

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil kajian dan analisis, pengembangan bioenergi berbasis algae di Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan bioenergi berbasis algae sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Algae memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sumber bioenergi lainnya, seperti pertumbuhan yang cepat, produktivitas tinggi, kandungan energi tinggi, dan ramah lingkungan.

Algae dapat tumbuh dengan cepat dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk air limbah dan lahan marginal. Hal ini memungkinkan budidaya algae dilakukan di berbagai wilayah di Indonesia, tanpa harus bersaing dengan lahan pertanian untuk tanaman pangan.

Algae juga memiliki produktivitas biomassa yang tinggi per unit luas dibandingkan tanaman darat. Hal ini berarti bahwa budidaya algae dapat menghasilkan lebih banyak energi per unit luas lahan. Selain itu, algae memiliki kandungan energi yang tinggi, sehingga dapat dikonversi menjadi berbagai bentuk bioenergi, seperti biodiesel, bioetanol, dan biogas. Bioenergi ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti transportasi, pembangkit listrik, dan industri.

Budidaya algae juga ramah lingkungan. Algae tidak memerlukan pupuk kimia atau pestisida, dan dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca.

Meskipun memiliki potensi besar, pengembangan bioenergi berbasis algae di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan, seperti teknologi yang belum matang, kurangnya infrastruktur, kebijakan yang belum mendukung, dan kurangnya edukasi dan partisipasi masyarakat.

Teknologi budidaya dan pengolahan algae masih dalam tahap pengembangan, dan membutuhkan biaya yang tinggi. Hal ini menyebabkan bioenergi berbasis algae belum dapat bersaing dengan sumber energi konvensional secara ekonomis.

Infrastruktur untuk budidaya dan pengolahan algae masih terbatas, terutama di luar pulau Jawa. Hal ini menghambat pengembangan bioenergi berbasis algae di skala besar.

Kebijakan pemerintah untuk mendukung pengembangan bioenergi berbasis algae masih belum memadai. Hal ini menyebabkan kurangnya insentif bagi investor dan pelaku usaha untuk mengembangkan bioenergi berbasis algae.

Masyarakat masih kurang mengetahui tentang potensi bioenergi berbasis algae, dan belum banyak yang terlibat dalam pengembangannya. Hal ini menyebabkan kurangnya dukungan dan partisipasi masyarakat terhadap pengembangan bioenergi berbasis algae.

Model sistem bioenergi berbasis algae yang optimal untuk mendukung energi nasional menyoroti pentingnya pengembangan klaster industri bioenergi algae yang terintegrasi secara vertikal dan horizontal di Indonesia. Integrasi vertikal melibatkan optimalisasi seluruh proses produksi bioenergi algae, mulai dari budidaya hingga pengolahan produk akhir. Sementara itu, integrasi horizontal

berfokus pada efisiensi rantai pasok bioenergi algae. Berikut adalah komponen kunci dalam pengembangan klaster ini diantaranya, yaitu:

1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Algae Unggul

Berfungsi sebagai pusat inovasi, mengembangkan strain algae unggul, dan teknologi budidaya serta pengolahan yang efisien.

2. Kawasan Budidaya Algae Skala Industri

Area khusus untuk budidaya alga dalam skala besar dengan mempertimbangkan faktor seperti lokasi, sumber air, dan kondisi lingkungan.

3. *Biorefinery* Algae Terpadu

Fasilitas yang mengintegrasikan seluruh proses produksi dan pengolahan biomassa algae, menghasilkan berbagai produk bernilai tambah.

4. Infrastruktur Pendukung

Meliputi fasilitas budidaya, pengolahan, transportasi, dan jaringan listrik.

Pengembangan klaster industri bioenergi alga menawarkan sejumlah manfaat signifikan. Integrasi vertikal dan horizontal dalam klaster ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi namun juga mendorong praktik yang lebih berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada energi fosil, dan menciptakan lapangan kerja baru yang mendukung pertumbuhan ekonomi biru. Selain itu, klaster ini menjadi wadah yang subur bagi inovasi, memicu pengembangan teknologi baru di bidang bioenergi.

