



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 30 stp
Handelshøyskolen

Bærekraftig havbruk og bioøkonomi: Potensialet for tunikatdyrking som en løsning for fremtidig næringsutvikling

Sustainable aquaculture and bioeconomy: The
potential of tunicate cultivation as a solution for
future industry development

May-Lill Rubinwald
Bioøkonomi

«Alt henger sammen med alt»

Gro Harlem Brundtland (Stanghelle, 2019)

Forord

Det har vært to lærerike år på NMBU, hvor studietiden ble annerledes enn jeg så for meg. Pandemien førte til en bratt digital læringskurve for både forelesere og studenter, dette syns jeg vi alle håndterte svært bra. Jeg er veldig takknemlig for alle de flotte, engasjerte menneskene jeg har blitt kjent med, og for muligheten til å skreddersy min helt unike master innen bioøkonomi på NMBU.

Prosessene med denne masteroppgaven har vært en berikende og stimulerende reise, men også utfordrende og krevende. Veien til ferdigstillelse har vært lang, med sine bølgedaler og topper, og det er en stor lettelse å endelig ha fullført den. Samtidig har jeg tilegnet meg verdifulle erfaringer og innsikt jeg ikke ville vært foruten. Jeg vil gjerne benytte anledningen til å uttrykke min takknemlighet til alle som har bidratt til fullførelsen av denne masteroppgaven. En ekstra stor takk til Thore Larsgård, både som veileder og medmenneske.

Til slutt vil jeg takke Marcus som har vist toleranse og forståelse for at mammaen hans ikke har vært helt seg selv i periodene rundt eksamener og masterskriving, det blir godt for oss begge med lavere skuldre og mindre stress.

Ås, 23. juni 2023

May-Lill Rubinwald

Sammendrag

For å kunne forsyne en forventet global befolkning på 9,1 milliarder mennesker innen 2050, må matproduksjonen økes med 70% i forhold til nivåene fra 2010. Jorden har en biologisk produksjon som er omtrent jevnt fordelt mellom land og hav, men bare 2% av menneskers kaloriinntak og 15% av proteininntaket kommer fra havet. Med verdens nest lengste kystlinje, kan Norge forsterke sin sentrale rolle i å møte globale utfordringer knyttet til å forsyne den voksende verdensbefolkningen med nok mat. Økt fokus på lavere nivåer i næringskjeden og utvikling av bærekraftige løsninger for å forbedre produksjonen vil være avgjørende for fremtidens marine matproduksjon. Det vil også være nødvendig å dyrke og høste fra lavtrofiske marine kilder for å produsere mat, fôr og energi. Gjennom forpliktelsene inngått i COP15, har Norge forpliktet seg til å verne 30% av hav- og landområder innen 2030, noe som fordrer effektiv arealbruk ved en økt satsing på marine aktiviteter. Det finnes mange uutnyttede lavtrofiske marine ressurser i Norge, inkludert tunikater, som absorberer næringssalter fra havet gjennom sine filtrerende egenskaper. Tunikater bidrar til reduksjon av eutrofiering gjennom opptak av næringssalter fra akvakultur og landbruksavrenning. De inneholder også høyverdig protein og omega-3 fettsyrer, samt cellulose, som kan brukes i fôr, næringsmidler, biogass og biomedisinske applikasjoner. I denne studien ble det gjennomført kvalitative, semistrukturerte intervjuer med eksperter innen havbruk. Forskningsresultatene viser en positiv holdning til tunikatens økosystemtjenester og samdyrking med blant annet tare og fisk (IMTA). Tunikater kan dermed inngå i integrert havbruk med andre næringer, noe som både kan bidra til effektiv arealutnyttelse og en sirkulær økonomi gjennom opptak av næringssalter fra fiskeoppdrett (IMTA). Slike egenskaper kan bidra til det grønne skiftet, da tunikater kan gi bærekraftig protein både som næringsmiddel og fôr, samt redusere eutrofiering ved opptak av næringssalter fra akvakultur og avrenning fra jordbruk.

Nøkkelord: Tunikat, *Ciona Intestinalis*, samdyrking, integrert havbruk, vern, makroalger, tare, økosystemtjenester, eutrofiering, marin næringspark, sirkulærøkonomi, bærekraft, renseanlegg, fosfor, nitrogen, PES, IMTA.

Abstract

In order to cater to the anticipated global population of 9.1 billion people by 2050, it is projected that food production must increase by 70% relative to the levels recorded in 2010. The Earth's biological production is approximately evenly distributed between terrestrial and marine sources, yet a mere 2% of human caloric intake and 15% of protein intake is derived from the ocean. Possessing the world's second-longest coastline, Norway is poised to reinforce its pivotal role in surmounting global challenges associated with feeding the burgeoning world population. An intensified focus on lower trophic levels and the development of sustainable solutions to augment production will be imperative for future marine food production. It will also be necessary to cultivate and harvest low-trophic marine sources for the production of food, feed, and energy. Through the commitments undertaken in COP15, Norway has pledged to conserve 30% of its marine and terrestrial areas by 2030, necessitating effective spatial management through increased emphasis on marine activities. A plethora of untapped low-trophic marine resources exist within Norway, inclusive of tunicates, which assimilate nutrient salts from the ocean through their filtering capabilities. Tunicates contribute to eutrophication reduction by absorbing nutrient salts from aquaculture and agricultural runoff. They also contain high-quality protein and omega-3 fatty acids, in addition to cellulose, which can be utilized in feed, nutrition, biogas, and biomedical applications. In this study, qualitative, semi-structured interviews were conducted with professionals possessing expertise in aquaculture. The findings revealed a favorable disposition towards the ecosystem services provided by tunicates and their co-cultivation with entities such as seaweed and fish (Integrated Multi-Trophic Aquaculture - IMTA). Consequently, tunicates could potentially be incorporated into integrated marine farming with other industries, thereby contributing both to effective spatial utilization and a circular economy through nutrient salt absorption from fish farming (IMTA). Such attributes could contribute to the green shift, with tunicates providing sustainable protein as both food and feed, as well as mitigating eutrophication through the absorption of nutrient salts from aquaculture and agricultural runoff.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
Abstract	4
1.0 Innledning	7
1.1 Tunikater, en del av løsningen på det grønne skiftet	12
1.2 Forsknings spørsmål	13
1.3 Oppbygging av oppgaven.....	16
1.4 Litteratursøk.....	18
1.5 Begrepsforklaringer.....	19
2.0 Tunikater	20
2.1 Taksonomi	20
2.2 Tunikatens biologi	22
2.3 Tunikatens næringsinnhold og bestanddeler	24
2.4 Habitat.....	24
2.5 Sykdom og parasitter	26
2.6 Japansk sjøpung, Havnespy.....	27
3.0 Økosystemtjenester	28
3.1 Fôrråvare	30
3.1.1 Mat vs. fôr	34
3.2 Næringsmidler.....	36
3.3 Biofarmasøytika	37
3.4 Biogass.....	38
3.5 Tunikater som renseanlegg.....	39
3.6 Betaling for økosystemtjenester	41
3.6.1 Betalingsvillighet i Oslofjorden	43
3.6.2 Marked for nitrogenkvoter	43
4.0 Eutrofiering og rensekrav	45
4.1 Eutrofiering; betyr «å nære»	46
4.2 Krav om nitrogenfjerning fra avløpsvann	49
4.3 Innovative renseanlegg	50
5.0 Kommersialisering av tunikater	51
5.1 Lokasjon og dyrking av tunikater	52
5.2 Dyrkningsteknikken.....	54
5.3 Dyrkningsplattform	54
5.4 Etikk.....	56
6.0 Sameksistens og integrert havbruk	56
6.1 Effektiv arealbruk og samlokalisering	58
6.2 Integrert havbruk i dag	59

6.2.1 OLAMUR.....	59
6.2.2 SINTEF Ocean	60
6.2.3 Ocean Forest	62
6.2.4 Tare i laksemerder	63
6.3 Integrrert havbruk med tunikater	64
6.4 Tare dyrking i Norge.....	64
6.4.1 Fremtidens tare dyrking.....	66
6.4.2 Tarens bruksområder.....	66
7.0 Regulering og forvaltning i havet	68
7.1 Marint vern	72
7.2 Fremtidig marint vern	74
8.0 Teorikapittel.....	75
8.1 Porters diamant	76
8.1.1 Porters diamant for tunikatproduksjon i Norge	78
8.2 Biobasert verdipyramide.....	81
8.3 SWOT-analyse	83
8.3.1 SWOT-analyse for tunikatproduksjon i Norge	84
8.4 PESTEL	88
8.4.1 PESTEL-analyse for tunikatproduksjon i Norge.....	89
8.4.2 PESTEL + SWOT = sant.....	97
8.5 Rammeverk for økosystemtjenester	98
9.0 Metode og forskningsdesign/Forskningsmetodikk.....	99
9.1 Datainnsamling	101
9.2 Analyse av resultater.....	103
9.2.1 Muligheter og barrierer for samdyrking med tunikater	105
9.2.2 Erfaring og refleksjoner med integrert havbruk	106
9.2.3 Biologisk renseanlegg.....	108
9.2.4 Vern etter COP15, «30by30»	110
9.2.5 Betaling for økosystemtjenester.....	111
9.3 Andre datakilder	112
9.4 Kvalitetsvurdering	112
9.4.1 Validitet	114
9.4.2 Reliabilitet	116
10.0 Diskusjon.....	117
11.0 Konklusjon.....	121
12.0 Litteraturliste.....	123

1.0 Innledning

Drivhuseffekten, sammenhengen mellom økningen av klimagasser i atmosfæren og en oppvarming av kloden, ble beskrevet av forskere allerede på 1800-tallet (*Annales de chimie et de physique*, 1824). Den Irske fysikeren John Tyndall offentliggjorde i 1859 de første beregningene for hvordan økte utslipp av CO₂ kan føre til global oppvarming (Tyndall, 1873). På tross av denne tidlige oppdagelsen av drivhuseffekten, har det vært en kraftig økning av klimagasser siden den industrielle revolusjon startet på slutten av 1700-tallet (Olerud & Lahn, 2023). Den stadige økonomiske veksten kombinert med flere mennesker på kloden, har ført til et stort press på naturen og dens tålegrenser (*Planetary Boundaries*, 2012; Rockström et al., 2009). De viktigste driverne for miljøproblemer mener forskere er befolkningsvekst, overforbruk, fattigdom, manglende produsentansvar ved miljøskadelig produksjon og at mennesker har mistet nærheten til naturen (Miller & Spoolman, 2009).

FNs klimapanel har i sin siste rapport slått fast at kloden har blitt 1,1 grad varmere siden den industrielle revolusjon, samt at denne oppvarmingen hovedsakelig skyldes menneskelig aktivitet (IPCC, 2023). Oppvarmingen av kloden fører til klimaendringer og en ukjent fremtid for livet på kloden slik det er i dag. På verdensbasis betyr dette mer ekstremvær som tørke, varme og vind (Miljødirektoratet, 2023). FNs klimapanel mener klimaendringene vil føre til mindre tilgang på mat og vann, dårligere helse fysisk og mentalt, en økning av økonomisk ulikhet, flere konflikter og humanitære katastrofer, flere flyktninger, tap av naturmangfold, utryddelse av mange arter, samt skader på natur, infrastruktur og bygninger (FN, 2023a; UNFCCC, 2019) Miljøproblemene har ført til fokus på å finne bærekraftige alternativ innen samtlige sektorer, spesielt innen områder hvor det per i dag er store klimaavtrykk.

De forente nasjoner (FN) ble opprettet i 1945 som en internasjonal tverrfaglig fredsskapende organisasjon (FN, 2022a). FN etablerte i 1983 en Verdenskommisjon for miljø og utvikling, ledet av den tidligere norske statsministeren Gro Harlem Brundtland (Stanghelle, 2019), derav omtalt som Brundtlandkommisjonen (FN, 2021b). Brundtlandkommisjonen leverte i 1987 en sluttrapport «Vår felles framtid» (World Commission on Environment and Development & Brundtland, 1987), hvor begrepet «bærekraftig utvikling» ble kjent. Rapporten viste sammenhengen mellom miljø, økonomi og sosial utvikling. Hovedbudskapet i «Vår felles framtid» (World

Commission on Environment and Development & Brundtland, 1987) er viktigheten av «en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (FN, 2021b). Da klimaendringer er et globalt miljøproblem, var det nødvendig med et internasjonalt samarbeid. FNs klimakonvensjon (UNFCCC) ble vedtatt i 1992 og er ratifisert av 197 parter (FN, 2022a). Konvensjonen sitt langsiktige mål er stabilisering av klimagasser på et nivå som forhindrer en farlig menneskeskapt klimaendring (UNFCCC, 2023). Målene ble konkretisert gjennom Parisavtalen i 2015 (FN, 2015), partene ble enige om å holde den globale oppvarmingen under 2 grader sammenlignet med førindustriell tid, samt tilstrebe å begrense oppvarmingen til 1,5 grader (FN, 2023a). Det er dermed konsensus for å redusere klimagassutslipp og finne mer bærekraftige innsatsfaktorer som kan erstatte dagens fossile energibærere. Norge har forpliktet seg til å bidra til dette blant annet gjennom Parisavtalen, denne avtalen kalles også klimaavtalen (FN, 2015).

FN har de siste årene jobbet iherdig gjennom miljøprogrammet sitt (UNEP) og FNs naturpanel (IPBES) for å få på plass en ny rammeavtale for naturen, da man så behovet for en egen avtale for å ivareta biodiversiteten (FN, 2022b). Denne avtalen ble vedtatt i Montreal 19. desember 2022 (COP15) (I. Andersen, 2022) (UNEP, 2022). Klima- og miljøminister Espen Barth Eide omtaler avtalen som «naturens Parisavtale» (Mathismoen, 2022b). Avtalen bygger på FNs konvensjon om biologisk mangfold fra 1992 (FN, 2020). Ingen av disse målene ble oppfylt. Det internasjonale naturpanelet (IPBES) leverte en nedslående rapport i mai 2019 (IPBES, 2019a, 2019b; UNFCCC, 2019). I denne rapporten kommer det frem at nesten 10 % av verdens plante og dyrearter i realiteten allerede er utryddet, da den gjenlevende bestanden er for få til å overleve. I tillegg trues en million arter av utryddelse. FNs klimapanel lanserte andre del av den sjette hovedrapporten i februar 2022. Klimapanelet slår her fast at det er umulig å bremse global oppvarming uten at naturødeleggelsene stoppes (Wegger & Havstam, 2022). Det er grunn til å anta at nettopp disse to rapportene var viktige for den ambisiøse avtalen som ble inngått i Montreal COP15 (UNEP, 2022). Ett av hovedpunktene i denne avtalen er 30-prosentsmålet. Det betyr bevaring eller verning av 30 prosent av hav og land, samt restaurering av 30 prosent av all natur som er delvis ødelagt (Danbolt, 2022). Norge er blant de 193 landene som under COP15 har

sluttet seg til et globalt mål om å verne 30 prosent av hav og landområdene innen 2030 (Danbolt, 2022).

«Naturen kan redde oss, men først må vi redde naturen.»

Inger Andersen, leder av FNs miljøprogram (UNEP) (Mathismoen, 2022a).

Det internasjonale Høynivåpanelet for en bærekraftig havøkonomi (Havpanelet) var pådrivere for å verne 30 prosent av havarealene, da menneskelig aktivitet har medført flere utfordringer i havet. Overfiske, forurensing, eutrofiering, tap av biodiversitet og klimaendringer som øker havnivå og havtemperatur er noen av konsekvensene (Fiskeridepartementet, 2021) (Lubchenco & Haugan, 2023). Havpanelet ble opprettet i 2018 på eget initiativ av Norges daværende statsminister Erna Solberg, og består av 14 stater som tilsammen har 30 prosent av verdens kystlinjer og økonomiske kystsoner (Ocean Panel, 2023). Havpanelet har avdekket at havnæringene og god havforvaltning kan gi betydelige bidrag til global utslippsreduksjon (Ocean Panel, 2023). Panelet vektlegger at alle havområder må forvaltes på en bærekraftig måte, da dette vil gjøre økosystemene robuste, sikre et rikt naturmangfold og biologisk produksjon som kan gi grunnlag for videre høsting og verdiskaping (Ørstavik, 2020). For å få til dette, må det på plass områdebaserte bevaringstiltak og gode forvaltningsverktøy (miljødepartementet, 2021b). Havpanelet har lansert en handlingsplan med konkrete tiltak for å redde verdenshavene, samt hvilke muligheter bærekraftig forvaltning av havet kan utløse (Lubchenco & Haugan, 2023). En av disse tiltakene er oppskalering av miljøvennlig dyrking av tang og alger for å skape bærekraftige produkter innen næringsmidler, drivstoff, biotek og fôr (Lubchenco & Haugan, 2023). Havbruk kan gi 12 millioner nye arbeidsplasser mot 2050, produksjon av seks ganger så mye sjømat, og førti ganger mer fornybar energi fra tidevannsenergi, bølgekraft og havvind (Lubchenco & Haugan, 2023). Havet kan også redusere 21 % av klimagassutslippene for å nå klimamålene (Ørstavik, 2020).

