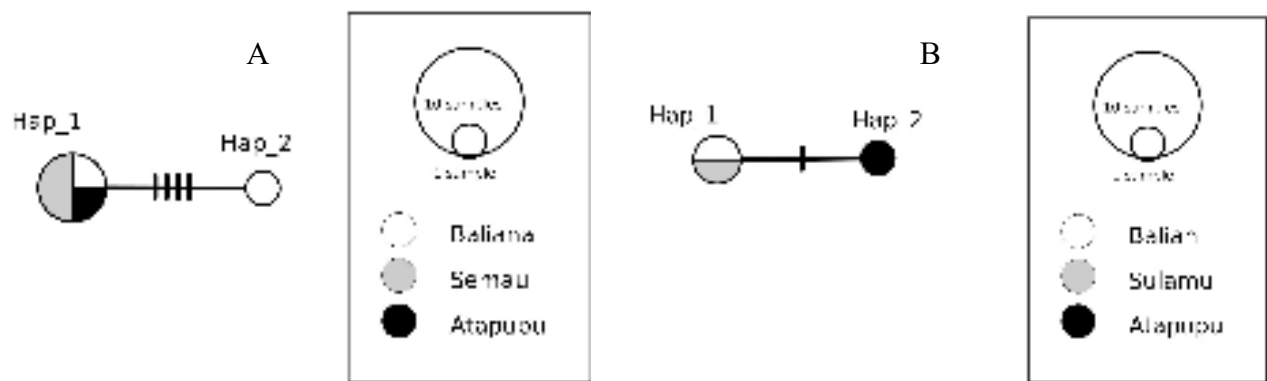
Gambar 6. Pohon Filogenetik *Caulerpa* sp

Hasil rekontruksi filogenetik sampel *Caulerpa* yang ditemukan di beberapa lokasi menggunakan metode *neighbor joining* memperlihatkan 92% spesies *Caulerpa sertularoides* ditemukan di Perairan Atapupu Kabupaten Belu memiliki hubungan genetik dengan *Caulerpa sertularoides* dari database GenBank. *Caulerpa nummularia* asal Sulamu memiliki hubungan genetik dengan *Caulerpa nummularia* asal Pantai Baliana, sedangkan *Caulerpa nummularia* asal Perairan Atapupu memiliki garis keturunan sendiri. Sementara *Caulerpa racemose* membentuk 2 clade, dimana *Caulerpa racemose* berada pada 2 keturunan yang berbeda namun secara genetik masih identik. *Caulerpa racemosa* asal Semau, Baliana, Sulamu dan Atapupu memiliki

kedekatan genetik. Sedangkan *Caulerpa lentilifera* asal Atapupu, Sabu, Tablolong berada dalam garis keturunan yang sama, secara genetik memiliki kedekatan hubungan dari nenek moyang yang sama. Hal ini berarti bahwa *Caulerpa* yang sama jenis namun secara genetik ada memiliki hubungan dekat dan agak jauh. Ada kemungkinan yang memiliki kemiripan genetik karena pengaruh adanya kesamaan habitat atau terjadi sharing/transfer gen. (Mayr, 1970 in Twindiko et al. 2013) bahwa suatu populasi yang memiliki tingkat kedekatan hubungan kekerabatan yang tinggi mempunyai persamaan morfologi, genetik dan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan.

### Keragaman Genetik

Keragaman haplotype sampel makroalga genus *Caulerpa* di beberapa perairan Nusa Tenggara Timur menunjukkan adanya keragaman genetik. *Caulerpa racemose* yang ditemukan di Perairan Baliana, Semau dan Baliana memiliki jumlah haplotype masing-masing 1 hap, sedangkan di perairan Baliana sebanyak 2 haplotype (Gambar 7). Selanjutnya jumlah haplotype *Caulerpa nummularia* memiliki keragaman genetik dengan jumlah haplotype masing-masing di perairan Sulamu dan Baliana, sedangkan di Atapupu sebanyak 2 haplotype. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya distribusi haplotype pada masing-masing lokasi ada yang sama, tetapi ada yang tidak sama. Variasi haplotype pada *Caulerpa racemose* dan *Caulerpa nummularia* sangat kecil, sehingga diduga tingkat keragaman genetik *Caulerpa racemose* dan *C. nummularia* sangat rendah.



