

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Boga bahari (*seafood*) adalah produk makanan yang bersumber dari biota laut. Kandungan dalam boga bahari memiliki banyak manfaat bagi tubuh manusia untuk dikonsumsi. Boga bahari memiliki kandungan terbanyak dari *w-3 polyunsaturated fatty acids* (Omega 3), terutama *eicosapentaenoic* (EPA) dan *docosahexaenoic* (DHA), yang dapat mencegah dan menyembuhkan penyakit [1]. Salah satu manfaatnya adalah pencegahan kelahiran bayi prematur jika dikonsumsi dalam kadar yang cukup. Kandungan baik lainnya dalam boga bahari adalah kandungan protein yang tinggi, lemak jahat yang rendah, kaya akan mineral, dan rendah kolesterol. Oleh karena itu, boga bahari menjadi salah satu pilihan makanan yang sangat diminati, baik secara nasional maupun internasional.

Namun, produk boga bahari memiliki sifat mudah rusak karena kadar air yang tinggi, pH netral, dan kandungan asam lemak tidak jenuh, yang membuatnya rentan terhadap oksidasi dan kontaminasi mikroba. Penurunan kesegaran dapat terjadi hanya dalam waktu 8-20 jam suhu ruang 25°C-30°C [4]. Kerusakan ini tidak hanya menurunkan kualitas nutrisi tetapi juga meningkatkan risiko gangguan kesehatan jika dikonsumsi.

Di Indonesia, boga bahari termasuk makanan yang sangat diminati oleh masyarakat. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KPP) Republik Indonesia, angka konsumsi ikan mencapai 56,48 kg per kapita [2]. Per Oktober 2023 konsumsi ikan nasional mengalami peningkatan yaitu sebesar 58,48 kg per kapita [3]. Akan tetapi, produk boga bahari mudah rusak karena kadar airnya yang tinggi, derajat keasaman (pH) produk boga bahari seperti ikan juga mendekati netral dan mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga mudah terjadi proses oksidasi yang menyebabkan ketengikan. Penurunan kesegaran produk boga bahari setelah ditangkap akan terjadi direntang waktu 8-20 jam di suhu ruang sekitar 25-30°C [4]. Konsumsi terhadap produk boga bahari yang sudah tidak segar tidak hanya mengurangi kandungan baik yang terkandung, tetapi juga akan menyebabkan penyakit bagi tubuh manusia.

Metode tradisional untuk menilai kesegaran produk boga bahari umumnya dilakukan melalui inspeksi visual, penciuman, dan pengecapan. Pendekatan ini sangat bergantung pengalaman dan persepsi individu, sehingga cenderung subjektif dan rentan terhadap

kesalahan. Selain itu, metode ini kurang efisien untuk penerapan skala besar dalam industri perikanan, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih andal dan cepat.

Pendeteksian kualitas produk boga bahari untuk menentukan kelayakan konsumsi di masyarakat masih menggunakan cara manual, yaitu menggunakan indra manusia. Hal ini memiliki risiko kesalahan penentuan kualitas (*human error*) dan penentuan masih ternilai subjektif. Pendeteksian menggunakan sensor gas menjadi salah satu solusi yang efisien dan memiliki akurasi tinggi untuk mengatasi masalah tersebut. Akan tetapi, pendeteksian dengan alat berupa sensor gas harus memiliki akurasi yang tinggi dan efisien dalam kriteria dan parameter yang sudah ditetapkan. Saat ini, belum ditemukan metode yang tepat, cepat, efisien, dan memiliki harga yang relatif murah terimplementasi baik di industri maupun secara publik. Oleh karena itu, diperlukan alat yang bisa memenuhi kriteria tersebut untuk mendeteksi produk boga bahari agar penjualan produk boga bahari bisa memiliki kualitas yang baik untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Penelitian ini menunjukkan bahwa gas-gas yang dilepaskan selama proses pembusukan, seperti amonia, metana, alkohol, dan karbon dioksida, dapat digunakan sebagai indikator utama untuk menilai kesegaran. Teknologi sensor gas telah menunjukkan potensi besar dalam mendeteksi gas-gas ini secara efisien. Kombinasi sensor gas dengan algoritma machine learning mampu memberikan hasil deteksi yang akurat dan real-time.