Norge har tatt en aktiv rolle ved opprettelsen av Havpanelet (Ocean Panel, 2023), og har dermed vært en pådriver for implementeringen av 30-prosentmålet i naturavtalen under COP15 (Danbolt, 2022). Dette gjør Norge til en potensiell foregangsnaasjon når

det gjelder å fremme en helhetlig økosystembasert forvaltning av havområdene. Marine verneområder har en bredere nytteverdi enn klassisk naturvern når det gjelder bevaring og gjenoppbygging av viktige områder for fisk og skaldyr, restaurering av marine økosystem, opptak og lagring av karbon og beskyttelse mot effekter som følge av klimaendringer (miljødepartementet, 2021b). For å oppnå effektiv arealutnyttelse, er det hensiktsmessig å se hvordan disse arealene kan brukes på en best mulig måte. Regjeringen har gjennom sin havbruksstrategi (Fiskeridepartementet, 2021) et ønske om å utforske og videreutvikle sin forskning på marine ressurser og utvikling. Regjeringen vil skaffe kunnskap om innhold av næringsstoffer i nye og fremmede arter, samt fortsatt prioritere oppfølging av makroalger og andre biomarine ressurser med sikte på forutsigbare rammer for næringsproduksjon og markedsadgang (Fiskeridepartementet, 2021). Dette samsvarer med resten av Europa, hvor det pågår en blågrønn bioøkonomisk revolusjon når det kommer til ubenyttede marine ressurser (EUMOFA, 2020; Thomas et al., 2021)

Norges plan om å øke satsingen på bruk av marine ressurser (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021) (Fiskeridepartementet, 2021), kombinert med krav om å verne 30% av havarealet (Danbolt, 2022), kan medføre et økt press på konsesjoner for akvakulturnæringen og mulige konflikter i fremtiden. Særlig siden kun 3,6% av de norske havområdene er vernet foreløpig (Lindal Jørgensen et al., 2021; Miljødirektoratet, 2022a; Miljøstatus, 2022). Denne risikoen kan reduseres ved å skape samarbeid på tvers av næringer og ved optimalisering av arealbruk i havet, da flere næringer på samme areal kan skape gode synergier (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). EU og Fiskeridirektoratet har et økende fokus på integrert havbruk (IMTA- Integrert MultiTrofisk Akvakultur) som en mulig løsning på noen av utfordringene knyttet til blant annet fiskeoppdrett (SINTEF, 2023c). Norsk fiskeoppdrett gir vesentlig utslipp av karbon, nitrogen og fosfor (Holm, 2018). Utover utslipp fra fiskeoppdrett, er det mye avrenning av fosfor og nitrogen fra jordbruket som danner grunnlaget for eutrofiering (Miljødirektoratet, 2020) (Artsdatabanken, 2023). Avløpsvann er også en kilde til nitrogenutslipp, dermed har mange renseanlegg fått krav om forbedret rensing (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022) (Water Framework Directive, 2023). Av hensyn til god ressursøkonomi, forurensning og klima, bør disse utslippene gjenbrukes på en mest mulig effektiv måte, med lavest mulig energibruk og uønskede effekter (Holm, 2018). Integrert havbruk kan også

skapes med samarbeid mellom havbruksnæringer som opererer innen forskjellige bransjer som havvind, plattformer fra petroleumsindustrien, flytende solceller, renseanlegg og andre havinstallasjoner (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c).

Det forventes en økning av verdens behov for mat i årene fremover (Godfray et al., 2010). Jordens biologiske produksjon er omtrent likt delt mellom land og hav, men kun 2 % av kaloriinntaket og 15 % av proteininntaket til mennesker kommer fra havet (Torrissen et al., 2018) (FAO, 2022). For å imøtekomme dette økende behovet for mat, er det viktig å finne flere gode bærekraftige næringskilder som kan bidra til å styrke matsikkerheten (FAO, 2022; Godfray et al., 2010). Det eksisterer mange ubenyttede ressurser i norske farvann, og en av disse ressursene er marine filterfødere (Torrissen et al., 2018). Dette er dyr som fanger opp føde fra vannmassene ved hjelp av sin spesialiserte filtrerende struktur. Dyrene er vanlige å finne blant de virvelløse dyrene. Eksempler på virvelløse dyr er svamper, maneter, slangestjerner, dyreplankton, krill, skjell, leddormer og tunikater. Det er store forventninger til produksjon av marine filtrerende (virvelløse)arter, da disse kan bidra til å sikre næringstilgang både som mat og fôr (Thomas et al., 2021; Vold Bjordal et al., 2022). Disse organismene er primærkonsumenter og beiter på den største føderessursen i det marine miljøet: planteplankton (Torrissen et al., 2018). Det er dermed et stort potensiale for biomasseproduksjon ved dyrking av slike organismer. Disse organismene kan bidra til å dekke det økende behovet for fôr, energi og andre etterspurte organiske molekyler (Vold Bjordal et al., 2022). Filtrerende organismer utfører også en rekke tjenester for økosystemet; de kan rense vann for partikler, motvirke eutrofiering og binde karbon (Torrissen et al., 2018). Filtrerende organismer kan i tillegg forme strukturelle habitater for andre marine organismer, stabilisere habitat og i noe tilfeller også kystlinjer (Torrissen et al., 2018).

Tunikaten er en robust organisme som hører til i Skandinaviske farvann, med høyverdig proteininnhold og gode til å filtrere (Carver et al., 2006). Disse egenskapene kan bidra til det grønne skiftet, da tunikaten kan gi bærekraftig protein og omega-3 fettsyrer både som næringsmiddel og fôr, samt redusere eutrofiering ved opptak av næringsalter fra både akvakultur og avrenning fra jordbruk.

1.1 Tunikater, en del av løsningen på det grønne skiftet

Norge har verdens nest lengste kystlinje og stort potensiale for verdiskaping av ubenyttede marine ressurser (Hurdalsplattformen, 2021). En av disse ressursene er tunikater. «Kjært barn har mange navn», og det gjelder også her. Andre benevnelser for denne organismen er sjøpung, tarmsjøpung, tarmsekkdyr, grønnsekkedyr og *Ciona Intestinalis* (Marinbiologene, 2018). Videre vil den bli omtalt som tunikat.

Tunikaten er svært livskraftig og vokser fort, i tillegg er de svært næringsrike og kan utøve en rekke økosystemtjenester ved opptak av næringsalter fra havet og potensielt øke biodiversiteten (Hackl et al., 2017) (Norén et al., 2020). Næringsalter på avveie er en stor utfordring flere steder langs norskekysten (Artsdatabanken, 2023; Miljødirektoratet, 2020). Oslofjorden blir stadig omtalt i media som et eksempel på en fjord med dårlig vannkvalitet og lite biodiversitet (Fransson, 2023; Grimstad, 2022a; Ihlebæk, 2018). Avrenning av næringsaltene nitrogen og fosfor fra landbruket er en av utfordringene (Miljødirektoratet, 2020; Guerrero & Sample, 2022), samt det kommunale avløpsvannet (Guerrero & Sample, 2022). Da Norge er tilknyttet EØS-avtalen, er det et krav om å rense minst 70% av nitrogenet fra avløpsvannet (Water Framework Directive, 2023). Tunikatens filtrerende egenskaper er verdifulle og gjør det interessant å utforske hvilke mulighetsområder som finnes for verdiskaping med tunikater i Norge (J. Petersen & Riisgard, 1992). Nettopp denne filtrerende egenskapen kan fungere som et supplement ved renseanlegg og i kystområder som er ekstra utsatt for eutrofiering.

Det er også svært relevant å vurdere hvilke andre næringer tunikaten kan kombineres med, da dette både er arealeffektivt og kan være kostnadsbesparende av hensyn til fordeling av infrastruktur, arbeidskraft, risiko og FoU (Holm, 2018) (Guerrero & Sample, 2022) (Karlsson-Drangsholt et al., 2017). Samdyrking og integrert havbruk kan dermed ha potensiale til å gi stordriftsfordeler på flere arenaer (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020b). Utover det rent bedriftsøkonomiske, kan det gjennom FoU avdekkes optimale dyrkingsforhold mellom arter og næringer hvor de oppnår gode synergier fra hverandre (EUMOFA, 2020). En positiv bieffekt av dette kan være økt biodiversitet og renere vann/bedre vannkvalitet (J. Petersen & Riisgard, 1992). Samdyrking ved merder kan bedre vannkvaliteten og filtrere ut næringsalter som følger av

fiskeoppdrettet (O. Andersen et al., 2017) (Gjøsund et al., 2020). Tunikaten omdannes til fiskefôr med svært lavt klimaavtrykk, dette blir da en sirkulærøkonomi ved hjelp av tunikatens økosystemtjenester (Gjøsund et al., 2020) (Vold Bjordal et al., 2022) (SINTEF, 2023c).

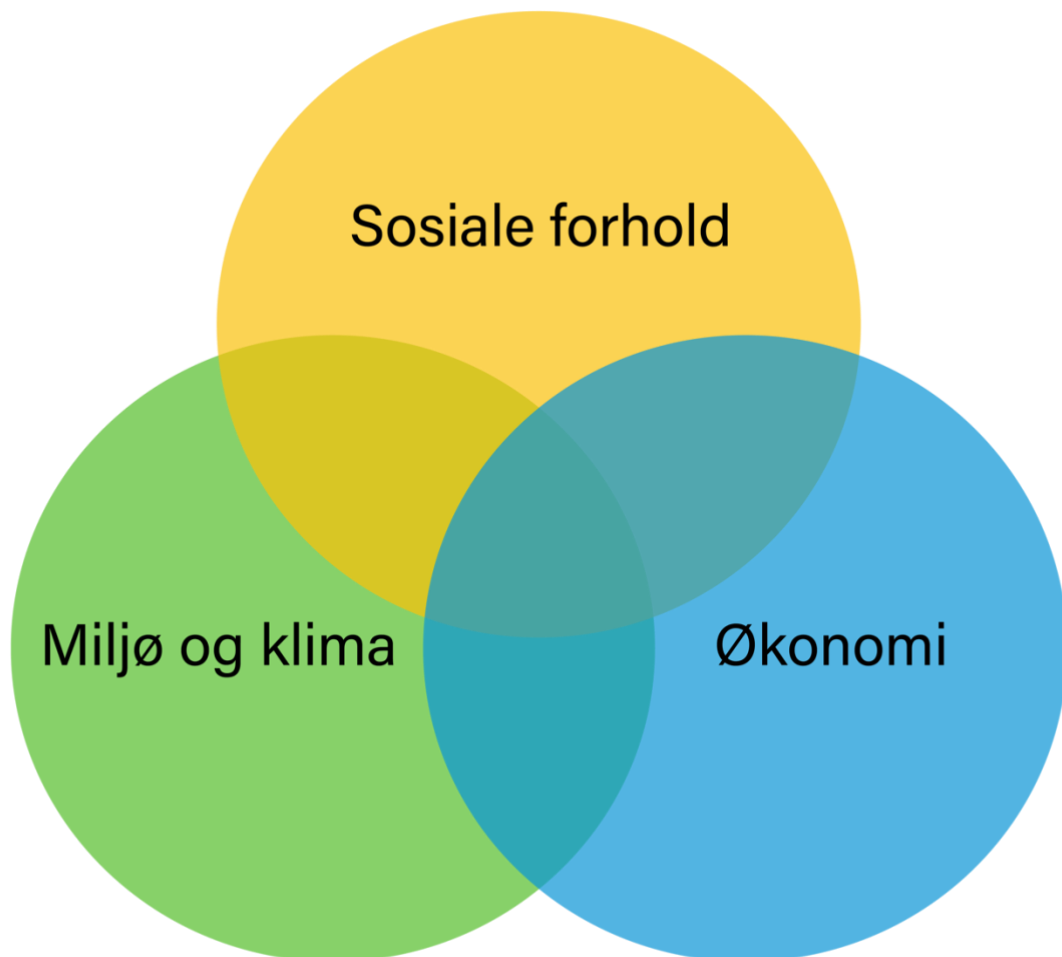
Dyrking av tunikater har potensiale til å generere store mengder biomasse med lavt klimaavtrykk (O. Andersen et al., 2017) (Thomas et al., 2021). Samtidig kan tunikatene bidra til å forebygge eutrofiering og forsuring ved å absorbere næringssalter under vekstprosessen (Hackl et al., 2017.; Petersen & Riisgard, 1992). Biomassen kan anvendes innenfor ulike sektorer, inkludert matproduksjon, fôrproduksjon, biodrivstoffproduksjon og farmasøytiske produkter (Thomas et al., 2021) (Samuelsen et al., 2022) (Bergentz, 2017) (Zhao & Li, 2014). Tunikater fremstår derfor som et lovende og mer klimavennlig alternativ sammenlignet med tradisjonell kjøttproduksjon, landbruksbasert fôr som for eksempel soya, og fossilt drivstoff.

Tunikaten kan dermed levere flere viktige økosystemtjenester: mat, fôr, biodrivstoff, farmasøytiske produkter og rensende vann.

1.2 Forsknings spørsmål

Formålet med denne oppgaven er å utforske mulighetene og barrierene knyttet til dyrking av tunikater som en del av det grønne skiftet og overgangen til en bærekraftig økonomi (Green Deal, 2020). I dagens forretningsstrategier er det viktig å ta en helhetlig tilnærming der den tredelte bunnlinjen blir vurdert. Dette betyr at man ikke bare vurderer økonomisk fortjeneste, men også hvordan virksomheten påvirker miljøet og samfunnet, både i dag og for fremtidige generasjoner (World Commission on Environment and Development & Brundtland, 1987). Dette danner grunnlaget for bærekraft, som omfatter økonomiske, miljømessige og sosiale aspekter (FN, 2021b), se figur 1. Dette samsvarer med bioøkonomiens mål, da bioøkonomien søker å stimulere økonomisk vekst og skape arbeidsplasser samtidig som den tar hensyn til langsiktig bærekraft og bevaring av naturressurser. Målet er å utvikle en sirkulær

økonomi der ressurser utnyttes effektivt, avfall reduseres, og det opprettes synergier mellom ulike sektorer og verdikjeder (Lewandowski, 2018) .



Figur 1; (FN, 2021a)

FN opprettet de 17 bærekraftsmålene, sammen med 169 delmål, for å fungere som en felles global handlingsplan for å fremme bærekraftig utvikling på nasjonalt, regionalt og globalt nivå (FN, 2023b). Disse målene ble vedtatt av alle FN-medlemslandene i 2015 som en del av Agenda 2030 (Utenriksdepartementet, 2023). Bærekraftsmålene har også blitt ytterligere konkretisert gjennom EUs taksonomi for bærekraftige

aktiviteter (EU taxonomy, u.å.), som Norge har implementert gjennom EØS-avtalen (Finansdepartementet, 2023).

Tunikatdyrking har potensial til å bidra til flere av disse bærekraftsmålene (Bellona, 2022a) (FN, 2023b):

Mål 2: Ingen sult, delmål 2.3 og 2.4 – møte det økende behovet for mat ved å produsere proteinrik mat som fisk og sjømat på en bærekraftig måte, samt benyttes som mat.

Mål 14: Liv under vann, delmål 14.4 - bevare og gjenopprette sunne marine økosystemer ved å redusere overfiske og belastningen på ville fiskebestander, samt redusere eutrofiering.

Mål 8: Anstendig arbeid og økonomisk vekst, delmål 8.3 og 8.5 - skape arbeidsplasser og stimulere økonomisk vekst i kystsamfunn, både i produksjonen av havbruk og i tilknyttede sektorer som infrastruktur og tjenesteyting.

Mål 9: Innovasjon og infrastruktur, delmål 9.3 - krever innovasjon og utvikling av bærekraftig teknologi, infrastruktur og produksjonssystemer.

Mål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon, delmål 12.2 og 12.5 - bærekraftig produksjon av mat ved å redusere behovet for intensivt landbasert landbruk og begrense miljøbelastningen fra konvensjonell fiskeoppdrett.

Denne oppgaven tar utgangspunkt i de tre sentrale faktorene for bærekraft og bærekraftsmålene, som danner grunnlaget for vurderingen av nye biobaserte næringer. I tillegg til å vurdere bærekraften til en enkelt næring, er det også viktig å undersøke om det eksisterer politiske retningslinjer og reguleringer som fremmer innovativ industri. Dette gjør oppgaven både kompleks og realistisk, da den gir et helhetlig bilde for interessenter som ønsker innsikt i dette feltet. Disse funnene kan også ha relevans for andre næringer.

Spesielt med tanke på Norges forpliktelse om å verne 30% av havområdene i tråd med FNs naturavtale fra 2022 (FN, 2022b), er det interessant å utforske hvordan

havverntiltak kan kombineres med økt aktivitet innenfor marine sektorer. Det finnes flere muligheter for effektiv arealbruk ved å kombinere ulike næringer på samme sted. Selv om dette i liten grad praktiseres ennå, er det grunn til å anta at det kan bli viktig i fremtiden.

Basert på denne konteksten oppstår det flere relevante forskningsspørsmål for oppgaven:

- På hvilken måte kan dyrking av tunikater bidra til å fremme et mer bærekraftig havbruk- og blågrønn bioøkonomi?
- Hvilke utfordringer og barrierer møter potensielle tunikatdyrkere i forbindelse med implementeringen av tunikatoppdrett?
- Hvordan kan tunikatdyrking integreres med andre næringer for å utnytte synergier og potensialet for samarbeid?

Disse forskningsspørsmålene vil gi et grundigere perspektiv på de potensielle fordelene, begrensningene og samarbeidsmulighetene knyttet til dyrking av tunikater i en bærekraftig kontekst.

1.3 Oppbygging av oppgaven

Denne oppgaven starter med å introdusere noen av utfordringene verden og Norge står ovenfor, samt Norges forpliktelser gjennom ulike avtaler. Fokus blir deretter rettet mot problemstillingen, der tunikater introduseres som en potensiell løsning på noen av disse utfordringene. Forskningsspørsmålene som vil bli undersøkt i oppgaven blir tydeliggjort, og oppgavens struktur, litteratursøk og begreper blir forklart.

I kapittel 2 blir tunikatens biologi, bestanddeler og habitat utførlig beskrevet. Kapittel 3 tar for seg hvilke økosystemtjenester tunikater kan bidra med, samt mulige anvendelser av tunikatens biomasse. I kapittel 4 blir problematikken rundt eutrofiering og rensekrav for avløpsvann belyst. Her presenteres årsakene til eutrofiering og ulike innovative løsninger som blir testet ut i dag.

Kapittel 5 fokuserer på dyrking av tunikater i en kommersiell sammenheng, og tar for seg barrierene som eksisterer, samt etiske vurderinger.

Kapittel 6 handler om effektivisering av areal- og ressursutnyttelse gjennom integrert havbruk og samdyrking. Her presenteres aktuelle prosjekter for samdyrking og ulike løsninger på tvers av næringer. Tarenæringen blir vurdert som en potensiell samdyrkningsaktør, og tunikatens rolle i ulike dyrkingssammenhenger og næringer blir belyst.

I kapittel 7 blir de viktigste lovene og reguleringene for tunikatnæringen og havvern i Norge gjennomgått. Her blir dagens reguleringer og forvaltning presentert, og de politiske rammeverk, incentiver og avtaler blir belyst.

Kapittel 8 tar for seg relevante teorier som kan brukes til å vurdere tunikatnæringen. Hver teori blir først forklart, etterfulgt av anvendelsen av teorien på tunikatnæringen. Teorier som blir brukt inkluderer Porters diamant, biobasert verdipyramide, SWOT-analyse, PESTEL-analyse og rammeverk for økosystemtjenester.

I kapittel 9 blir forskningsmetoden presentert, inkludert begrunnelsen for valg av metode. Deretter blir funnene fra de kvalitative, semistrukturerte intervjuene analysert.

Kapittel 10 er diskusjonskapittelet, der funnene fra litteraturen, metoden og teoriene blir vurdert. Her presenteres en oversikt og drøfting av det som er mest relevant for å svare på forskningsspørsmålene.

Forskningsspørsmålene blir besvart i kapittel 11, som er konklusjonskapittelet.

Kapittel 12 inneholder litteraturlisten.

