

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki wilayah pesisir yang sangat luas dengan tingkat keanekaragaman hayati laut yang tinggi, termasuk ekosistem bentik seperti terumbu karang, padang lamun, dan makroalga yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir [1]. Wilayah ini berfungsi sebagai sumber daya vital bagi kegiatan perikanan, pariwisata, serta keberlangsungan ekonomi masyarakat pesisir.

Namun demikian, peningkatan aktivitas manusia di wilayah pesisir, seperti pembangunan pesisir, kegiatan perikanan, dan lalu lintas laut, menyebabkan meningkatnya tekanan antropogenik terhadap lingkungan laut yang berdampak langsung pada penurunan kualitas dan kesehatan habitat bentik [2]. Penurunan kualitas habitat bentik akibat berbagai aktivitas manusia tidak hanya berdampak pada kondisi ekosistem laut, tetapi juga memengaruhi keberlanjutan sumber daya perikanan. Habitat bentik memiliki peran penting dalam mendukung siklus hidup berbagai biota laut sebagai tempat pemijahan, pembesaran, dan mencari makan [3]. Selain berdampak pada sumber daya perikanan, hilangnya habitat bentik seperti terumbu karang dan padang lamun juga dapat mengurangi berbagai jasa ekosistem yang penting bagi wilayah pesisir. Terumbu karang berfungsi sebagai pelindung alami pantai dengan meredam energi gelombang, sedangkan padang lamun berperan dalam menstabilkan sedimen dan menyerap karbon dalam jumlah besar, kerusakan kedua ekosistem tersebut dapat meningkatkan risiko abrasi dan erosi pantai, mengurangi kapasitas penyimpanan karbon, serta meningkatkan kerentanan masyarakat pesisir terhadap dampak perubahan iklim dan cuaca ekstrem [4]. Oleh karena itu, kerusakan atau hilangnya habitat bentik dapat mengurangi keanekaragaman dan kelimpahan organisme laut, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan hasil perikanan dan kesejahteraan masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya tersebut.

Kondisi tersebut mendorong perlunya pemantauan habitat bentik secara sistematis guna menyediakan informasi spasial mengenai distribusi dan kondisi dasar perairan. Informasi ini menjadi dasar ilmiah dalam pengambilan keputusan

untuk mendukung konservasi dan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan [5]. Dengan demikian, pengembangan serta evaluasi metode klasifikasi habitat bentik yang efektif dan objektif menjadi kebutuhan mendasar dalam menunjang proses pemantauan habitat bentik.

Secara biologis, habitat bentik merupakan salah satu komponen fundamental dalam struktur perairan laut yang memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekologis lingkungan pesisir serta menstabilkan sedimen dasar melalui sistem perakaran dan struktur morfologinya [6]. Organisme bentik bertindak sebagai produsen primer sekaligus penyedia habitat bagi berbagai biota laut pada berbagai tingkat trofik, sehingga menjadi fondasi bagi produktivitas perikanan dan keberlanjutan keanekaragaman hayati global [7]. Keberadaan habitat bentik seperti terumbu karang dan lamun juga berkaitan erat dengan keberadaan berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya karena habitat tersebut berfungsi sebagai tempat mencari makan, berlindung, dan berkembang biak. Oleh karena itu, informasi mengenai distribusi habitat bentik tidak hanya penting untuk kepentingan konservasi, tetapi juga memiliki nilai praktis bagi masyarakat pesisir dan nelayan dalam memahami potensi wilayah tangkap di perairan dangkal [8]. Mengingat posisinya yang menetap atau memiliki mobilitas terbatas, habitat bentik sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air, sehingga integritas dan biodiversitas habitat bentik sering digunakan sebagai bioindikator utama untuk menilai kesehatan lingkungan laut [9].

Upaya pemetaan habitat pesisir saat ini masih menghadapi berbagai keterbatasan metodologis akibat penggunaan pendekatan konvensional yang bersifat manual dan sangat bergantung pada interpretasi manusia, di mana survei visual langsung oleh penyelam memerlukan waktu dan biaya yang besar serta rentan terhadap subjektivitas pengamat [10]. Di sisi lain, pemanfaatan citra penginderaan jauh berbasis satelit sering mengalami kendala akibat keterbatasan resolusi spasial serta gangguan kolom air yang dapat menurunkan kualitas citra dan menyamarkan objek habitat pada perairan dangkal [11].

Sebagai respons terhadap keterbatasan metode konvensional, pemanfaatan citra bawah air menawarkan keunggulan yang signifikan dalam meningkatkan objektivitas dan efisiensi perolehan data. Penggunaan kamera bawah air

memungkinkan akuisisi data visual yang mampu meminimalkan bias pengamat serta merepresentasikan kondisi habitat bentik secara lebih detail, sehingga karakteristik morfologi, tekstur, dan komposisi bentik dapat diamati dengan lebih baik [12]. Selain itu, pendekatan berbasis citra bawah air mendukung penerapan analisis otomatis menggunakan teknik kecerdasan buatan, yang terbukti mampu mengelola dan menganalisis sejumlah besar data citra dengan tingkat akurasi yang tinggi serta konsistensi yang lebih baik dibandingkan dengan interpretasi manual yang memerlukan waktu dan tenaga besar [13].