1.2 Analisa Masalah

Untuk mendasari dan memahami permasalahan, terdapat beberapa aspek yang dianalisis terkait dengan permasalahan, yaitu aspek kesehatan, aspek ekonomi, dan aspek teknologi.

1.2.1 Aspek Kesehatan

Dalam dunia kesehatan, kualitas dan kesehatan makanan yang dikonsumsi sangat penting untuk diperhatikan. Makanan yang akan dikonsumsi oleh publik harus dalam kondisi dan kualitas yang bagus agar tidak menyebabkan penyakit. *Food and Agriculture Organization* (FAO) adalah organisasi internasional yang mengatur regulasi, kualitas, dan hal lainnya yang terkait dengan makanan, salah satunya adalah produk boga bahari. FAO memberikan banyak regulasi terkait pengawasan dan parameter kualitas produk boga bahari yang layak untuk diperjualbelikan baik secara nasional maupun internasional. Produsen harus mematuhi regulasi dan kode yang telah ditetapkan agar masyarakat yang mengonsumsi produk boga bahari mendapatkan kualitas yang dibutuhkan dan tidak menyebabkan penyakit yang tidak diinginkan.

1.2.2 Aspek Ekonomi

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, secara nasional, Oktober 2023 angka konsumsi ikan sudah mencapai 58,48 kilogram per kapita [3]. FAO tahun 2021, secara internasional menunjukkan angka yang relatif tinggi dalam konsumsi boga bahari per tahunnya dalam *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita terutama negara-negara maju seperti Jepang, China, Amerika Serikat, dan lainnya [5]. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan boga bahari yang tinggi bukan hanya di Indonesia tetapi juga secara internasional, kualitas dari produksi boga bahari harus menemui kriteria dan parameter yang sudah ditentukan agar bisa dikonsumsi oleh masyarakat internasional agar tidak merusak kesehatan dan merusak perekonomian dunia.

1.2.3 Aspek Teknologi

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait, pendeteksian kualitas boga bahari menggunakan *Electric Nose (E-Nose)*. *E-Nose* adalah sekumpulan sensor gas yang bertujuan untuk meniru cara kerja hidung manusia dengan mendeteksi kandungan zat kimia yang terkandung dalam udara. Spesifikasi sensor-sensor gas yang dipakai bergantung kebutuhan gas yang ingin dideteksi, salah satu penelitian yang mendeteksi kesegaran kepiting menggunakan alat PEN3 sebagai sensor gas [6]. Masalah yang terdapat dalam penggunaan PEN3 adalah harga yang mahal yaitu sekitar Rp.433.178,70, PEN3 juga tidak memiliki mobilitas yang tinggi untuk digunakan secara umum. Penelitian lainnya menggunakan kombinasi dari seri sensor gas TGS dan MQ sebagai sensor gas untuk mengatasi harga yang mahal dan penggunaan yang lebih cocok untuk fitur *real time*, tetapi, efisiensi dari daya kurang baik karena penggunaan sensor gas yang banyak dan mobilitas dari penggunaan alat yang kurang efektif. Penelitian-penelitian terkait juga memakai algoritma *machine learning* untuk menentukan kesegaran dari makanan yang dideteksi untuk mencapai akurasi tertinggi, hal yang masih belum diperhatikan dari mayoritas penelitian adalah faktor *sensor drift*, yaitu gangguan dalam pendeteksian gas yang disebabkan oleh faktor luar seperti perubahan kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban), variasi udara sekitar, penuaan sensor, dan proses fisik/kimia lainnya [7]. Kekurangan ini akan menyebabkan efisiensi yang kurang dan akurasi yang menurun.

1.3 Analisa Solusi yang Ada

Berdasarkan permasalahan yang sudah dipaparkan dan beberapa referensi studi literatur [8], [9], [10], solusi yang sudah tersedia adalah penggunaan *E-Nose* berupa PEN3, seri TGS dan MQ. Perhitungan dan penentuan klasifikasi dari kualitas boga bahari yang dideteksi menggunakan algoritma *Machine Learning*, dan set parameter menggunakan analisis manual.