1.4 Litteratursøk

En nøkkelfaktor for å forstå og kontekstualisere ethvert forskningsspørsmål ligger i grundig utført litteratursøk (Booth, 2016). Utført med en systematisk og kritisk tilnærming, danner det et grunnlag for resten av forskningsprosessen og identifiserer potensielle retninger for undersøkelsen (Booth, 2016). Litteratursøket har som hensikt å kaste lys over nåværende kunnskapsstatus innen forskningsområdet, identifisere metoder og teorier som har blitt anvendt, og avdekke eventuelle kunnskapshull som fortsatt eksisterer (Booth, 2016).

Det ble benyttet forskjellige databaser i denne prosessen; herunder Google Scholar, Lovdata, statistisk sentralbyrå og Web of Science. Videre har søkeord blitt nøye valgt og kombinert for å sikre en omfattende dekning av relevante studier. Hver kilde har blitt kritisk vurdert for relevans og kvalitet, og nøkkelinformasjonen har blitt dokumentert for senere referanse og lagret i Zotero. Det ble søkt med både engelske og norske ord.

Følgende søkeord ble benyttet, både enkeltstående og i kombinasjoner:

- Tunikater, grønnsekkdyr, sjøpung, sea squirt, Ciona Intestinalis
- IMTA, integrert havbruk, samdyrking
- Tare, tang, seaweed, makroalger
- Renseanlegg, eutrofiering, rensekrav, vannkvalitet

Flere av ordsøkene ledet til andre relevante artikler, samt anbefalinger om litteratur fra informanter.

En ikke-lineær pragmatisk tilnærming preget fremgangsmåten i forskningsprosessen. Reisen fra litteratursøk til formulering av forskningsspørsmål fulgte ikke en lineær vei, og tilfeller av å ta noen steg tilbake, før videre fremgang, ble observert. Intervjuer ble utført med en viss spredning, noe som genererte ny innsikt underveis. Som et resultat, har endringer i både intervju spørsmål i intervjuguiden og i forskningsspørsmålene oppstått gjennom forskningsprosessen.

1.5 Begrepsforklaringer

Monokultur er oppdrett av en art. Lakseoppdrett er et eksempel på monokultur, med mindre de har benyttet seg av «hjelpesarter» som rensefisk for å fjerne lus. Da er det ikke lenger definert som monokultur (Holm, 2018).

Polykultur er oppdrett av flere arter til samme tid og sted, begrepet stammer fra landbruket. Polykultur kan bidra til å redusere sykdomsrisiko, da det blir mindre individtetthet av hver enkelt art enn ved monokultur. Avanserte polykulturer kan etterligne naturlige økosystemer ved å ha høyere biodiversitet enn monokulturer. Dette kan være der artene har ulik atferd, forskjellige fødepreferanser eller lignende som gir ensidig eller gjensidig nytte (Holm, 2018).

Lavtrofisk er marine arter som ligger lavt i næringskjeden; tang og tare, tunicater, blåskjell og krill er alle lavtrofiske. Laks, torsk og ørret ligger høyt i næringskjeden og er **høytrofisk**.

IMTA (Ingrated Multi-Trophic Aquaculture / Integreert Multi-Trofisk Akvakultur) innebærer samdyrking av flere arter fra ulike nivå i næringskjeden (flere trofiske nivå). Det defineres som oppdrett som omsetter biprodukter fra en annen vannlevende art som innsatsfaktor til minst en annen vannlevende art. Dette kan være avfall, gjødsel eller føde. Integreert i denne sammenheng, betyr overføring av energi og næring mellom arter (Carver et al., 2006). IMTA handler om å finne løsninger for bedre ressursutnyttelse, mer miljøvennlig produksjon og effektiv sambruk av areal. Da kan man både øke fôrutnyttelsen, produsere mer biomasse og samtidig redusere avfallsmengden (SINTEF, 2023c).

Eutrofiering er vann som har fått forhøyede næringsverdier, oftest som følge av menneskelig aktivitet. Se kapittel 4.1 for mer utdypende forklaring.

Multitrofisk er fisk som lever på forskjellige nivåer i havet. Det er ikke nødvendig at artene blir oppdrettet samtidig eller på samme sted.

Integreert havbruk brukes vanligvis synonymt med IMTA og samdyrking (Holm, 2018). Dette kan være overskuddsnæring fra lakseoppdrett som tas opp av tare og tunicater.

SVO særlig verdifulle og sårbare områder

PES (Payment for ecosystem services/betaling for økosystemtjenester), se kapittel 3.6 for mer utdypende forklaring.

2.0 Tunikater

Tunikaten er en organisme som naturlig finnes i skandinaviske farvann (Carver et al., 2006). Den er kjennetegnet som raskt voksende, hardfør og næringsrik (*Bergentz, 2017; Samuelsen et al., 2022.*). Tunikaten ernærer seg ved å filtrere næringsalter fra havet, og dermed har den potensial til å bidra til å motvirke eutrofiering i havområder ved å fjerne fosfor og nitrogen (*Hackl et al., 2017.; Petersen & Riisgard, 1992.*). Dette er en verdifull økosystemtjeneste som potensielt kan fungere som et supplement til tradisjonelle renseanlegg og bidra til å forbedre biodiversiteten i sårbare havområder (J. Petersen & Riisgard, 1992). Tunikatens biomasse har flere bruksområder, inkludert fôr, mat og farmasøytiske produkter (Vold Bjordal et al., 2022). I denne oppgaven ekskluderes bruk av biomassen til biodrivstoff, da biodrivstoffmarkedet er sterkt prisorientert. I et høykostland som Norge kan det være mer lønnsomt å vurdere alternativer som bidrar til høyere verdiskaping fra tunikatbiomassen. Denne vurderingen er basert på teorien om den biobaserte verdipyramiden i kapittel 8.2.

2.1 Taksonomi

Rike: Dyreriket Animalia

Rekke: Ryggstrengdyr Chordata

Underrekke: Kappedyr Tunicata

Klasse: Sekkdyr Ascidiacea

Orden: Enterogona

Underorden: Phlebobranchia

Familie: Cionidae

Slekt: Ciona

Det vitenskapelige navnet er *Ciona Intestinalis* (Linnaeus, 1767) (Artsdatabanken, u.å.)

Den er observert langs hele norskekysten og er ansett for å være livskraftig (Carver et al., 2006)



Figur 2; Pronofa ASA

2.2 Tunikatens biologi

Tunikater er marine virvelløse dyr som har evnen til å filtrere vannet de lever i (Carver et al., 2006). De har en unik kroppsstruktur med en vannfylt sekkliggende kropp og to røråpninger (Carver et al., 2006). Den grønnaktige fargen med gule flekker og den gjennomskinnelige sylindrerformede kroppen har gitt tunikaten det latinske navnet *Ciona intestinalis*, som refererer til dens likhet med en søyleformet tarm. Tunikaten kan ligne på flere tarmar som strekker seg ut fra en stein og kan vokse opptil 20 cm i lengde (J. Petersen et al., 1995). Veksten varierer avhengig av mengden matpartikler og temperatur, og de kan vokse så mye som 20 mm i måneden med en maksimal vekstrate på 7,7 % (Torrissen et al., 2018) (Carver et al., 2006) (Dybern, 1965).

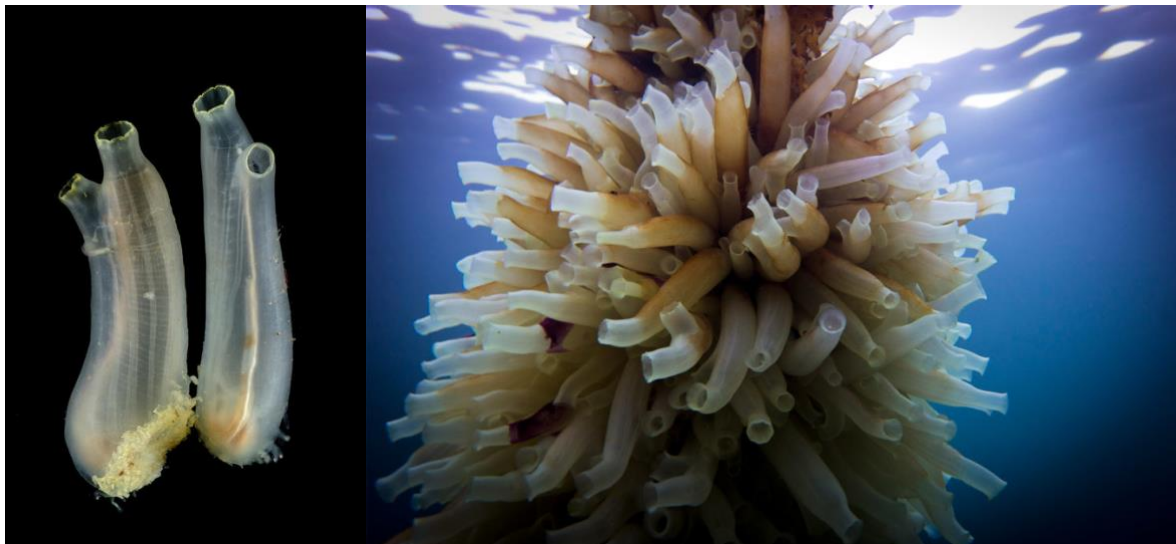
Tunikatens kropp har to tydelige sifoner, en øvre innstrømningsåpning og en nedre utstrømningsåpning, se figur 3 (Berrill, 1947). Gjennom disse sifonene pumper tunikaten vann inn i seg, samtidig som den filtrerer ut bakterier, phytoplankton og andre mikroorganismer (Loo & Petersen, 2013). Under optimale forhold kan en tunikat på størrelsen 50-60 mm filtrere rundt 9 liter vann per time (Loo & Petersen, 2013). Tunikatens filtreringseffektivitet er på 100 % for partikler som er større enn 1-2 µm, noe som betyr at den effektivt tar opp partikler på størrelse med de største bakteriene og større (Loo & Petersen, 2013). Denne filtreringsevnen gjør tunikaten særlig relevant i områder med høye nivåer av næringsstoffer (Hackl et al., 2017.; Petersen & Riisgard, 1992) (Loo & Petersen, 2013).

Tunikaten formerer seg ved å gyte to ganger i året (Millar, 1952). Den reproduktive modenheten varierer avhengig av temperatur, tilgang på mat og populasjonen (Millar, 1952) (Dybern, 1965). Kjønnsmodning er mer knyttet til størrelsen på individet enn alderen (Millar, 1952). Tunikatene blir kjønnsmodne når de når en lengde på 50-80 mm (8-10 uker) (Carver et al., 2006). De er hermafroditter, men de kan ikke befrukte seg selv (Carver et al., 2006) (Millar, 1952). Hvert individ produserer kontinuerlig kjønnsceller, og estimert mengde ligger på 10 000-100 000 egg per individ (Carver et al., 2006). Store egg og spermier blir utstøtt av de voksne hermafrodittene og møtes i vannmassene (Millar, 1952). Dette er sannsynligvis grunnen til at tunikaten kalles "sea squirt" på engelsk. Egg og sædceller kan være tilstede i vannsøylen i 1-2 dager, mens larvene er fritt svømmende i 2-10 dager (Carver et al., 2006). Tiden det tar for eggene

å klekke avhenger av temperaturen, men generelt klekkes befruktede egg etter 1-3 dager (Berrill, 1947).

Når larven klekkes, har den ett mål for øyet - å finne et passende underlag å feste seg til (Berrill, 1947). Larvene kan spres over avstander på 100-1000 meter avhengig av hydrografiske forhold og andre faktorer (Millar, 1952). I denne pelagiske fasen er larvene fortsatt fritt svømmende i vannmassene, men når de har etablert seg på et passende underlag, starter metamorfosen (Berrill, 1947). Deler av nervesystemet blir reabsorbert, og larven mister hjernelignende strukturer og synsevne (Berrill, 1947). Vevene i kroppen blir dermed reorganisert til en mer primitiv form som er tilpasset deres fastsittende livsstil (Carver et al., 2006) (Millar, 1952). Evolusjonært sett er dette en energieffektiv tilpasning, ettersom det ikke er hensiktsmessig å opprettholde et avansert nervesystem når individet skal være fastsittende resten av livet (Carver et al., 2006).

Levetiden til tunicater varierer avhengig av temperatur. I varmere breddegrader (ca. 15-25°C) lever de vanligvis i 3-6 måneder, mens i kaldere områder (5-20°C) kan de leve opptil 1-2 år (Torrissen et al., 2018) (Berrill, 1947) (Carver et al., 2006) (Millar, 1952) (Dybern, 1965) (Norén et al., 2012)



Figur 3 (Jan, 2022) og figur 4 (Døskeland, 2013)

2.3 Tunikatens næringsinnhold og bestanddeler

Tunikater er unike blant dyreriket da de er i stand til å produsere cellulose, en egenskap som vanligvis er karakteristisk for planter (Zhao & Li, 2014). Dermed kan tunikater anvendes som bioetanol-drivstoff (Hackl et al., 2017). Denne celluloseproduksjonen finnes i den ytre mantelen til tunikaten, som fungerer som en strukturell komponent og bidrar til å opprettholde den karakteristiske sylindriske formen (Carver et al., 2006). Mantelen inneholder også svovelsyre og saltsyre, som kan ha en antipredatorfunksjon. Predatorer som krabber har en tendens til å klippe opp mantelen for å spise den protein- og fettrike indre delen av dyret, mens korstroll unngår å spise mantelen (Loo & Petersen, 2013). Selv om det er observert tilfeller der fiskearter har spist tunikater, er det usikkert om disse artene er i stand til å bryte ned mantelen, og hvorvidt tunikater er en foretrukket matkilde i forhold til annen føde (Torrissen et al., 2018).

Foreløpige resultater viser at det indre vevet i tunikaten inneholder en betydelig mengde proteiner (60%) og omega-3 fettsyrer (3,5%) (Bergentz, 2017). Blodcellene og vevet til tunikatene inneholder også en bred sammensetning av antimikrobielle stoffer, noe som kan være av interesse for forskere som søker å utvikle anti-inflammatoriske midler og probiotika (Carver et al., 2006). Tunikater består hovedsakelig av vann (95%) og har dermed et høyt saltinnhold (Bergentz, 2017) (Loo & Petersen, 2013). Da tunikaten er filterspiser, har den spor fra tungmetaller som magnesium, vanadium, sink og jern (Carver et al., 2006).

2.4 Habitat

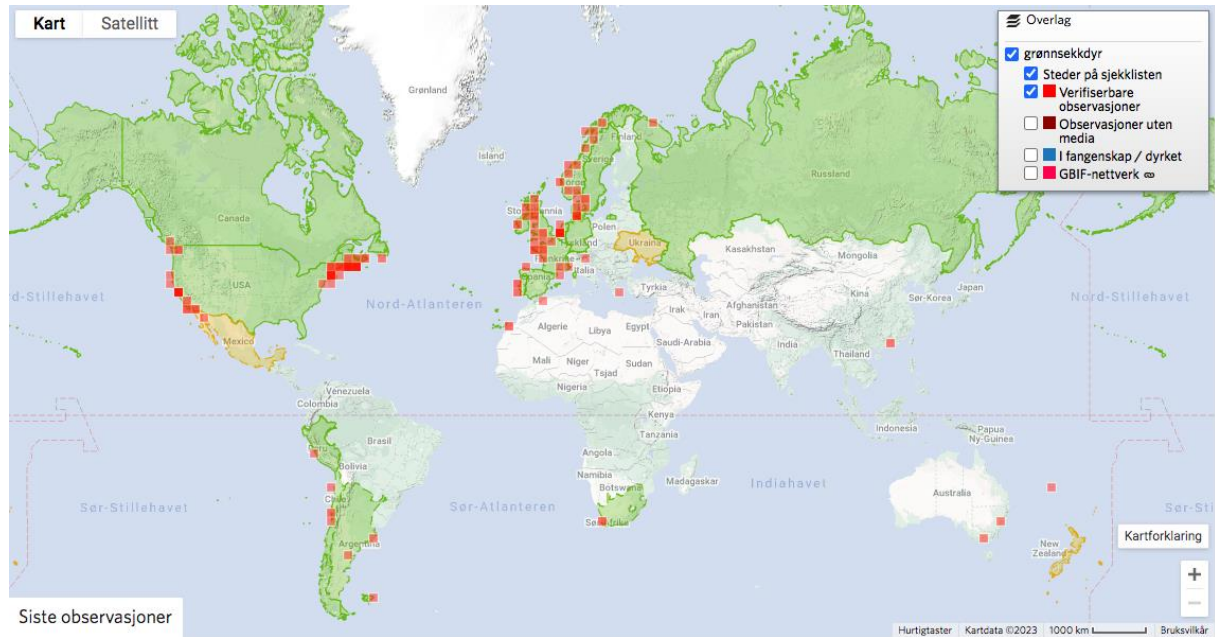
Tunikaten har sin opprinnelse fra de nordeuropeiske havområdene og er å anse som en livskraftig organisme, den ble klassifisert av Carl von Linné i 1767 (Artsdatabanken, u.å.) (Norén et al., 2012). Tunikaten har vært en modellorganisme i evolusjonær utviklingsbiologi i over 100 år (Torrissen et al., 2018). Genomet er sekvensert, og dette har gitt en god biologisk forståelse om dens naturlige habitat (Torrissen et al., 2018).

Tunikaten tåler et stort spenn når det gjelder temperatur og saltinnhold (Carver et al., 2006). Den kan leve i temperaturer fra -1 til + 30 grader med saltkonsentrasjon mellom 12-40 promille og trives fra 2 til dypere enn 100 meter under havoverflaten (Carver et al., 2006) (Norén et al., 2012). Tunikater som lever mellom 2-20 meter dypt, gyter i april-juni og august (Millar, 1952; J. Petersen et al., 1995). De som lever på havdypet gyter kun en gang i året, med en levealder på opptil to år (Bergentz, 2017) (Dybern, 1965). Toleransen for normal eggutvikling er mellom 8 til 22 grader og 6 til 24 grader for larveutvikling (Carver et al., 2006).

En studie fra 2014 (Renborg et al., 2014) viste at det var stor grad av fenotypisk plastisitet (evne til å tilpasse sine egenskaper) i populasjoners toleranse av saltinnhold. Studiet viste også at det var viktig med akklimatisering av foreldregenerasjonen for å sikre larvenes overlevelse i nye miljøer (Torrissen et al., 2018) (Renborg et al., 2014).