Meskipun berbagai penelitian mengenai klasifikasi habitat bentik telah dilakukan, sebagian besar studi masih berfokus pada pemetaan skala luas menggunakan citra penginderaan jauh berbasis satelit atau memanfaatkan metode pembelajaran mesin konvensional [14]. Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan detail morfologi habitat bentik pada skala lokal karena pengaruh kolom air, keterbatasan resolusi spasial, serta kompleksitas visual lingkungan perairan dangkal [15]. Di sisi lain, volume data citra bawah air yang terkumpul setiap tahunnya terus meningkat pesat, namun menurut *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, kurang dari 2% citra bawah air yang diperoleh setiap tahunnya dianalisis secara memadai oleh para ahli kelautan [16]. Peningkatan jumlah citra bawah air yang diperoleh dari kegiatan monitoring laut setiap tahunnya belum diimbangi dengan kemampuan analisis manual oleh ahli kelautan. Kondisi ini menyebabkan banyak data habitat bentik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis *deep learning* yang mampu membantu proses identifikasi habitat bentik secara otomatis, efisien, konsisten, dan objektif.

Sebagai solusi, perkembangan pendekatan *Deep Learning* (DL) melalui *Convolutional Neural Network* (CNN) menjadi sangat relevan karena kemampuannya melakukan pembelajaran fitur secara otomatis dan *end-to-end* tanpa bergantung pada ekstraksi fitur manual yang subjektif [17]. Kemampuan CNN dalam mengekstraksi hierarki fitur spasial secara langsung dari data citra mentah menjadikannya lebih robust dan konsisten dalam menghadapi gangguan visual seperti variasi pencahayaan dan noise pada citra perairan yang heterogen [18]. Salah satu arsitektur CNN yang banyak digunakan dalam klasifikasi citra

adalah *MobileNetV2* karena memiliki efisiensi komputasi yang tinggi dengan jumlah parameter yang lebih ringan dibandingkan arsitektur CNN konvensional.

Penelitian klasifikasi habitat bentik berbasis citra bawah air di wilayah pesisir Indonesia, khususnya pada perairan Desa Berakit Kabupaten Bintan, masih relatif terbatas. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan karena wilayah tersebut memiliki keberagaman habitat bentik yang tumbuh berdampingan secara heterogen sehingga menjadikan tantangan visual dalam proses klasifikasi citra. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi habitat bentik yang berada pada kondisi *mixed beds* menggunakan citra bawah air. Dengan memanfaatkan arsitektur *MobileNetV2*, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan model dalam mengklasifikasi habitat bentik berbasis citra bawah air sebagai upaya mendukung pengembangan metode pemantauan habitat pesisir yang lebih efektif, otomatis, dan efisien.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kemampuan model *MobileNetV2* dalam mengklasifikasi habitat bentik pada citra bawah air di perairan dangkal.

C. Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian, diterapkan beberapa batasan masalah berikut:

1. Objek klasifikasi dibatasi pada empat kategori utama yaitu Karang (*Coral*), Lamun (*Seagrass*), Alga (*Algae*), Pasir & Rubble (*Sand*) dan objek laut lainnya.
2. Data citra diperoleh melalui pengambilan data lapangan pada Desa Berakit, Kabupaten Bintan menggunakan kamera *Smartphone*.
3. Arsitektur yang digunakan terbatas pada *MobileNetV2* yang dilatih untuk mempelajari *Feature* dari dataset.
4. Penelitian hanya dilakukan pada perairan dangkal Desa Berakit, generalisasi ke wilayah perairan lain tidak dapat dijamin mengingat adanya perbedaan komposisi dan keanekaragaman *diversity* komunitas bentik antar lokasi,

5. Evaluasi performa diukur berdasarkan metrik *Accuracy*, *Precision*, *Recall* dan *F1-Score*.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan model *MobileNetV2* dalam mengklasifikasi habitat bentik pada perairan dangkal menggunakan citra bawah air.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis:

1. Memberikan kontribusi empiris dan konseptual pada literatur *deep learning* pada klasifikasi bentik dengan menggunakan citra bawah air.
2. Mengkaji kemampuan arsitektur *MobileNetV2* dalam memproses citra bawah air.
3. Mengembangkan landasan referensi untuk penelitian terkait klasifikasi bentik yang dapat diadaptasi pada pesisir lainnya.

Manfaat Praktis:

1. Bagi peneliti: Sebagai referensi dalam memilih model CNN yang tepat untuk memproses klasifikasi bentik dan citra bawah air dan landasan untuk penelitian selanjutnya.
2. Bagi Pemerintah Daerah/Instansi terkait: Hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk penelitian habitat bentik bagi instansi terkait.
3. Bagi Masyarakat: Menambah ilmu pengolahan sumber daya laut desa.