Solusi yang ditawarkan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, dari harga yang relatif murah, mobilitas yang kurang efektif, dan akurasi yang lebih tinggi, tetapi, hal tersebut bergantung kepada konsep alat yang dirancang. Tabel 1.1 yang menunjukkan perbandingan dari solusi-solusi yang sudah ada :

Tabel 1.1 Perbandingan aspek solusi yang sudah ada

Solusi	Aspek		
	Kelebihan	Kekurangan	Keterbatasan
Penggunaan MQ3, MQ4, MQ5, MQ8, MQ9, MQ 135 dalam sebuah kontainer plastik	<ul style="list-style-type: none"> • Harga keseluruhan alat tidak melebihi Rp300.000 (Relatif murah) • Rancangan alat tidak kompleks 	<ul style="list-style-type: none"> • Parameter yang digunakan ditentukan manual (Tidak menggunakan <i>machine learning</i>) • Objek deteksi sedikit. • Sensor yang digunakan terlalu banyak • Belum menggunakan <i>noise filtering</i> untuk mengatasi sensor <i>drift</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Parameter manual dapat dipengaruhi oleh pendapat subjektif. • Mobilitas kurang efektif
MQ5, MQ8, MQ136, MQ137 menggunakan algoritma <i>machine learning</i> dan <i>Hyperparameter optimization</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Harga dan daya dari sensor yang digunakan efektif • Algoritma <i>machine learning</i> yang digunakan banyak, bagus sebagai perbandingan • Akurasi tertinggi (k-NN) mencapai 99,5% • Dengan <i>hyperparameter optimization</i> akurasi meningkat • Rancangan alat bagus dan lengkap 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum menggunakan <i>noise filtering</i> untuk mengatasi sensor <i>drift</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilitas kurang efektif • Objek deteksi hanya 4 dan mayoritas masuk ke kelas <i>cephalopoda</i> (<i>Bream</i>, gurita, sotong, dan Cumi-cumi)
Deteksi <i>Pacific White Shrimp</i> menggunakan sensor gas seri TGS	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor seri TGS lebih akurat dari MQ • Sensor seri TGS memiliki dimensi yang lebih kecil • Menggunakan Algoritma <i>machine learning</i> • - Akurasi mencapai 96,2% Akurasi mencapai 96,2% 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor TGS lebih mahal dari sensor MQ 	<ul style="list-style-type: none"> • Objek yang dideteksi hanya satu • Mobilitas kurang efektif • Banyak diperlukan kalibrasi ulang

Berdasarkan perbandingan dari solusi-solusi yang sudah ada di Tabel 1.1, setiap konsep alat memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Keterbatasan utama dari solusi-solusi tersebut adalah mobilitas yang masih kurang efektif untuk digunakan. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang memaksimalkan akurasi pendeteksian yang menggunakan sensor dengan harga dan daya yang lebih efektif, dan mobilitas yang tinggi.

1.4 Dasar Penentuan Spesifikasi

Spesifikasi harus ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti aturan pemerintah, standar industri, penelitian terkait dan produk yang sudah ada. Tujuan dari penentuan spesifikasi adalah untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan dapat memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan.

1.4.1 Aturan Pemerintah

Dengan adanya regulasi atau standar yang mengatur kualitas dan keamanan boga bahari, seperti yang tercantum dalam FAO Codex Alimentarius CXC 1-1969, bahwa masyarakat memiliki hak untuk mengonsumsi makanan yang aman dan cocok untuk dimakan [8]. Dalam *codex* ini juga tercantum *Good Hygiene Practices* (GHP) dan *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP), GHP menjelaskan dasar-dasar dari semua kehygienisan makanan untuk membantu produksi makanan yang aman, dan HACCP membahas Prinsip HACCP yang dapat diterapkan di seluruh rantai makanan mulai dari produksi primer hingga konsumsi akhir, serta pelaksanaannya harus dipandu oleh bukti ilmiah mengenai risiko terhadap kesehatan manusia. Penelitian ini, fokus akan lebih diarahkan pada pendeteksian sensor (penciuman) untuk mengetahui kelayakan dan kualitas dari produk boga bahari. Peraturan internasional FAO yang mengatur tentang panduan untuk pendeteksian sensor boga bahari tercantum dalam CAC-GL 31-1999 [11] akan dijadikan standar dari parameter yang ditentukan dan regulasi terkait pengambilan sampel.