Tunikaten er vanlig i norske farvann, og lever gjerne på grunt vann (Carver et al., 2006). De sitter ofte i grupper av enkeltindivider (Torrissen et al., 2018). Det kan bli store mengder av de på bryggestolper, moloer, stein og alger (Sømme, 2023). Det varierer hvor tett disse individene etablerer seg. Det kan være opptil 10.000 individer per m², men det vanligste er ca. 2.500 voksne individer per m² over hele vannkolonnen ved etablering på forskjellige strukturer i akvakultursammenheng (Dybern, 1965). Tettheten i naturlige miljøer er noe lavere, da er det rapportert fra 1.500-5.000 individer per m² (Torrissen et al., 2018).

Tunikaten trives også utenfor Skandinavia, og har spredd seg til flere områder i verden hvor den anses som et problem for de andre hjemmehørende artene, se figur 5 (Norén et al., 2012) (Carver et al., 2006). Muslingindustrien er spesielt sårbar for tunikater, da tunikatene vokser som ugress på blåskjellinstallasjonene og forårsaker nedsatt produksjon og økte renskostnader (Norén et al., 2012). Bio-begroing av skipsskrog og ballastvann utgjør en trussel for miljøet, da akvatiske invasive arter kan forstyrre det opprinnelige økosystemet (Carver et al., 2006). Tunikaten fester seg gjerne på det meste av havinstallasjoner langs kyst og brygger, samt på annet marint utstyr innen akvakulturnæringen (Carver et al., 2006). Larvene har begrenset levetid, så det er antagelig unge og voksne tunikater som spres med skipsfartøy (Bellona, 2022b; Norén et al., 2012; *Sluttrapport Ekologiska effekter av ascidieodling.pdf*, u.å.).



Figur 5 (Inaturalist, 2023)

2.5 Sykdom og parasitter

Til tross for begrenset innsikt om sykdomsutbredelse hos tunikater, er det rapportert om tilfeller av parasitter i naturlig forekommende populasjoner (Ciancio et al., 1999, 2001; Ibrahim, 2016) (Scippa et al., 2000). Virkningen av disse parasittene fremstår fortsatt som ukjent, og det foreligger få studier som har undersøkt deres innflytelse i en storskala kultiveringssammenheng for tunikater (Torrissen et al., 2018). Basert på en niårig pilotstudie av tunikatdyrking i Øygarden, ble det ikke identifisert parasitter som hadde en betydelig innvirkning på produksjonen (pers. komm. Ocean Bergen) (Torrissen et al., 2018). Selv om det ble funnet tarmparasitter tilhørende subklassen Gregarina, gjenstår det å klargjøre hvilken effekt disse har på tunikater (Torrissen et al., 2018).

Global oppvarming og økende sjøtemperaturer vil sannsynligvis skape mer gunstige forhold for patogeners levedyktighet og spredning (Torrissen et al., 2018). Derav forventes en økning i risiko for sykdomsproblematikk hos dyrkede organismer (Torrissen et al., 2018). Økende fokus rettes mot opptak av mikroplast i næringskjeden, spesielt i forhold til filtrerende organismer som renser store vannvolumer for partikler (Torrissen et al., 2018). Foreløpig er effektene av mikroplast på filtrerende organismer

svakt utforsket, men det uttrykkes bekymring for potensiell innvirkning på den ernæringsmessige verdien av matvarer (Torrissen et al., 2018). Ved vurdering av fremtidige arter for mat- og biomasseproduksjon, bør en analyse av artenes toleranse for forventede miljøendringer inngå (Torrissen et al., 2018).

2.6 Japansk sjøpung, Havnespy

Havnespy representerer en ikke-innfødt art med opprinnelse fra det vestlige Stillehavet (Järnegren et al., 2023). Dens først registrerte opptreden i Norge dateres tilbake til november 2020, i Stavanger (Järnegren et al., 2023). Ved februar 2023, har det blitt registrert tilstedeværelse på fem forskjellige steder i Vestlandet (Järnegren et al., 2023).

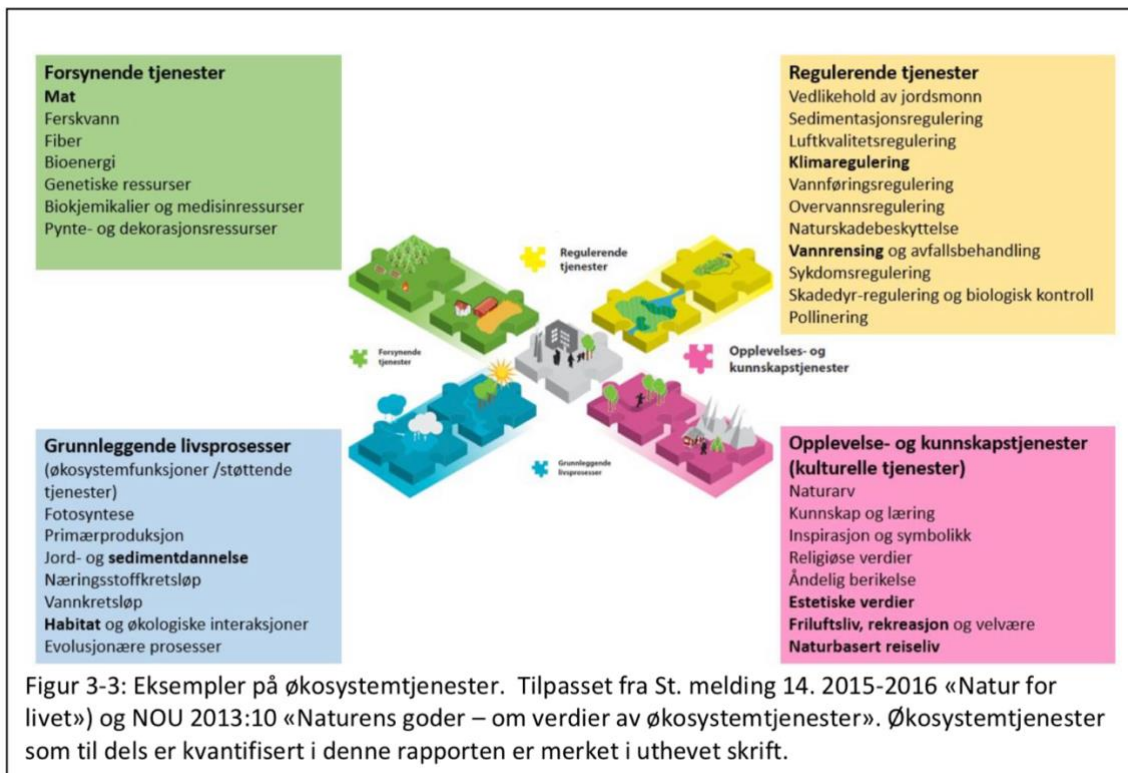
Karakterisert som invasiv, produserer Havnespy teppe-lignende kolonier som har potensiale til å konkurrere ut andre arter ved å vokse over dem, noe som kan redusere deres livsfunksjoner og muligheter for vekst (Järnegren et al., 2023). Denne arten har en bemerkelsesverdig vekstrate og er i stand til å forplante seg både seksuelt og aseksuelt, og har få naturlige rovdyr (Järnegren et al., 2023).

Spredningen av Havnespy til forskjellige sårbare økosystemer og habitater kan ha betydelige negative konsekvenser for det biologiske mangfoldet i Norge (Järnegren et al., 2023). Videre kan dens etablering potensielt ha ugunstige effekter på marin næringslivsvirksomhet og det er uvisst hvorvidt den er en trussel for tunikaten (Järnegren et al., 2023).

3.0 Økosystemtjenester

Naturressurser er materialer og energi som er viktige for mennesker. Ressursene kan kategoriseres som varige (sol og vind), fornybare (luft, vann, matjord, planter og dyr) og ikke-fornybare (metaller, olje og kull)(Miller & Spoolman, 2009). Økosystemtjenester beskriver alle de goder, produkter og tjenester som naturen gir menneskene (Myhre, 2023). Summen av naturressurser og økosystemtjenester kalles naturkapital (Miller & Spoolman, 2009). Dette er da en antroposentrisk verdivurdering av naturen, da den får sin verdi ut fra menneskets nytte av naturen (*antroposentrisk - Det Norske Akademis ordbok*, u.å.) (Fischer, 2014) (Chen et al., 2019). Ved å synliggjøre sammenhengen mellom tilstanden i økosystemtjenestene og menneskelig velferd, kan det styrke interessen for å bevare biomangfold (Reid et al., 2005). Begrepet økosystemtjeneste brukes ofte innen naturforvaltning for å beregne den økonomiske verdien av natur og naturens tjenester (NOU 2013: 10). Økosystemtjenestene deles gjerne i fire kategorier: Forsynende, regulerende, støttende og kulturelle (Chen et al., 2019) (Reid et al., 2005; Myhre, 2023), se figur 6.

- **Forsynende tjenester:** Konkrete goder som kan byttes, handles eller brukes. Dette kan være mat, materialer og biotisk fornybar energi, samt tømmer til brensel og husbygging.
- **Regulerende tjenester:** Prosesser som oppnås i naturen som er relevante for menneskers miljø. Dette kan være nedbryting av avfall, sykdomsforebygging vann og luftrensing, pollinering, karbonlagring og flomdemping fra myrer.
- **Støttende tjenester:** De grunnleggende livsprosessene som er nødvendige for økosystemene sin fungering, da de inngår i det komplekse økologiske samspillet. Fotosyntese, næringsstoffkretsløp, vannkretsløp og jorddannelse er alle viktige livsprosesser for livet på jorda.
- **Kulturelle tjenester:** De ikke-materielle tjenestene som mennesker kan få fra naturen. Det kan være vitenskapelige oppdagelser, friluftsliv og rekreasjon, spirituelle, kulturelle og religiøse opplevelser.



Figur 6 (Chen et al., 2019)

Tunikater kan bidra med flere økosystemtjenester:

- **Forsynende tjenester:** Tunikater kan benyttes som fôr, mat, bioenergi, biomedisinske applikasjoner, helsekost og tekstil (O. Andersen et al., 2017) (Vold Bjordal et al., 2022) (Karnaouri et al., 2020) (Zhao & Li, 2014)
- **Regulerende tjenester:** Da tunikater er filterspisere, kan de ta opp næringssalter fra sjøen og forhindre eutrofiering (*Hackl et al. - 2017 - Cultivating Ciona intestinalis to counteract marin.pdf*, u.å.; Hackl et al., 2017; J. Petersen & Riisgard, 1992)
- **Støttende tjenester:** Filtrerende organismer som tunikaten er en del av det nødvendige og komplekse økosystemet for både næringsstoffkretsløp og vannkretsløp, samt som habitat for andre marine arter (Carver et al., 2006).

- **Kulturelle tjenester:** Tunikaten er en del av livet under havet, og kan bidra til flere vitenskapelige oppdagelser og opplevelser ved friluftsliv og rekreasjon under vann. Da tunikaten kan være habitat for andre marine arter, vil dens tilstedeværelse kunne skape en større dykkeropplevelse.

Noen av disse økosystemtjenestene blir omtalt i dette kapitlet.

3.1 Fôrråvare

Norge produserer store mengder laks og hele 92 % av råvarene som brukes i laksefôret er importert (NCE Seafood Innovation, 2022). Det utgjør mer enn tre fjerdedeler av laksens klimaavtrykket når en laks havner på middagstallerkenen i Europa (Gjøsund et al., 2020). Fôrsammensettingen består av om lag 73% vegetabiliske råvarer og 22% marine ingredienser (Vold Bjordal et al., 2022). Den største enkeltfraksjonen på 21% er soyaproteinkonsentrat (NCE Seafood Innovation, 2022). Det er kun 0,4% av fôret som er nye ingredienser, som insektmel, mikroalger og encelleprotein (NCE Seafood Innovation, 2022). Det er bred politisk enighet om at det er viktig å finne nye bærekraftige fôrråvarer (Gjøsund et al., 2020) (Statsministerens kontor, 2021). En økning av dagens fôrsammensetning vil bidra til ytterligere press på jordbruksarealer og konflikt mellom å dyrke fôr eller mat, samt føre til økt ferskvannsforsbruk og konkurranse om fiskeriressurser (Vold Bjordal et al., 2022).

Regjeringen meldte inn et forsterket klimamål til FN den tredje november 2022 (Klima- og miljødepartementet, 2022). Dette målet innebærer å redusere utslippene med minst 55 % innen 2030, sammenlignet med nivået i 1990 (Klima- og miljødepartementet, 2022). Det vil kreve en stor omstilling for å nå dette målet (Vold Bjordal et al., 2022). Parallelt med det forsterkede klimamålet, har regjering i Hurdalsplattformen etablert et eget mål hvor regjeringen vil: «Stimulere til økt bærekraft gjennom et eget program for produksjon av bærekraftig fôr basert på norske ressurser, sette mål om at alt fôr til havbruksnæringen skal være fra bærekraftige kilder innen 2030, og legge til rette for bruk av karbon (CCU) innen fôrproduksjon» (Statsministerens kontor, 2021).

Det er da helt avgjørende for norsk havbrukssektor å sikre seg en fremtidig stabil tilgang på gode råvarer som oppfyller disse kriteriene. Dette ledet til en samarbeidsplattform mellom flere av de store aktørene og organisasjonene innen havbruksnæringen. Samarbeidet inkluderer Bellona, Sjømat Norge, Aker BioMarine, Biomar, Cargill, Mowi, Nordnes, Ocean GeoLoop, Pelagia Hordafôr, Skretting og Zooca. Dette samarbeidet har resultert i rapporten «Hva skal laksen spise? Råvareløftets veikart og barrierestudier for nye fôrråvarer» (Vold Bjordal et al., 2022). Disse selskapene har internasjonal spisskompetanse og ledende posisjoner i markedene, dermed kan de sette ny presedens for en fremtidig bærekraftig fôrindustri langt utover Norges grenser. Rapporten (Vold Bjordal et al., 2022) indikerer at tunikater vurderes som en viktig kilde for å møte det voksende behovet for marine proteiner og fettsyrer. Dermed kan tunikaten være velegnet som erstatning for fiskemel og fiskeolje. Preliminære studier utført av Ocean Bergen AS viser lovende resultater med bruk av tunikater som fôr til laks (Torrissen et al., 2018). Bruken av tunikatprotein i husdyrfôr kan også bidra til å redusere forbruket av andre ingredienser som soyabønnemel (Vold Bjordal et al., 2022) (O. Andersen et al., 2017). En annen fordel er at utvinning av disse ressursene fra tunikaten ikke vil legge ytterligere press på eksisterende fiskeribestander (Torrissen et al., 2018).

Det er innmaten av tunikaten som kan benyttes til fôr, da den ytre kappen/tunika består av cellulose (Carver et al., 2006). Tunikatmel fremstilt fra innmaten har en god sammensetning av protein og fettsyrer med kvalitet som er tilsvarende fiskemel- og olje (Samuelsen et al., 2022.). I litteraturen er det sprikende tall på næringsinnhold i tunikatmel, men det ser ut til å inneholde mellom 6–23.4 % lipider 2,3 og 50–61.7 % protein (Vold Bjordal et al., 2022) (Samuelsen et al., 2022.). Tunikater er godkjent som fôrmiddel og proteinkvaliteten ligner på fiskemel, med en gunstig aminosyreprofil. Det er lite fett, men inneholder de etterspurte marine fettsyrene EPA og DHA (Gjøsund et al., 2020). Pronofa (Pronofa, 2023) har estimert et karbonavtrykk på tunikatmel på 0,8 CO₂eq/kg per kilo protein. Estimater er basert på en metode fra tidligere livsløpsstudier for den blå biomassen (Thomas et al., 2021, u.å.). Dette er mindre enn de lavest brukte marine ingrediensene som benyttes til laksefôr nå, visualisert gjennom figur 7.

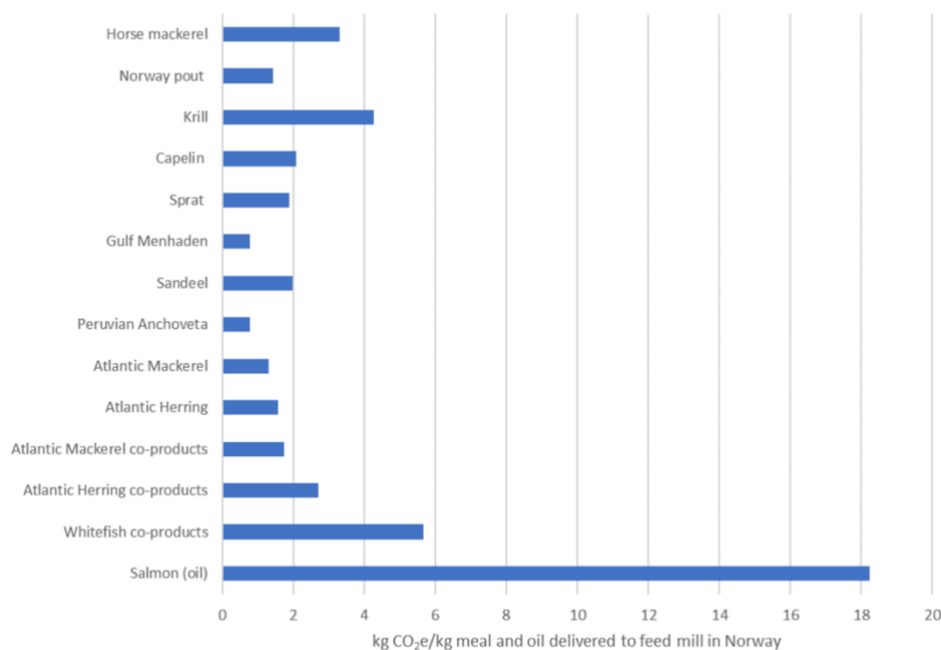
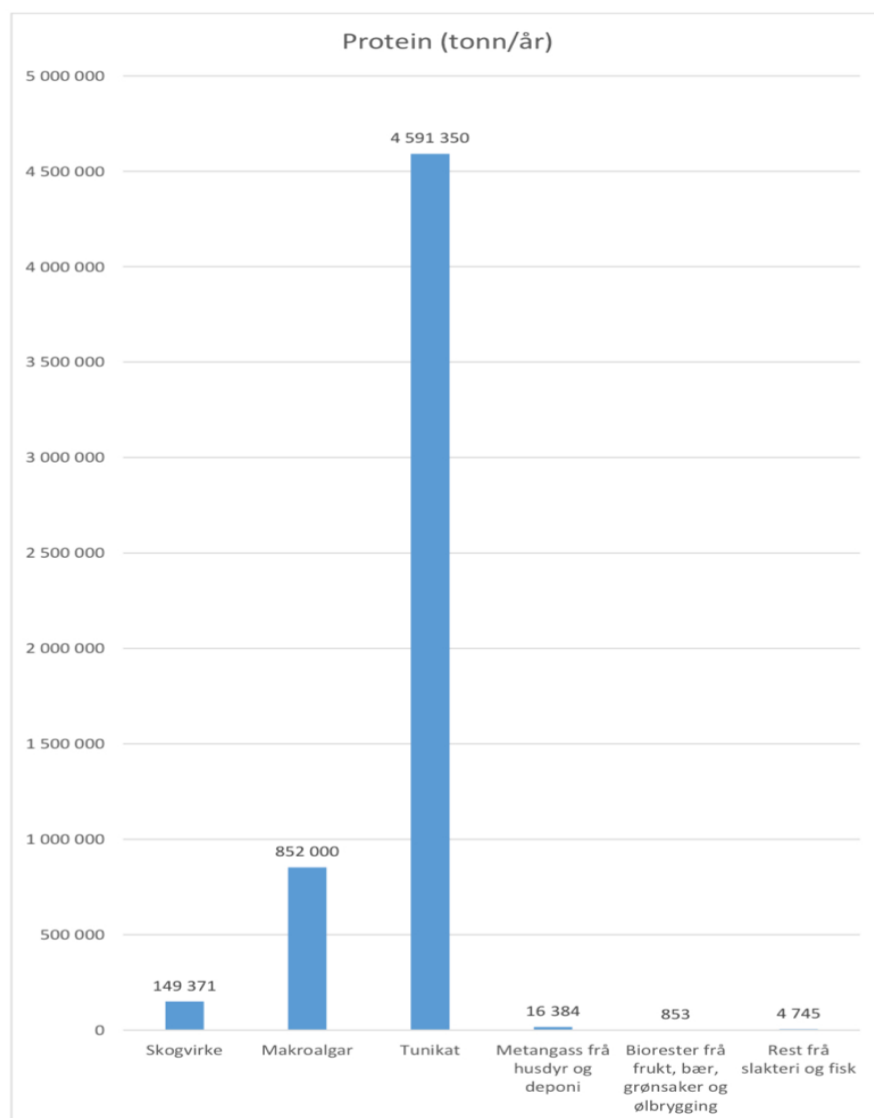


Figure 3-6 Greenhouse gas emissions of marine ingredients as delivered to feed mill in Norway, the value is the same for both meal and oil product since mass allocation is used.