Akan tetapi, pengembangan klaster ini juga dihadapkan pada sejumlah tantangan. Biaya produksi yang tinggi, keterbatasan lahan, kerangka regulasi yang belum sepenuhnya mendukung, serta kebutuhan akan pengembangan teknologi yang lebih lanjut merupakan beberapa kendala yang perlu diatasi.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan solusi komprehensif yang melibatkan berbagai pihak. Dukungan pemerintah melalui kebijakan yang inklusif, seperti pemberian insentif dan penyederhanaan regulasi, menjadi kunci. Kerjasama yang erat antara pemerintah, akademisi, dan industri juga sangat penting untuk mendorong riset, pengembangan teknologi, dan komersialisasi produk. Investasi yang signifikan dalam riset dan pengembangan akan mempercepat inovasi dan meningkatkan daya saing industri bioenergi algae.

## 5.2 Rekomendasi

Untuk mencapai potensi penuh dari pengembangan klaster industri bioenergi algae, diperlukan penelitian lebih lanjut pada beberapa aspek krusial. Pertama, studi kelayakan yang mendalam perlu dilakukan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang paling potensial bagi pengembangan klaster. Analisis mendalam terhadap faktor-faktor seperti ketersediaan sumber daya alam, infrastruktur, dukungan pemerintah, dan potensi pasar sangat penting dalam menentukan lokasi yang optimal.

Kedua, analisis biaya-manfaat yang komprehensif harus dilakukan untuk mengevaluasi secara menyeluruh kelayakan ekonomi dari proyek ini. Analisis ini akan membantu dalam mengukur potensi keuntungan finansial, risiko yang terkait, serta periode pengembalian investasi.

Ketiga, pengembangan model bisnis yang inovatif dan berkelanjutan sangat penting untuk memastikan keberlangsungan jangka panjang dari klaster. Model bisnis ini harus mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk sumber pembiayaan, strategi pemasaran, dan manajemen risiko.

Terakhir, peningkatan kapasitas SDM (Sumber Daya Manusia) merupakan investasi jangka panjang yang sangat penting. Pelatihan dan pengembangan program yang komprehensif perlu dirancang untuk menghasilkan tenaga kerja yang kompeten di bidang bioenergi algae, mulai dari budidaya, pengolahan, hingga aspek bisnis. Dengan melakukan penelitian lebih lanjut pada aspek-aspek ini, kita dapat memastikan bahwa pengembangan klaster industri bioenergi alga di Indonesia berjalan secara efektif dan berkelanjutan.

Dan sebagai informasi tambahan berikut adalah beberapa rekomendasi bagi pihak-pihak yang terkait dengan pengembangan bioenergi berbasis algae di Indonesia:

**Tabel 5.1** Rekomendasi Dalam Pengembangan Bioenergi Berbasis Algae di Indonesia

No	Pihak Terkait	Langkah yang dapat dilakukan
1	Pemerintah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Menyusun kebijakan yang mendukung pengembangan bioenergi berbasis algae, seperti insentif pajak dan subsidi</li> <li>2 Membangun infrastruktur untuk budidaya dan pengolahan algae secara skala besar</li> <li>3 Mendukung penelitian dan pengembangan bioenergi berbasis algae</li> <li>4 Meningkatkan edukasi masyarakat tentang potensi bioenergi berbasis algae</li> </ol>
2	Swasta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Berinvestasi dalam pengembangan bioenergi berbasis algae</li> <li>2 Berkolaborasi dengan pemerintah dan akademisi untuk mengembangkan teknologi bioenergi berbasis algae</li> </ol>

		3 Membangun pasar untuk memulai bioenergi berbasis algae
3	Akademisi/Peneliti/Ilmuan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Melakukan penelitian dan pengembangan teknologi bioenergi berbasis algae</li> <li>2 Mendidik dan melatih sumber daya manusia di bidang bioenergi berbasis algae</li> <li>3 Menyebarluaskan informasi tentang potensi bioenergi berbasis algae kepada masyarakat</li> </ol>
4	Masyarakat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Mempelajari dan aktif mencari informasi tentang potensi bioenergi berbasis algae</li> <li>2 Berpartisipasi dalam pengembangan bioenergi berbasis algae</li> <li>3 Menggunakan produk bioenergi berbasis algae, seperti produk kimia, obat-obatan, bahan makanan, kosmetik, pupuk, bioremediasi, dan lain sebagainya</li> </ol>