Secara nasional, tercantum dalam Peraturan Pemerintah nomor 57 tahun 2015 pasal 1 ayat 2 yang berisi “Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan adalah upaya pencegahan dan pengendalian yang harus diperhatikan dan dilakukan sejak pra-produksi sampai dengan pendistribusian untuk menghasilkan hasil perikanan yang bermutu dan aman bagi kesehatan manusia” [5]. Penelitian harus mempertimbangkan aturan-aturan tersebut untuk menentukan parameter yang perlu dideteksi dan tingkat akurasi yang dibutuhkan.

1.4.2 Literatur dan Penelitian Terkait

Literatur dan penelitian terkait penggunaan E-Nose untuk mendeteksi kesegaran produk boga bahari dikaji guna memperluas wawasan mengenai jenis-jenis gas yang relevan untuk terdeteksi pada tahap pembusukan produk boga bahari. Kajian ini juga mencakup parameter yang digunakan dalam menentukan klasifikasi objek yang terdeteksi.

Dalam riset-riset yang digunakan sebagai referensi [8], [9], [10], penggunaan sensor gas seri MQ dipakai untuk mendeteksi kadar alkohol, gas butana, propana, metana, LPG, hidrogen, karbon monoksida, ammonia dan hidrogen sulfida sebagai indikator pembusukan produk boga bahari. *Total Viable Count* (TVC) adalah pengukuran yang memperkirakan jumlah total mikroorganisme hidup dalam suatu sampel, termasuk spesies bakteri, ragi, atau jamur. Hasil dan analisis gas yang telah dideteksi dari objek-objek yang dideteksi menggunakan sensor MQ3, MQ4, MQ5, MQ8, MQ9 dan MQ135 menunjukkan bahwa kandungan dalam ikan yang dikeluarkan saat proses pembusukan akan meningkat tiap waktunya[8].

1.4.3 Spesifikasi Produk yang Sudah Ada

Spesifikasi produk yang sudah ada dapat menjadi landasan untuk pengembangan alat pendeteksi kesegaran boga bahari menggunakan gas. Analisis terhadap spesifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dari alat pendeteksi kesegaran produk boga bahari. Dengan memahami keunggulan dan kekurangan dari solusi yang telah ada, kami dapat merancang inovasi yang lebih tepat sasaran dan memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik. Tabel 1.2 menjelaskan kelebihan dan kekurangan dari solusi yang sudah ada.

Tabel 1.2 Perbandingan kelebihan dan kekurangan dari solusi yang sudah ada

Solusi yang Sudah ada	Kelebihan	Kekurangan
PEN3	Portabel, mudah digunakan, memiliki 10 sensor gas, dapat mendeteksi berbagai jenis gas	Relatif mahal dan memiliki beberapa keterbatasan dalam hal akurasi dan sensitivitas
E-Nose dengan sensor gas MQ (MQ-5, MQ-8, MQ-3, MQ-4, MQ-9, dan MQ-135)	Harga lebih terjangkau	Gas yang dideteksi dalam satu sensor hanya berbagai jenis gas saja.

Dengan mengikuti regulasi yang ada, diharapkan alat pendeteksi kesegaran produk boga bahari ini dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas dan keamanan produk boga bahari, sehingga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen dan daya saing produk boga bahari di

pasar. Implementasi alat ini juga diharapkan dapat membantu pelaku industri boga bahari dalam memenuhi standar mutu yang ditetapkan serta mencegah terjadinya penurunan kualitas produk selama proses produksi dan distribusi.