Figur 7; fra SINTEF-rapport (Winther et al., 2017)

Vestlandsforskning (*Vestlandsforskning*, u.å.) hadde et prosjekt hvor de kartla aktuelle proteinkilder til dyre- og fiskefôr i de tidligere fylkene Hordaland og Sogn og Fjordane (nå en del av Vestland fylke) (O. Andersen et al., 2017). Forskningen fant at potensialet ved nydyrking av tunikat og makroalger var betydelig større enn ved flere andre proteinkilder fra nye biologiske råstoffer og restressurser (Berthelsen, 2018). Proteinkildene som ble sammenlignet (se figur 8), var restressurser fra trevirke, biogass fra husdyr og deponi, slakteri- og fiskeavfall, samt rest fra frukt- bær- og grønnsaker og ølbrygging (O. Andersen et al., 2017). Forskernes beregninger viste at man ved storskaladyrking av tunikater kan forvente en produksjon på 100-200 kg per kvadratmeter (O. Andersen et al., 2017). Da 95% av tunikatene inneholder vann, gir dette 4,5 kg protein per kvadratmeter (O. Andersen et al., 2017). Disponibelt areal for dyrking ble satt til 1020 kvadratkilometer, hvilket da har potensial for en årlig produksjon av 4,6 millioner tonn protein, det er nok til å dekke fôr til lakseoppdrett hele 9 ganger (O. Andersen et al., 2017).



Figur 1 Potensiale for nytt fôrprotein frå ulike lokale kjelder i Hordaland og Sogn og Fjordane.

Figur 8; Potensiale for nytt fôrprotein, Vestlandsforsking (O. Andersen et al., 2017).

Fremstående aktører innen landbruk, Norsk Kylling, Norgesfôr og Pronofa, har inngått en innovasjonsavtale innenfor fôrutvikling, med fokus på blågrønne løsninger (Pronofa, 2021). Avtalen omhandler utviklingen av et nytt fôrprodukt, basert på ingredienser som insektmel og tunikater. Fôret vil bli utarbeidet ved Norgesfôr og undergå en rekke tester ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) (Pronofa, 2021).

Ved bruk av ny og avansert utstyr for utvikling av ingredienser, har forskere ved Nofima påvist at det er mulig å erstatte over 50 prosent av fiskemelet med tunikatmel uten å påvirke den fysiske kvaliteten på fôret negativt (Lilleholt Kraugerud, 2020). Gjennom deltakelse i EU-prosjektene AQUABIOPRO-FIT og FutureEUAqua, samt det svenske VINNOVA-finansierte prosjektet Marine Feed, har forskningsgruppen oppdaget at tunikatmel innfrir de ernæringsmessige behovene hos fisk (Lilleholt Kraugerud, 2020). Dette skyldes blant annet at tunikatmel er rikt på de essensielle aminosyrene fisk behøver for proteinsyntese. Imidlertid gjenstår det en utfordring relatert til å redusere saltinnholdet i tunikatmel (Lilleholt Kraugerud, 2020). Det trengs mer forskning for å fylle kunnskapshullene om tunikaters evne til å absorbere algetoksiner. Dette inkluderer dokumentasjon av tunikatens sikkerhet som fôr og dens egnethet som ingrediens i fiskefôr, både teknologisk og ernæringsmessig (Vold Bjordal et al., 2022).

3.1.1 Mat vs. fôr

Konflikten mellom mat- og fôrproduksjon handler om optimal utnyttelse av jordbruksressurser (Breewood & Garnett, 2020). Sentralt i diskusjonen står bruken av betydelige jordbruksområder for produksjon av dyrefôr fremfor mat beregnet på direkte menneskelig konsum (Godfray et al., 2010). Effektiviteten er typisk lavere når avlinger anvendes for å produsere dyrefôr som igjen blir menneskeføde, sammenlignet med å dyrke mat direkte for mennesker (Breewood & Garnett, 2020). Gitt de stadig økende utfordringene med global befolkningstilvekst og klimaendringer, tiltar behovet for bærekraftige løsninger på dette komplekse problemet (Godfray et al., 2010).

Et signifikant fortrinn ved substitusjon av tunikat for tradisjonelle fôrkomponenter er frigjøringen av dyrkbar jord og mindre trykk på avhugging av regnskogen (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017) (Landbruks- og matdepartementet, 2021). Forbruket av soya i norsk fiskeoppdrett er betydelig (NCE Seafood Innovation, 2022). I 2015 ble det importert soyaproteinkonsentrat (SPC) til Norge som tilsvarte en mengde av 677 394 tonn soyabønner (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017). Produksjonen av disse soyabønnene okkuperer et areal på om lag 2250 km² i Brasil, noe som tilsvarer

dimensjonene til Vestfold fylke i Norge. Det geografiske omfanget som norsk oppdrettsindustri tar i bruk i Brasil, er like stort som 11 000 småbruk i brasilianske proporsjoner (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017). Norske fiskefôrprodusenter kjøper ofte soya sertifisert gjennom ProTerra-initiative, enda denne sertifiseringen tillater avskoging av delvis degradert skog og bruk av farlige pesticider under visse betingelser (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017). Manglende kontrollrutiner og offentlig innsyn begrenser effektiv vurdering av miljøpåvirkning (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017). På grunn av den vedvarende globale etterspørselen, kan reduksjon av soyaforbruket være den mest bærekraftige løsningen (Lundeberg & Leifsdatter Grønlund, 2017).

Hvis tunikater benyttes som husdyrfôr, kan det øke produksjon av matkorn på norske landbruksarealer. Norge preges av en distinkt mangel på landbruksareal i forhold til global sammenheng (Landbruks- og matdepartementet, 2021). Bare 3 % av det totale landarealet i Norge er dyrket mark, og bare 30 % av dette dyrkbare arealet er passende for produksjon av matkorn (Landbruks- og matdepartementet, 2021). Ingen medlemsland i den Europeiske Union kan fremvise en lavere andel (Landbruks- og matdepartementet, 2021). Majoriteten av dette landbruksarealet blir anvendt for produksjon av dyrefôr, som deretter transformeres til kjøtt, melk, eller egg (Landbruks- og matdepartementet, 2021). God matjord krever århundrer for å bli dannet, noe som i praksis plasserer det som en ikke-fornybar ressurs (Landbruks- og matdepartementet, 2021). Ved å innføre bærekraftige alternativer for fôrråvarer, kan denne verdifulle jordressursen omdisponeres for produksjon av menneskelig konsumpsjon i stedet for dyrefôr. Dette vil i fremtiden kunne stabilisere matproduksjon og forbedre matsikkerheten, hvilket er i tråd med Regjeringens nylig oppdaterte jordvernstrategi (Landbruks- og matdepartementet, 2021) (matdepartementet, 2023).

3.2 Næringsmidler

På tross av at 70% av jordens overflate er dekket av vann, er det kun 2% av maten mennesker spiser som er sjømat . Jordbruket har bidratt til enorme miljøforringelser og global oppvarming. Globalt har matsystemene forårsaket 80% av avskogingen og forbraker 70% av ferskvannet, samt er hovedårsaken til tap av biologisk mangfold (FAO, 2022; Godfray et al., 2010; *Vold Bjordal et al., 2022.*)

Pronofa har planer om å lansere flere næringsmidler høsten 2023 (*Pronofa, 2023*). De har utviklet en metode for å lage kjøttdeig av tunikatene. Denne kjøttdeigen har tilsvarende bruksområder som ordinær kjøttdeig, og skal smake veldig godt, hevder de. Pronofa mener tunikatkjøttet deler mange kvaliteter med andre kjøtttyper, uten å ha en utpreget marin smak som assosieres med fisk eller skalldyr. Dette gjør, i følge Pronofa, tunikatkjøttet passende for en rekke populære matretter, inkludert taco, pasta, pizza, hamburgere (figur 9), kjøttboller, «steamed buns» og vårruller. En umamifond laget av tunikatkraft kan, mener Pronofa, benyttes for å forsterke smaksprofilen i ulike matretter som gryter, wok-retter, sauser og supper.

Pronofa jobber med å utvikle den mest optimale smaken og teksturen for sitt tunikatprodukt før det lanseres på konsumentmarkedet. I følge Pronofa, er det flere faktorer som må vurderes (pers. komm.). Temperaturbehandling, koketid og kutteteknikk er viktig ledd rundt selve prosesseringen. Videre kan innhøstingsmetode og innhøstingstid ha en påvirkning på smaken (pers. komm.). Holdbarheten på produktet må Pronofa også ta stilling til, samt hvorvidt kvaliteten forringes ved frysing (pers. komm.).

I Norge er det antagelig kun Pronofa som er i ferd med å utvikle dette, i samarbeid med det svenske firmaet Marine Taste AB. Dette firmaet ble kjøpt av Pronofa sommeren 2022 (*Pronofa, 2023*).



Figur 9; Tunikatburger (Pronofa ASA)

I rapporten «Råvareløftet – hva skal laksen spise?» (Vold Bjordal et al., 2022) blir dokumentasjon på tunikaters evne til å ta opp algetoksiner etterspurt for at tunikater skal anses som trygt fôr. Det er da grunn til å anta at det også bør foreligge dokumentasjon på dette hvis tunikater skal benyttes som næringsmiddel.

3.3 Biofarmasøytika

Kappedyr som tunicaten, er den eneste kjente dyregruppen som produserer cellulose (Zhao & Li, 2014). Ocean TuniCell AS i Bergen har i flere år forsket på å anvende tunikater i biomedisinske applikasjoner som vevsteknikk og regenerativ medisin (Ocean TuniCell, 2023). Under denne forskningen mener TuniCell-forskerne at cellulosen fra tunicatene ligner menneskekroppens eget kollagen i struktur. I tillegg har cellulosen fra tunikater høy mekanisk styrke og er en ultraren polymer som består av over 99% glukose, som er kjent for menneskekroppens celler (Karnaouri et al., 2020).

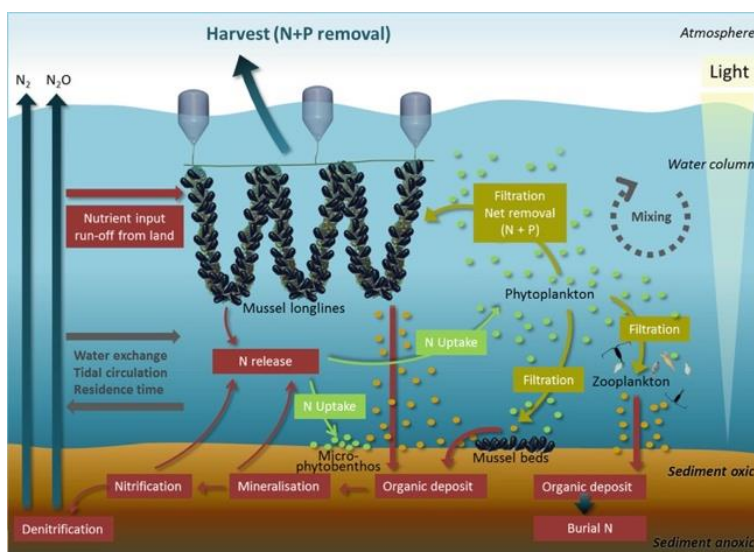
Da skribenten har lite erfaring med kjemi og vurdering av forskningsartikler innen dette feltet, er følgende informasjon innhentet fra Råvareløftet (Vold Bjordal et al., 2022) og Ocean TuniCell AS (*Ocean TuniCell*, 2023): Cellulosefibriller fra tunikater er lengre, tykkere og har et større reaktivt overflateareal enn cellulosefibriller fra plantemateriale. Disse strukturelle egenskapene gjør tunikatcellulosen sterkere og kan gi en mer robust overflatebinding til andre materialer. Da tunikater vokser i vann, støttes de av vannet rundt de. Dermed trenger ikke tunikaten den samme strukturelle støtten som planter på land. Tunikater mangler da den strukturelle matrisen for tverrbindende ligning og hemicellulose, hvilket betyr at det er lett å utvinne tunikatcellulosen med svært høy og reproducerbar renhet. Ved hjelp av nanoteknologi kan det høstes nanocellulose fra tunikatene. Nanocellulose er veldig tynne fiber laget av cellulose med diameter i nanoskala. Denne nanocellulosen har en svært høy renhet og kan brukes til medisinske formål. Ved bruk av nanoteknologi, kan tunikater reparere og fremstille hud og organer innen regenerativ medisin (*Ocean TuniCell*, 2023) (Vold Bjordal et al., 2022). Ocean TuniCell AS har flere ganger fått støtte fra forskningsrådet til sine forskningsprosjekter, gjerne i samarbeid med Universitet i Bergen, NORCE og Project Ocean. Et av prosjektene, CellHeal, var 3D printing av bukspyttkjertelen med nanocellulose fra tunikater, da diabetes er et økende globalt helseproblem (Prosjektbanken, 2021).

3.4 Biogass

Da tunikater kan oppnå høyere verdiskaping på andre måter enn ved biogass, se kap. 8.2, så utdypes ikke tunikatens mulighet til å bli energibærer som biogass. Det foreligger et studie hvor man sammenlignet klimaavtrykket mellom biogass fra tunikater og fossile energibærere, hvor de tok inn fordelene med økosystemtjenesten med opptak av næringssalter og tilbakeføring av disse til landbruket i form gjødsel; sirkulærøkonomi (Hackl et al., 2017).

3.5 Tunikater som renseanlegg

Det finnes flere gode eksempler hvor introduksjon av filtrerende organismer har bidratt til restaurering av eutrofierte vannområder (Norén et al., 2020). Da Sebramuslingen ble introdusert i Hudson River, ble vannet klarere og det ble mindre plankton (Strayer et al., 1999). Denne forbedringen av sikten skjedde raskt og det ble en oppblomstring av liv på havbunnen (Strayer et al., 1999). Sollyset som da kunne trenge gjennom vannet, gav grunnlag for mer liv både for alger og karplanter. Dette gav igjen et habitat for fisk, så fiskebestanden økte (Strayer et al., 1999).



Figur 10 Næringsopptak med filtrerende organismer (Marine Feed, 2023)

Kerteminde Fjord i Danmark var kraftig eutrofiert. Her ble det en økning av tunikater, hvilket førte til at hele vannområdets volum ble rensert mellom 0,1-1,0 ganger hvert døgn, dette reduserte eutrofieringen og gav klarere sikt i vannet (Schiewer, 2008) (J. Petersen & Riisgard, 1992).

Kultivering av tunikater kan potensielt bidra til å motvirke eutrofiering og effekter fra klimaendringer, se figur 10. Dette kommer frem av en nyere LCA (Thomas et al., 2021, u.å.). Tunikater binder blant annet netto 74,7 kg CO₂-eq og 1,86 kg PO₄-eq i sjøfasen per tonn våtvekt (Thomas et al., 2021, u.å.). Beregningen er kun for cradle-to-gate; levering av biomassen til mottak på land. Hva som skjer med biomassen etter dette, vil endre LCA for det aktuelle sluttproduktet (Thomas et al., 2021, u.å.).

Pronofa skrev et debattinnlegg i Fredrikstad blad 5.12.22 angående vurdering av biologiske renseanlegg som et godt alternativ til nitrogenopptak (M. Petersen & Rivedal Ødegaard, 2022). Pronofa holder til i Fredrikstad og har flere tunikatanlegg i både Norge og Sverige (Pronofa, 2023). I debattinnlegget (M. Petersen & Rivedal Ødegaard, 2022) stiller de spørsmålet: «Hva om det finnes en naturlig løsning på nitrogenproblemet i Oslofjorden?» Pronofa foreslo at det bør vurderes biologiske løsninger for nitrogenopptak i form av lavtrofiske arter som tare, blåskjell og tunikater. Dette kan være svært kostnadsbesparende i tillegg til å generere nye inntekter fremfor store kostnader for innbyggerne i de berørte kommunene. Pronofa viser til en utregning hvor produksjon av tunikater på et areal på 1,75 kvadratkilometer kan oppta 875 tonn nitrogen per år. Dette hevder Pronofa utgjør 66% av nitrogenet som Niva og HI anbefaler bør fjernes fra Glommavassdraget. Utregningen for dette nitrogenopptaket er basert på dokumentasjon fra mange års produksjon i Sverige (Hackl et al., 2017). Pronofa har oppgitt grunnlaget for utregningen i forbindelse med denne masteroppgaven:

«Angående regnestykket for opptak av nitrogen, så er det basert på proteinkonsentrasjon i tunikatene.