Gambar 7. Network haplotype: A. *Caulerpa racemose*, B. *Caulerpa nummularia*

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa terdapat sebanyak 6 spesies makroalga *Caulerpa* yang ditemukan di perairan Nusa Tenggara Timur teridentifikasi berdasarkan karakter morfologi. Jenis-jenis tersebut diuji lanjut untuk mendapat kebenaran dan keakuratan diperoleh 4 jenis. Pengujian genetik untuk makroalga sangat sulit dilakukan, sehingga hanya beberapa sampel saja yang berhasil. Selanjutnya keragaman genetik sangat rendah terlihat dari jumlah haplotype.

## DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Handayani, T. (2019). Peranan Ekologi Makroalga bagi Ekosistem Laut. *Oseana*, 44(1): 1-14.
2. Agustina, S., Muliadi dan Helena, S. (2023). Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Bagian Selatan Pulau Kabung Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 6(1): 50-57.
3. Karthick, P., Murthy, K.N., Ramesh, C., Narayana, S and Mohanraju, R. (2020). Molecular Authentication of Green Algae *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) Based on ITS and *tufa* Genes from Andaman Islands, India. *Indian Journal of Experimetal Biology*, 58:109-114.
4. Zaw, N.D.K., Wiradagna, P.A., Naw, S.W., Nege, A.S., Alamsjah, M.A., Akbar, R.E.K and Rosi, F. (2020). First Report on Molecular Identification of *Caulerpa* Green Algae from Mandangin Island Indonesia Using Partial 18 SrRNA Genes. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(3).
5. Amaranggana, L., dan Wathoni, N. (2017). Manfaat Alga Merah (*Rhodopyta*) sebagai Sumber Obat dari Bahan Alam. *Majalah Farmasetika*, 2(1).
6. Baino, I., Kepel, R.C., Manu, G.D dan Mandagi, S.V. (2019). Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Desa Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(1).
7. Kepel, R.C., dan Mantiri, D.M.H. (2019). Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Korakora, Kecamatan Lembean, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*, 7(2).
8. Djakatar, P.D., Gerung, G.S dan Ginting, E.L. (2018). Amplikasi DNA Alga Merah (*Rhodophyta*) *Eucheuma* sp. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1).
9. Saptasari, M. (2010). Variasi Ciri Morfologi dan Potensi Makroalga Jenis *Caulerpa* di Pantai Kondang Merak Kabupaten Malang. *El-Hayah*, 1(2).
10. Susmiarsih, T.P. (2010). Peran Genetik DNA Mitokondria (MtDNA) pada Motilitas Spermatozoa. *Majalah Kesehatan PharmaMedika*, no. 2: 178-84.
11. Elvyra, R, and D.D Solihin. 2007. "Kajian Penanda Genetik Gen Sitokrom b DNA Mitokondria Ikan Lais Dari Sungai Kampar Riau." *Jurnal Natur Indonesia* 10 (1): 6-12.
12. Kase, A.G.O.K. (2017). Morphology and Genetic Analysis of Some Varieties of Green Algae *Caulerpa racemose* from Central Visayas, Philippines. *Iamure International Journal Ecologu and Conservation*, 21 (1).
13. Bachtiar, Y. 2010. Buku Pintar Budi Daya & Bisnis Gurami. *AgroMedia Pustaka*. Jakarta
14. Hidayat, Fahri (2011). Buku Budidaya Lele Sangkuriang, *Ditjen Perikanan Budidaya; Jakarta*

15. Ahmad T., Sofiarsih L., & Rusmana. 2007. The Growth of Patin *Pangasius hypophthalmus* in a Close System Tank. *Aquaculture*. 2(1): 67-73.
16. Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. *Kanisius*. Yogyakarta.
17. Twindiko, A.F.S, D.P. Wijayanti, and Ambariyanto. 2013. “Studi Filogenetik Ikan Karang Genus *Pseudochromis* Dan *Pictichromis* di Perairan Indo-Pasifik.” *Buletin Oseanografi Marini* 2: 28–36.