I Hackl et al 2017, står verdien oppgitt til Nitrogen uptake 0.051 kg-N/kg (DM) (Hackl et al., 2017)

Vi antar 200kg våtvekt Ciona produseres per overflate kvadratmeter (m²)

Tørrstoff er vanligvis 5% a våtvekt (10kg).

Proteinkonsentrasjon varierer litt, men vi sier vanligvis 35% av TS (3,5kg).

Proteinanalyser måler egentlig nitrogen, men med en konversjonsfaktor, så den må vi gjøre opp for ved å dele med 6,25 (0,56kg).

Vi har da funnet ut at per 1 kvadratmeter, der 200kg våte tunikater kan produseres, så kan vi ta opp 0,56kg rent nitrogen.»

Tunikaten sin evne til å ta opp næringsalter kan potensielt vurderes som en del av løsningen for avrenning fra jordbruk og merder (Miljødirektoratet, 2020).

3.6 Betaling for økosystemtjenester

Det er i alles interesse å ha velfungerende økosystemtjenester. Bevaring og restaurering av natur kan styrke naturens evne til å levere livsviktige og lønnsomme økosystemtjenester. Det kan da gis en betaling for denne økosystemtjenesten til bønder og grunneier (*Reid et al., 2005*). Betalingen fungerer som et virkemiddel/incentiv for aktiv skjøtsel av økosystemtjenesten eller for bortfall av andre inntektsmuligheter som følge av ivaretagelsen (*Gómez-Baggethun et al., 2010*). På engelsk heter det «Payment for ecosystem services», ofte forkortet med PES. PES er et fleksibelt politisk virkemiddel, hvor det er viktig med planlegging og lokale tilpasninger (*IPBES, 2017*) (*Tacconi, 2012*). PES krever ofte en lang forhandlingsprosess og kan være et godt verktøy for å verne naturen og dens økosystemtjenester, men bør anses som et komplement/supplement til reguleringer (*IPBES, 2017*). Det er en risiko for at PES kan bli misbrukt hvis ressursbruk eller bruksrettigheter ikke er tydelig definert (*IPBES, 2017*). PES er implementert i flere land, da mange forskere tror denne type avtaler kan endre miljøskadelig adferd og potensielt bidra til å redusere fattigdom i utviklingsland (*Tacconi, 2012*).

Betaling for økosystemtjenester (PES) er et virkemiddel som har blitt stadig mer anerkjent og diskutert i løpet av de siste tiårene (*Engel et al., 2008*). Det refererer til en ordning der enkeltpersoner, samfunn eller organisasjoner kompenserer de som leverer økosystemtjenester for å opprettholde eller forbedre tilstanden til økosystemet (*Tacconi, 2012*) (*Engel et al., 2008*).

Økosystemtjenester er de forskjellige fordelene som mennesker får fra økosystemene, for eksempel vannforsyning, luftkvalitet, jordfruktbarhet, bestøvning av avlinger, naturlig skjønnhet og klimaregulering (*Reid et al., 2005*). Disse tjenestene er

avgjørende for menneskelig trivsel og økonomisk utvikling, men de blir ofte oversett eller undervurdert i tradisjonelle økonomiske modeller (Reid et al., 2005).

Betaling for økosystemtjenester kan implementeres på ulike måter, avhengig av de lokale forholdene og målene. Noen av de vanligste tilnærmingene inkluderer (Reid et al., 2005):

- Direkte betaling: Dette innebærer at brukerne av økosystemtjenestene betaler leverandørene direkte. For eksempel kan vannforsyningsselskaper betale bønder eller skogeiere for å opprettholde skogområder som beskytter vannkilder og reduserer erosjon.
- Skatter og avgifter: En annen tilnærming er å implementere skatter eller avgifter på aktiviteter som forbruker eller ødelegger økosystemtjenester. For eksempel kan det pålegges en avgift på utslipp av klimagasser for å kompensere for klimareguleringsfunksjoner som tilbys av naturlige økosystemer.
- Offentlig finansiering: Regjeringer kan bruke offentlige midler til å betale for økosystemtjenester gjennom subsidier, tilskudd eller programmer for miljøforvaltning. Dette kan være spesielt relevant for tjenester som har stor samfunnsmessig verdi, for eksempel opprettholdelse av nasjonalparker eller vern av biologisk mangfold.
- Markedsbaserte mekanismer: I noen tilfeller kan det opprettes markeder for økosystemtjenester der leverandører kan selge "tjenestekreditter" til kjøpere som trenger å oppfylle bestemte miljømål eller utslippskrav. Dette kan oppmuntre til effektiv bruk av ressurser og gi insentiver for bevaring og restaurering av økosystemer.

Implementeringen av betaling for økosystemtjenester kan ha fordeler som bidrar til å bevare naturressurser, fremme bærekraftig utvikling og redusere konflikter mellom ulike brukere av økosystemene (Reid et al., 2005). Det kan også være utfordringer knyttet til rettferdighet, måling og verdisetning av tjenestene, og behovet for å sikre langsiktig deltakelse og oppfølging av interessenter (Tacconi, 2012) (Engel et al., 2008). Langsiktig engasjement og finansiering er avgjørende for at betaling for

økosystemtjenester skal kunne opprettholdes og levere positive resultater over tid (IPBES, 2017; Tacconi, 2012).

3.6.1 Betalingsvillighet i Oslofjorden

Ved utarbeidelsen for en helhetlig plan av Oslofjorden (miljødepartementet, 2021a), skrev NIVA en rapport (*Chen et al., 2019*) for å kartlegge kunnskapsstatus om Oslofjorden sine økonomiske verdier. Dette ble gjort ved å bruke media-analyse og måle betalingsvillighet (*Chen et al., 2019*). Med de tilgjengelige dataene som ble benyttet, ble friluftsliv ansett for å være den mest verdifulle økosystemtjenesten som lot seg kvantifisere (*Chen et al., 2019*). Årlig fritidsverdi for turgåing i strandsonen, båtliv og bading ble anslått til 25,7 milliarder kr pr år (*Chen et al., 2019*). De årlige kommunale avløpskostnadene for å oppnå sanitære forskrifter og krav til god økologisk status var 2,7 milliarder kr pr år (*Chen et al., 2019*). Betalingsvilligheten for avløpsrensing som sikrer egnethet for friluftsliv ble anslått til 4,3 milliarder per år (*Chen et al., 2019*). NIVA konkluderer med at verdianslagene er usikre, men kan være nyttige til opplysningsformål (*Chen et al., 2019*). Det er flere store samfunnsøkonomiske verdier som ikke er kvantifisert da det mangler forskning og statistikk (*Chen et al., 2019*). Denne rapporten kan vurderes opp mot betalingsvilligheten for en renere Oslofjord mtp. kostnadene for oppgradering av nåværende renseanlegg for å nå rensekrav (Water Framework Directive, 2023), eventuelt supplert med et biologisk renseanlegg.

3.6.2 Marked for nitrogenkvoter

Et Dansk studie (Filippelli et al., 2022) forsket på implementering av effektive virkemidler for å redusere avrenning fra jordbruket (landbruksutslipp fra ikke-punktbaserte/diffuse landbrukskilder). Det ble opprettet et hypotetisk marked for

vannkvalitet mellom jordbrukere og blåskjelloppdrettere, hvor blåskjelloppdretterne kunne selge nitrogenkvoter til jordbrukerne (*Filippelli et al., 2022*). Både målene for vannkvalitet og kostnadene ble analysert, samt nivå for deltagelse fra jordbrukerne (*Filippelli et al., 2022*). Nivåene som ble målt for deltagelse var mellom 10-30%. Resultatet var en total kostnadsreduksjon på 11,9% ved 30% deltagelse. Forutsatt full deltagelse, kan kostnadene for å nå nitrogengrensen reduseres med 69,2% (*Filippelli et al., 2022*). Studien illustrerer det økonomiske og miljømessige potensialet ved å integrere land- og havbaserte bønder i en felles politikkordning for å redusere nitrogenutslipp til kyst- og havområder for å nå kravene for vannkvalitet (European Commission, 2023; *Filippelli et al., 2022*).

Det ble etablert et samarbeidsprosjekt mellom Kristinebergs Marina Forskningsstation i Sverige og Østfold Bærekraftig Utvikling i Norge på begynnelsen av 2000-tallet (Lindahl et al., 2005). Inspirert av den globale CO₂-kvotehandelen (Klima- og miljødepartementet, 2020), utviklet det seg en ide om en lokal handel for utslipp av næringssalter, hvor den som forurensar har ansvar for sitt utslipp (Polluter Pays Principle) (Lindahl et al., 2005). Forurensar kan da velge mellom å redusere sine utslipp, eller betale for denne reduksjonen fra en blåskjelloppdretter. Under denne forskningen ble det foretatt en utredning av potensiale for blåskjelloppdrett ved den svenske vestkysten. Dette potensiale ble anslått til å kunne produsere 50.000 tonn blåskjell hvert år, hvilket tilsvarte 20% av nitrogenreduksjonen som Länsstyrelsen i Västra Götaland hadde satt til 2010 (Lindahl et al., 2005; Lindahl & Kollberg, 2009). Långeviks reningsverk i Lysekil kommune ble endel av prosjektet fra 2004-2011, hvor det ble gjort avtale med en blåskjelloppdretter for handel av nitrogenkvoter (Lindahl & Kollberg, 2009). Långeviks reningsverk hadde i følge studien et årlig nitrogenutslipp på 40 tonn, dette tilsvarte 3.500 tonn blåskjell etter forskernes beregninger (Lindahl et al., 2005). For denne økosystemtjenesten betalte Lysekil kommune årlig 1.4 millioner SEK (Lindahl & Kollberg, 2009), hvilket skulle være langt under alternativkostnaden for å oppnå nitrogenrensingskravet på 70% (Lindahl et al., 2005; Water Framework Directive, 2023). Utover kostnadsbesparelsen i seg selv, ble det i studien vektlagt at den reelle nitrogenrensingen var 100% (Lindahl et al., 2005). I tillegg skulle

blåskjeloppdrett føre til opptak av fosfor, samt økt sysselsetting og produksjon av en råvare som kunne brukes som mat og hønsefôr (Lindahl & Kollberg, 2009).

Dette prosjektet fikk endel medieomtale (Nyheter & Jansson, 2015; Sanden, 2008), da det ble en rettslig strid rundt sporbarheten til nitrogenkvotene som Lysekil kommune kjøpte av blåskjeloppdretteren. Det endte med dom og konkurs for blåskjeloppdretter, samt en oppryddingskostnad for Lysekil kommune på 2.1 millioner SEK som følge av konkursen (Nyheter & Jansson, 2015) .

Studiet konkluderte med at nitrogenopptak fra blåskjell er best egnet i områder hvor det er diffuse utslippskilder, da det er vanskeligere å rense dette med tradisjonelle renseanlegg (Lindahl et al., 2005; Nyheter & Jansson, 2015). Videre mener forskerne at blåskjeloppdrett og et nitrogenkvotemarked kan være en kostnadseffektiv måte å oppfylle kravet for vannkvalitet (Water Framework Directive, 2023), samt forhindre eutrofiering (Lindahl et al., 2005; Lindahl & Kollberg, 2009).

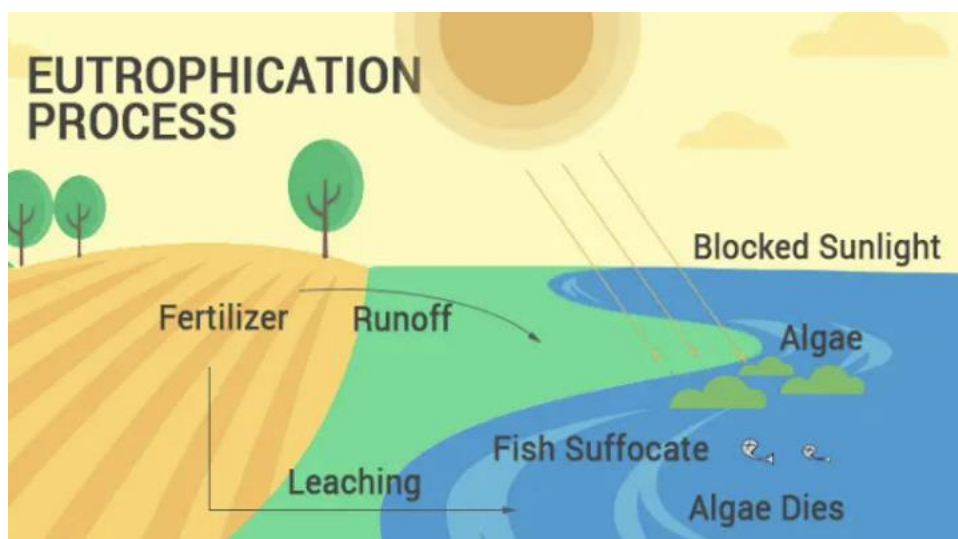
Prosjekt Lysekil illustrerer hvor viktig det er med tydelige avtaler og oppfølging for å ettergå hvorvidt avtalen følges. Derav sporbarhet ved nitrogenkvoter. Videre kan det vurderes om det bør kreves et eget oppryddingskostnadsgebyr ved etablering av selskaper hvor det offentlige kan risikere å måtte ta denne kostnaden, samt en risikovurdering av selskapets aktiva og passiva.

4.0 Eutrofiering og rensekrav

I dette kapitlet beskrives eutrofiering og hvordan dette oppstår. Deretter hva som er årsaken til eutrofiering i Norge, og hvilke krav som stilles til renseanlegg i noen av de utsatte områdene. Siste del av kapitlet handler om hvilke andre alternativ som kan vurderes utover tradisjonelle renseanlegg.

4.1 Eutrofiering; betyr «å nære»

Det er viktig med en balanse av riktig mengde næringssalter som fosfor og nitrogen, det danner grunnlaget for et velfungerende økosystem (Artsdatabanken, 2023). Næringssaltene fungerer som gjødsling for de marine vekstene som alger og sjøgress. Blir det tilførsel av for mye næringssalter, blir det en overgjødsling. Overgjødsling skaper en opphoping av næringssaltene og dette påvirker økosystemet negativt, se figur 11. Da kan det bli en tilgroing av alger og redusert sikt i vannmassene (Artsdatabanken, 2023). Når bunnvekstene ikke får nødvendig sollys, dør de. Dette biologiske materialet brytes ned, og denne prosessen krever oksygen (Artsdatabanken, 2023). Hvis mye biologisk materiale brytes ned, kan det gi oksygenmangel i vannet. Det kan resultere i anaerobe bunnforhold med produksjon av giftig hydrogensulfid og metan, de anaerobe bakterier er de eneste som kan leve i dette miljøet. Fisk og andre marine arter trenger oksygen i vannet (Artsdatabanken, 2023) (Miljødirektoratet, 2020).

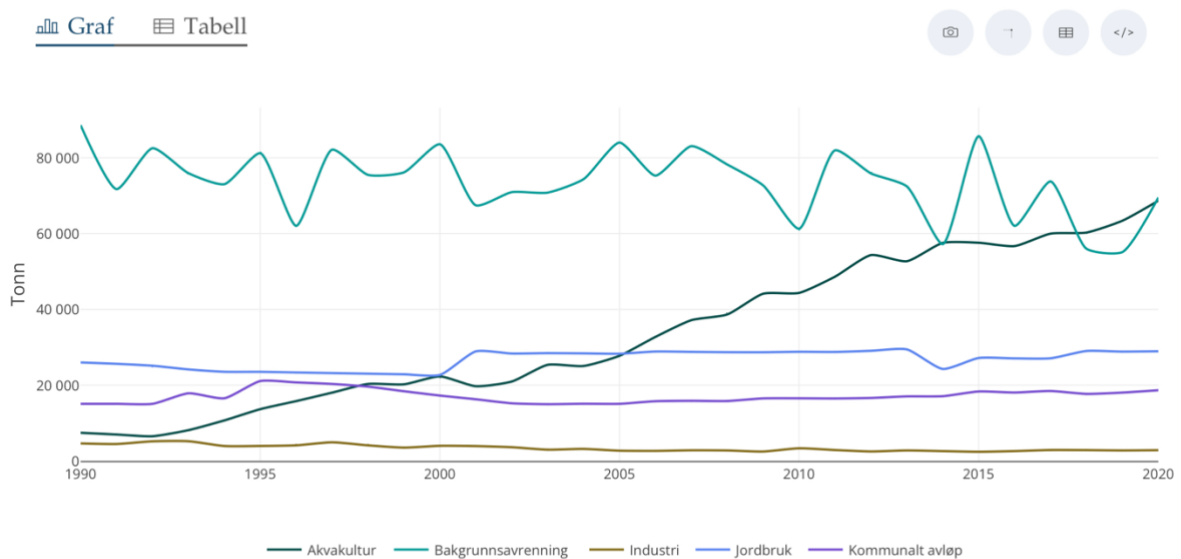


Figur 11; Eutrofiering (Pronofa ASA)

I Norge er det Skagerrakkysten som er det området som er mest påvirket av næringssalter (Miljødirektoratet, 2020). Dette gjelder særlig i de fjordene hvor havbunnen begrenser vannutskiftingen (Miljødirektoratet, 2020). Disse fjordene kalles terskelfjorder, og er ekstra utsatt for oksygensvikt og tilslamming av havbunnen

(Miljødirektoratet, 2020). Klimaendringer i form av hyppigere og kraftigere nedbør forsterker problemene, da næringssalter fra jorda skylles ut i kystområdene (Miljødirektoratet, 2020). Langs Skagerrakkysten er det jordbruk og kommunalt avløp som er utslippskildene, det er også i dette området det er størst befolkningskonsentrasjon (Miljødirektoratet, 2020). De største utslippene av næringssalter kommer fra oppdrettsanlegg på kyststrekningen Stadt og nordover (Miljødirektoratet, 2020). Her hoper det seg ikke like mye opp som ved Skagerrakkysten, men det kan være et betydelig lokalt problem i terskelfjorder (Miljødirektoratet, 2020). Andre store kilder til overgjødning er avrenning fra jordbruksarealer, industri og kommunalt avløp (Guerrero & Sample, 2022). Havstrømmer fra Europa bidrar også til en økning av næringssalter, særlig ved Skagerrakkysten og Vestlandet (Miljødirektoratet, 2020).

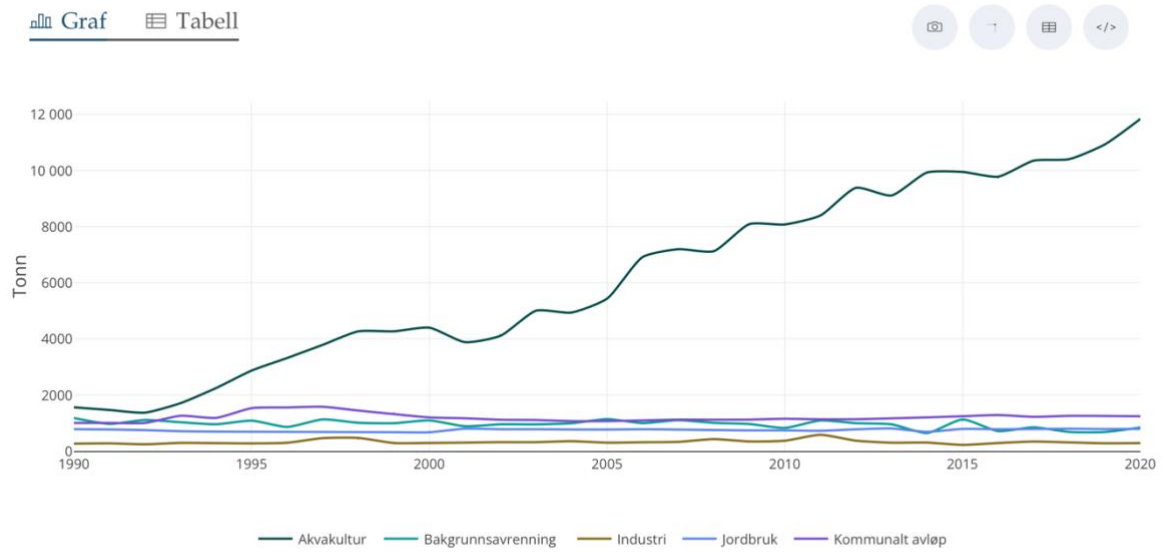
Tilførsel av nitrogen til kystområdene fordelt på kilder



Kilde : Norsk institutt for vannforskning (Niva)

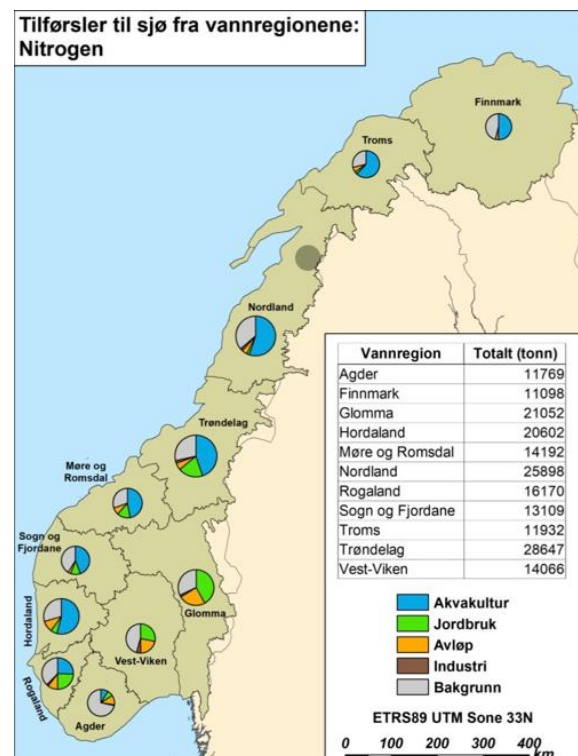
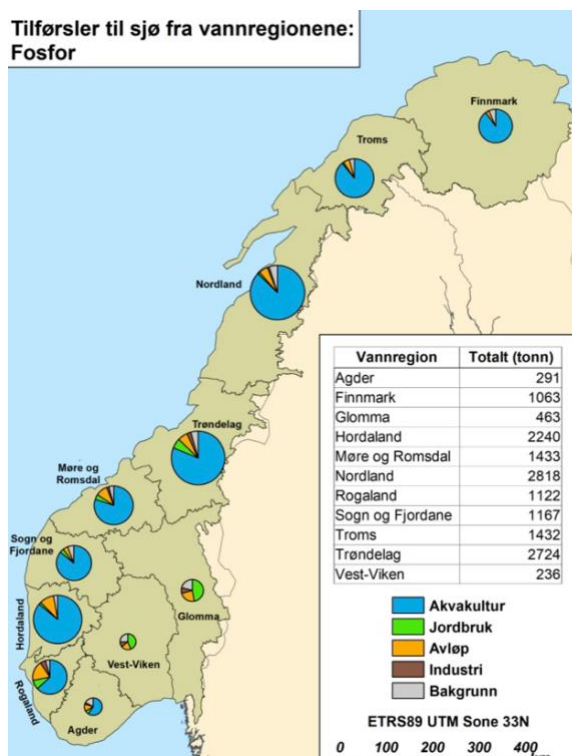
Figur 12; Tilførsel av nitrogen til kystområdene fordelt på kilder, (Miljødirektoratet, 2020).

Tilførsel av fosfor til kystområdene fordelt på kilder



Kilde : Norsk institutt for vannforskning (Niva)

Figur 13; Tilførsel av fosfor til kystområdene fordelt på kilder, (Miljødirektoratet, 2020).



Figur 14 og 15; Tilførsler til sjø av fosfor og nitrogen (Guerrero & Sample, 2022)

Sukkertaren er veldig sårbar for økte mengder næringssalter og slam (Havforskningsinstituttet, 2021). Tareskogen er leveområde for mye marint liv, og denne tareskogen er sterkt redusert i Skagerrak (Havforskningsinstituttet, 2021). Den ble rødlistet fra 2018 som en sterkt truet naturtype (Miljødirektoratet, 2020). Sannsynligvis er dette en konsekvens av økende sjøtemperatur, for mye næringssalter, partikler og begroing (Miljødirektoratet, 2020) (Havforskningsinstituttet, 2021).

Norge har et overvåkingsprogram, ØKOKYST, som overvåker økosystemer i norske kyst- og fjordområder. Dataene benyttes både nasjonalt og internasjonalt med en årlig rapportering, dataene brukes blant annet som grunnlag for tilrådninger for havforvaltningen (kapittel 7) (Miljødirektoratet, 2021).

4.2 Krav om nitrogenfjerning fra avløpsvann

Oslofjorden har i mange år fått mye medieoppmerksomhet da vannkvaliteten har vært dårlig (Ihlebak, 2018) (Fransson, 2023; Grimstad, 2022a). Hovedkilden til forringet vannkvalitet er avrenning fra landbruk og kommunalt avløpsvann (Miljødirektoratet, 2022b). I 2021 kom regjeringen med en helhetlig tiltaksplan for en ren og rik Oslofjord. Rensing av avløpsvann er en av disse tiltakene. Niva (Norsk institutt for vannforskning) og HI (Havforskningsinstituttet) mener det er riktig å betrakte nitrogentilførselen som et regionalt problem, selv om det er deler av fjorden som er i dårligere forfatning enn andre. Begrunnelsen for dette er at vann flyter og da følger også næringssaltene med (Miljødirektoratet, 2022b). 13. mai 2022 sendte Miljødirektoratet ut et brev til statsforvalterne i Oslo og Viken, Vestfold og Telemark og Innlandet med føringer for nitrogenfjerning for avløpsanlegg tilknyttet Oslofjorden (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022). Dette er knyttet opp mot krav fra avløpsdirektivet (Water Framework Directive, 2023) under EØS-avtalen og Regjeringens ønske om forbedring av vannkvaliteten i Oslofjorden (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022). Kravet innebærer blant annet å fjerne minst 70% av nitrogenet fra avløpsvannet, og det vil kreve oppgradering og ombygging av mange renseanlegg i

de fleste større kommuner. Hvilke kommuner som får dette kravet, baseres på det biokjemiske oksygenforbruket (BOF), det er en faktor for å måle vannforurensningen (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022). Alle kommuner med samlet utslipp til Oslofjorden og tilhørende nedbørsfelt på 10.000 BOF pe (personequivallenter) kan forventes å få et slikt krav (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022). Måltallet 10.000 BOF pe kan dermed oversettes til den organiske belastningen fra 10.000 personer, og kan også brukes ved utslippsberegning fra annen industri, avrenning fra gater, offentlige bygg og hoteller (Forurensningsforskriften, 2007) (Grimstad, 2022b). Miljødirektoratet setter ingen tidsfrist, men i skrivet deres står det : «statsforvalteren vurderer å varsle om at krav om nitrogenfjerning vil bli vurdert eller vil bli gitt ved neste 10 års revisjon av tillatelsen» (Miljødirektoratet, personlig kommunikasjon, 13. mai 2022). De kommunale tjenestene driftes etter selvkostprinsippet. Selvkost er den totale kostnadsøkningen en kommune har ved å produsere en bestemt vare eller tjeneste. Brukerne av tjenesten bør bære kostnadene forbundet med tjenesten. Et krav om rensing av nitrogen må dermed betales av hver enkelt innbygger i disse kommunene. Langs Ytre Oslofjord ligger det over 50 kommunale og interkommunale renseanlegg (Grimstad, 2022b). I det mye større nedbørsfeltet til fjorden ligger det over 400 renseanlegg (Grimstad, 2022b). Kun 3 av disse har eget rensetrinn for nitrogen . Det er da grunnlag til å anta at dette vil føre til en økning av kostnadene for de gjeldende kommunene og deres innbyggere.

4.3 Innovative renseanlegg

Det pågår et forskningsprosjekt, ALGECO, som benytter mikroalger for å redusere utslipp fra norske avløpsrenseanlegg (ALGECO, 2023). ALGECO står for «kostnadseffektiv algeteknologi for å bidra til utviklingen av en sirkulær økonomi i norske avløpsanlegg» (ALGECO, 2023). ALGECO er et samarbeid mellom forskningsinstitusjonene NIVA, SINTEF Energy, NMBU, UiA, UiO, NIBIO and UQ (Australia), med Bioskiva AS og Veas som industripartnere (ALGECO, 2023). Prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd og varer til tidlig i 2025 (ALGECO, 2023). Algeteknologien testes ved Norges største renseanlegg Veas (VEAS, 2023).

Målet med pilotprosjektet er å utvikle kostnadseffektive løsninger for både fjerning av næringsstoffer, samt skape nye produkter av mikroalgene (ALGECO, 2023). Dette kan da bli starten på en sirkulær økonomi i avløpssektoren, hvor «null utslipp» er målet (ALGECO, 2023). Næringsstoffene som algene har tatt opp fra avløpsvannet hevder ALGECO kan bli til biogas, biokull, organisk gjødsel og jordforbedring til hagebruk.

Ocean GeoLoop, basert i Trøndelag, arbeider med utviklingen av et multifunksjonelt, havbasert teknobiologisk system (Ocean GeoLoop, 2023). Systemet er designet for å muliggjøre høsting av lavtrofisk biomasse fra havmiljøet, samtidig som det tilbyr økosystemtjenester som havrensing og oksygenforbedring av områder i sjøen med for lavt oksygennivå (Ocean GeoLoop, 2023). Konseptet er basert på høsting av lavtrofiske arter, som mikroalger, inn i en fysisk søylestruktur i sjøen (Ocean GeoLoop, 2023). Innenfor denne strukturen kan også tunikater etablere seg, og bidra til filtrering av eutrofiert sjøvann (Ocean GeoLoop, 2023). I 2022 ble Ocean GeoLoop hovedaksjonær i Ocean TuniCell (Ocean GeoLoop, 2023) (Ocean TuniCell, 2023).

5.0 Kommersialisering av tunikater

Dette kapittelet har fokus på kommersialisering og dyrking av tunikater. Det blir en gjennomgang av hovedaktørene i denne relativt ferske næringen, samt hvordan tunikater kan dyrkes.

TuniChor/Ocean Bergen AS dyrker tunikater, hvilke prosesseres og kommersialiseres via Ocean TuniCell AS (Ocean TuniCell, 2023) (Vold Bjordal et al., 2022). Sistnevnte foretak utvinner ren nanocellulose fra tunikatenes ytre lag, og selger produktet for medisinske formål (Ocean TuniCell, 2023) (Vold Bjordal et al., 2022).

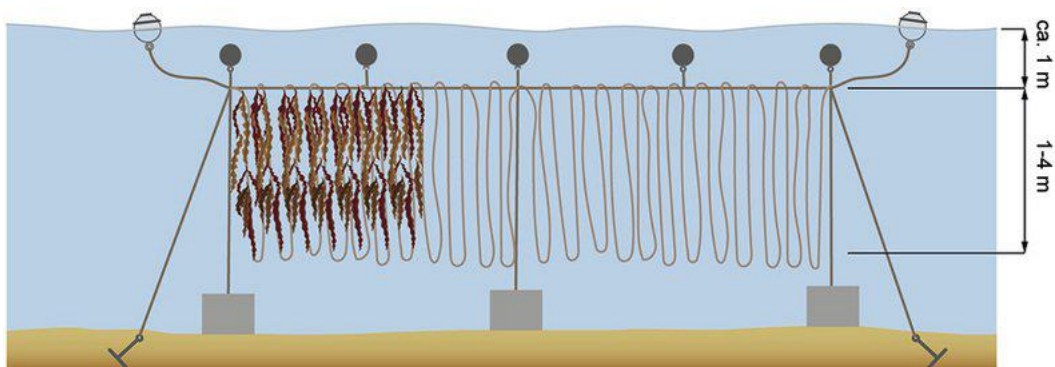
I Trøndelag arbeider Ocean GeoLoop med utvikling av et multifunksjonelt, marint teknobiologisk system (Ocean GeoLoop, 2023). De tilbyr økosystemtjenester, ref. kap. 4.3. I 2022 ble Ocean GeoLoop hovedaksjonær i Ocean TuniCell (Ocean GeoLoop, 2023; Ocean TuniCell, 2023).

Pronofa, lokalisert i Fredrikstad, har store ambisjoner om å utvikle flere bruksområder for tunikater; næringsmiddel, fôr til fisk, kylling og kjæledyr, samt helsekostprodukter (Pronofa, 2023). Ref. Kap. 3.1 og 3.2.

Det svenske selskapet Marine Taste AB har etablert dyrking av tunikater for å absorbere nitrogen og fosfor fra sjøvann (Vold Bjordal et al., 2022). Tunikatene blir blant annet anvendt i produksjon av "umami-fond" til menneskeføde (Marine Taste, 2023). Videre har selskapet utforsket anvendelighet av tunikatmel i fiskefôr i samarbeid med forskningsinstituttet Nofima (Vold Bjordal et al., 2022). Ref. Kap. 3.1. Marine Taste AB ble kjøpt av Pronofa sommeren 2022 (Pronofa, 2023).

5.1 Lokasjon og dyrking av tunikater

Kommersielt dyrkes tunikater på langline systemer, tilsvarende blåskjell- og tareoppdrett, figur 16 (Norén et al., 2020).



Figur 16; Tangdyrking på line (Christensen, 2022)

Størrelsen på disse anleggene vil være avhengig av tilgangen på fødepartikler i hvert spesifikt økoystem (Norén et al., 2020) (Torrissen et al., 2018).

Dyrking av tunikater bør plasseres i skjermede marine områder med tilstedeværelse av bølgeaktivitet for å minimere akkumulering av tunikatenes ekskrementer på havbunnen (Loo & Petersen, 2013). Ved overdreven opphopning kan bakteriell vekst

oppstå, noe som resulterer i forbruket av vannets oksygen, forårsaker vannforsuring og reduserer oksygenivåene (eutrofiering) (Artsdatabanken, 2023) (Norén et al., 2020). Terskelfjorder kan være ideelle dyrkingssteder, forutsatt tilstrekkelig tilførsel av friskt vann for å hindre sedimentering (Miljødirektoratet, 2020) (Hackl et al., 2017). Slike områder skaper næringsrike miljøer for virvelløse dyr, som igjen tjener som næring for pelagiske fiskearter som søker både beskyttelse og mat (Norén et al., 2020). Det finnes flere strategier for å oppnå denne balansen, og dyrkingsteknikker må være tilpasset og optimalisert for hvert unike lokasjonskarakteristikk (Norén et al., 2020) (Loo & Petersen, 2013).

Parametere for å redusere oppsamling fra fekalproduksjonen (sedimentering) (Norén et al., 2020) (Loo & Petersen, 2013):

- Havstrøm/bølger
- Biomasse per overflate
- Øke dimensjonene på dyrkingsriggene
- Avstand til bunnen

Ved å øke bredden på dyrkingen, fra 10 meter til 20, halveres nedfallet per kvadratmeter organisk materiale på bunnen (Norén et al., 2020). Det er viktig at biomassen kommer så høyt opp fra bunnen som mulig, da hver meter avstand til bunnen fra fekalproduksjon er viktig for å spre avføring over et større område (Norén et al., 2020).

Det utarbeides vekstmodeller for å estimere produksjon av filtrerende organismer. Disse modellene kalles Dynamic Energy Budget (DEB) (Rosland et al., 2011). Dette kan gi industrien et mer nøyaktig estimat på produksjonskapasiteten for et gitt økosystem.

5.2 Dyrkningsteknikken

Tauene for tunikatdyrking plasseres vanligvis ut i havet om våren, noen uker før reproduksjonssesongen, noe som tillater dannelsen av en biofilm bestående av mikroorganismer som tiltrekker tunikatlarver (Bergentz, 2017). Denne prosessen forekommer typisk i relativt grunne vannmasser (mindre enn 20 meter dypt), noe som gir mulighet for to reproduksjonssesonger i april-juni og august (Bergentz, 2017).

Høstingsprosessen innebærer fjerning av tunikatene fra tauene med båt og transport til land, hvor vannet deretter ekstraheres fra tunikatene gjennom en filterpresse (Bergentz, 2017).

For å maksimere avkastningen kan 60 % av tunikatene høstes i august når de har nådd en lengde på 6-8 cm. Dette frigjør omtrent 30 % av tauet for nye larver. Ytterligere 30 % kan høstes i november. Den primære innhøstingsperioden er i mars-april, når 80 % av tunikatene høstes (Bergentz, 2017). De resterende 20 % blir igjen for å sikre etterfølgende sesonger. Disse voksne tunikatene kan høstes når larvene har etablert seg på tauene (Bergentz, 2017).

Det utvikles også andre dyrkningsteknikker for storskala for å muliggjøre dyrking lenger ute til havs (Hackl et al., 2017).

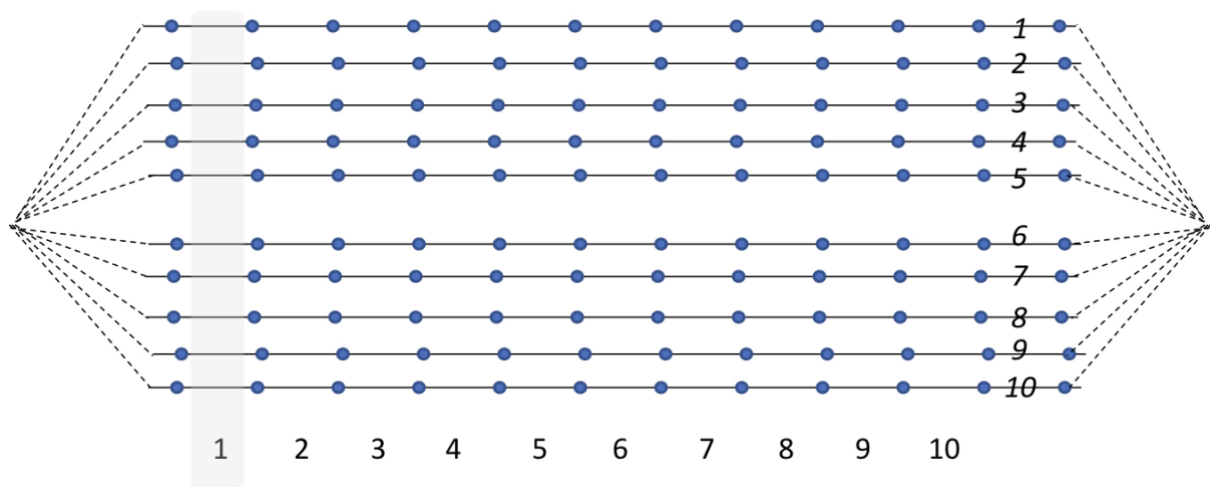
5.3 Dyrkningsplattform

Langs svenskekysten ligger et av Pronofa sine tunikatanlegg som består av 10 langliner som er tilknyttet en felles dyrkningsplattform, figur 17 (Bergentz, 2017). Dyrkningsplattformen er 15 * 250 m og består av to ankere 700 kg festet til en skinne i bunnen av havet på hver side av plattformen (Bergentz, 2017). Festet til skinnen skal 10 forskjellige bærekabler opp til overflaten, hvor hver pleiekabel har 10 bøyer som holder den oppe rundt 1-2 m under havoverflaten (Bergentz, 2017). På hver bærekabel er det festet et dyrkingstau, av typen langline, for hver 0,45 m som skaper en U-form som går ned 5 m (Bergentz, 2017). Totalt har en plattform 24 km dyrkingstau

(Bergentz, 2017). På bunnen av hvert U-formet dyrkingstau er det festet en vekt bestående av et armeringsjern ca. 30 cm langt og 1,9 cm tykt for å holde tauet rett ned i vannet (Bergentz, 2017).

Det anslås at når man inkluderer ankeret som holder dyrkingen festet til bunnen, vil tre dyrkingsplattformer kunne monteres på en hektar og på den måten kan den årlige avlingen økes med ca. 60 % (Bergentz, 2017). Ved fullskaladyrking planlegger de å doble dyrkningstaulengden ved å øke fra 5 til meters dybde (Bergentz, 2017).

Dette tror de vil resultere i 960 tonn per hektar (Bergentz, 2017).



Figur 17; Tunikatanlegg sett ovenfra (Norén et al., 2020).

Vestlandforsk beregnet en storskalaproduksjon av tunikater på **100-200 kg per kvadratmeter** (Andersen et al., u.å.). Ved å sammenligne beregningen fra disse to studiene kommer det frem et avvik i forventet produksjon.

Studiet fra det svenske anlegget anslår 960 tonn per hektar, hvilket er **96 kg per kvadratmeter** (Bergentz, 2017).

5.4 Etikk

Etiske overveielser er konstant tilstede, spesielt gitt det faktum at det dreier seg om studier og bruk av et dyr for energiproduksjon og næringsopptak (Norén et al., 2012). En etisk posisjon må tas i forhold til ideen om å bruke et dyr for slike formål (Norén et al., 2012). Argumenter for at det er etisk forsvarlig å benytte tunikater (Norén et al., 2012):

- De gir betydelig nytte for mennesker i form av energi, næringsstoffer og et renere hav.
- De er ettårige, kolonidannende dyr som naturlig dør etter reproduksjon. Som fastsittende organismer, mangler de ryggrad.
- De lever et fullstendig naturlig liv frem til innhøstingstidspunktet.
- De er uvitende om, og blir ikke stresset av, innhøstingsprosessen.

Avlivningsmetoden er etisk tilpasset, sjøpungene avlives umiddelbart etter innhøsting (innen 0,5 - 1 minutt) ved å passere gjennom en kvern (Norén et al., 2012). Generelt lever sjøpungene et helt naturlig og "godt" liv frem til innhøsting (Norén et al., 2012).

6.0 Sameksistens og integrert havbruk

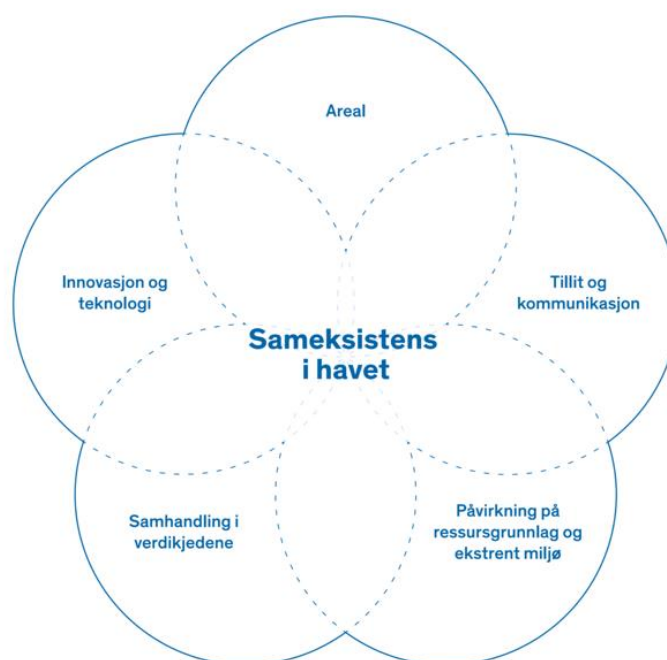
Havet er viktig for Norge. Havet bidrar til verdiskaping og arbeidsplasser, levende lokalsamfunn langs kysten, og har ringvirkninger som gjør at disse fordelene kryper langt opp på land og kommer hele befolkningen til gode (NOU 2013: 10, 2013). Havbruk er et av satsingsområdene for vekst i fremtiden (Fiskeridepartementet, 2021), samtidig som 30 % skal vernes (Danbolt, 2022). Disse to målsetningene kan høres ut som en selvmotsigelse (Fjeld, 2022). Hvordan kan Norge øke bruken av havets ressurser samtidig som en tredjedel skal vernes innen 2030? I følge SSB er kun 3,6

% av havarealet i Norge vernet (Lindal Jørgensen et al., 2021) (Miljødirektoratet, 2022a) (Miljødirektoratet, 2022a).

Senter for hav og Arktis hadde i 2019-2020 et prosjekt «Sameksistens og bærekraft i det blå». Dette prosjektet ble gjennomført i samarbeid med Menon Economics og SINTEF Ocean. Dette resulterte i tre rapporter hvor man kartla status for sameksistens blant havnæringen, presenterte realistiske fremtidsscenarier og råd for fremtiden med forbedring av sameksistens og gode synergier (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a, 2020b, 2020c).

Havaktørene samhandler og sameksisterer med hverandre. Samhandlingen foregår ved interaksjon med hverandres verdikjeder, deler teknologi og påvirkes av hverandres innovasjon og teknologiutvikling. Sameksistens er areal og ressursdeling; den ene aktørens aktivitet påvirker den andre aktørens produksjon og aktivitet. Dette kan både være negativt og positivt, det kommer an på om de drar nytte av hverandre eller er i veien for hverandres virksomhet (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a, 2020b, 2020c).

God sameksistens krever derfor at det er god tillit, dialog, kommunikasjon og lik forståelse for kunnskapsgrunnlag det tas beslutninger på bakgrunn av, figur 18.



Figur 18; Sameksistens i havet (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a)

6.1 Effektiv arealbruk og samlokalisering

Det ble i prosjektet «Sameksistens og bærekraft i det blå», foretatt flere spørreundersøkelser blant havnæringen. Et av funnene var at 81 % av respondentene opplevde noe eller stor grad av konflikt innen arealbruk, og det er fiskeriene som i størst grad føler seg fortrenget (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a).

Ved økt aktivitet innen havbruksnæringen er det grunn til å tro at det vil oppstå flere interessekonflikter, særlig innen arealbruk (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). Selv om areal fremheves som det viktigste punktet av mange, blir også samarbeid og bruk av samme teknologi, kunnskapsutveksling og påvirkning på hverandres ressurser fremhevet (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a).

Utover et mål om å utnytte de ubenyttede marine ressursene i form av sjømat, har Norge et stort potensiale for å utvinne mineraler fra havbunnen (Energidepartementet, 2020). Dette er viktige råmaterialer som er nødvendige i et grønt skifte, da de benyttes under produksjon av elbiler, smarttelefoner og vindmøller (Oljedirektoratet, 2022). Havvind vil også vokse i fremtiden, og flere biomarine næringer vil etableres (*Bellona, 2022*). Biomarine næringer kan være høsting og produksjon av plankton, tang og tare (makroalger), tunikater, bioingredienser og bioprospektering (Torrissen et al., 2018) (NHO, 2023b) (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020a).

Ved å øke de marine aktivitetene, vil det gi ytterligere press på havarealet avsatt til næring (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). Et økende antall aktører og nye næringer fordrer nødvendigheten av å se på nye muligheter for arealdisponering. En løsning kan være å etablere næringsparker, dette er allerede utbredt på land. Nofima har tidligere foreslått samlokalisering av ulike akvakulturaktører og aktører fra andre næringer (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). Parkene kan for eksempel inkludere både lakseoppdrett, taredyrking, tunikatdyrking, havvind, hvor overskuddsenergien fra havvind kan utnyttes av skipsfarten, dermed kan den maritime sektor kobles inn (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c).

På denne måten vil de dele mer enn kun areal. Det vil da være fordelaktig å samordne aktivitetene for alle parter, og den geografisk nærheten legger til rette for mer interaksjon i verdikjedene (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). Dette gjør

så de både reduserer sine kostnader og risiko (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c). Forskning tyder på at bedrifter som etablerer seg i klynger har høyere innovasjonsgrad og verdiskaping sammenlignet med de utenfor klyngene (Reve, 2018). Klynger kan samle og dele teknologisk og kommersiell kunnskap (Reve, 2018).

De marine næringsparkene vil da kunne frigi andre arealer til annen næringsaktivitet, eller de kan vernes. I det første tilfellet vil det virke avbøtende på arealkonflikten da det blir en mer effektiv arealutnyttelse. Det andre tilfellet kan lette belastningen på havet og ivareta biodiversiteten.

6.2 Integrert havbruk i dag

Det er flere spennende prosjekter innen integrert havbruk. I dette kapittelet beskrives noen av disse prosjektene og foreløpige erfaringer.

6.2.1 OLAMUR

Det er noen eksempler på integrert havbruk i dag, OLAMUR (Offshore Low-trophic Aquaculture in Multi-Use Realisation) er et spennende prosjekt i så måte (Astad Lorentzen, 2022). EU finansierer store deler av dette prosjektet, 84 millioner kroner, som et såkalt fyrtårn-prosjekt. Havforskningsinstituttet (HI) er også inne med solid finansiering på omlag 13 millioner kroner (Astad Lorentzen, 2022). Her skal det forskes på å finne konkrete, bærekraftige løsninger til nye industrier på norsk kontinentalsokkel (Astad Lorentzen, 2022). Havvindparkene legger beslag på store areal, og det skal etableres pilotanlegg for å dyrke tare og blåskjell i de eksisterende vindparkene, samt fiskeoppdrettsanlegg (Astad Lorentzen, 2022). Det vil også gjøres forsøk på å etablere kunstige rev, da disse områdene kan anses som et slags reservat da det ikke er mulig å fiske i et havvinnanlegg (Astad Lorentzen, 2022). I tillegg til å

forske på flerbruk av disse områdene, vil prosjektet se på reguleringer som kan gjøre det enklere å få i gang flerbruk på kryss av næringer (Astad Lorentzen, 2022).

6.2.2 SINTEF Ocean

I et studie fra 2019 utviklet Schupp med flere (Schupp et al., 2019) en firenivås typologi for flerbruk, basert på fire dimensjoner: rom, tid, forsyning og funksjon. Det første nivået, kjent som "kombinert", innebærer en felles utnyttelse av alle fire dimensjonene mellom de ulike bruksområdene (Schupp et al., 2019). Det andre nivået, betegnet som "symbiotisk", deler rom, tid og forsyning, men utelater funksjon (Schupp et al., 2019). Dette kunne eksempelvis innebære to aktiviteter som foregår på samme sted, til samme tid, deler forsyningsfartøy, men uten fysisk integrering av de maritime strukturene. Det tredje nivået, "samlokalisert", er ofte det man assosierer med sameksistens, der handlinger forekommer på samme sted og tid, men uten videre interaksjon (Schupp et al., 2019). Det fjerde og siste nivået, "etterfølgende", er begrenset til å dele kun rommet, men ikke samtidig (Schupp et al., 2019).

Innenfor rammen av et prosjekt innenfor det strategiske området for fornybar energi ved SINTEF Ocean (Slette, 2023), ble det utført en gjennomgang av status for prosjekter som integrerte havvind og fiskeoppdrett. Prosjektene favnet videre enn bare havvind og fiskeoppdrett, og inkluderte også andre energikilder som bølgekraft og sol, samt annet havbruk som tang, skjell og skalldyr (Buck & Langan, 2017) (Slette, 2023).

Seksten ulike prosjekter for å kombinere havvind og oppdrett ble identifisert (Slette, 2023). Ingen av disse var på tidspunktet for undersøkelsen fullskala eller kommersielle løsninger (Slette, 2023). Noen hadde blitt testet i modellformat, mens andre kun eksisterte som skisser (Slette, 2023). Grunnet mangel på informasjon om flere av konseptene, ble det gjort antagelser om hvilken type flerbruk det var snakk om, og noen ble derfor klassifisert som symbiotisk (Slette, 2023) (Schupp et al., 2019).

Fordelene og utfordringene ved å integrere havvind og akvakultur ble identifisert i seksten forskningsprosjekter og kan overordnet sett oppsummeres slik (Slette, 2023):

Fordeler som har blitt rapportert inkluderer:

1. Optimalisert sjøbruk gjennom reduksjon av arealforbruket
2. Lokalt produsert og fornybar energiforsyning til akvakultur
3. Delt bruk av tjenester
4. Felles bruk av infrastruktur i konstruksjon og driftsfaser
5. Felles bruk av fartøy
6. Forbedret sosial aksept
7. Redusert støy og forurensning fra generatorer
8. Minimert risiko for kollisjoner med eksterne skip i akvakulturanlegg
9. Informasjonsutveksling mellom sektorene
10. Forbedret beredskap

Rapporterte utfordringer omfatter:

1. Hyppige operasjoner i akvakultur kan medføre risiko for vindturbiner
2. Samtidige operasjoner kan fremprovosere konflikter mellom aktørene
3. Forskjellige bedriftskulturer og egeninteresser kan gjøre samarbeid vanskelig
4. Lokaliteter må være egnede for begge aktiviteter
5. Utilstrekkelige tillatelsesregimer
6. Økte krav til design og konstruksjon
7. Mangel på kunnskap om virkninger på fisk og miljø

8. Sikkerhetsbekymringer og arbeidsforhold for mannskapet
9. Økt risiko for begroing og korrosjon på vindturbiner
10. Mangel på beste praksis eller etablerte prosedyrer

En spesielt fremhevet utfordring er det tredje punktet, som postulerer at selskaper innen havvind primært er interessert i å fokusere på vindenergi, mens akvakulturoperatører foretrekker å konsentrere seg om oppdrett (Slette, 2023). Enhver divergerende aktivitet kan dermed oppfattes som en unødvendig komplikasjon (Slette, 2023).

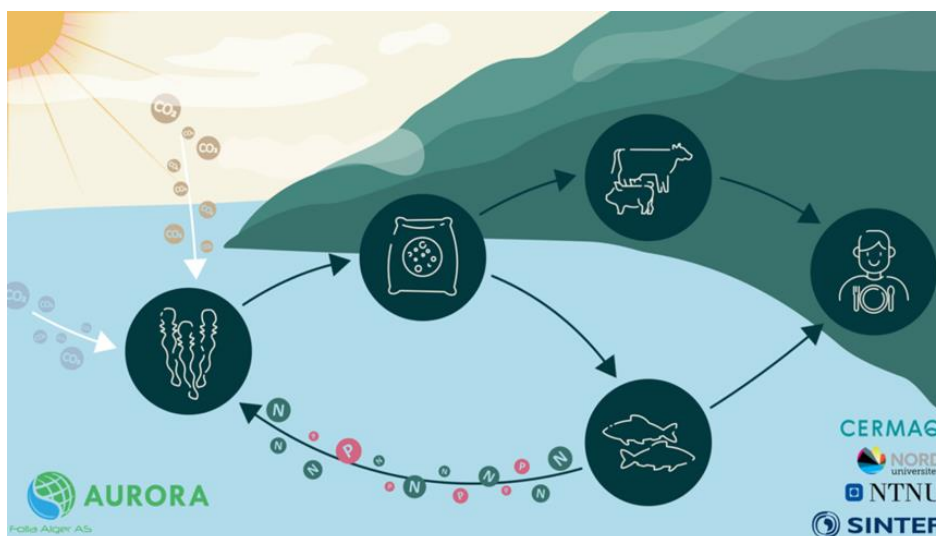
6.2.3 Ocean Forest

Bellona har stor tro på et bærekraftig havbruk basert på økologisk samspill og synergier mellom forskjellige teknologier som en del av fremtidens løsninger for det grønne skiftet (*Karlsson-Drangsholt et al., 2017*). Økt dyrking av marine alger, fisk og skaldyr kan være en miljøeffektiv måte å dekke verdens fremtidige matbehov på, uten å bruke opp verdifullt ferskvann og landareal. Dette mener Bellona vil kunne gi velfungerende økosystembaser på stede egne arter (Bellona, 2012). Da vil det også bli en bærekraftig produksjon av både biomasse og energi. Biodiversiteten vil bli ivaretatt og eventuelt forbedret. Forskningen har de kalt Ocean Forest Project, og refererer til de marine algene som havets skog og åker (Bellona, 2012; *Ocean Forest, 2023*). Bellona håper at det ved hjelp av IMTA-anlegg i kombinasjon med havturbinpark og andre elektrisitetskilder fra bølger, sol og tidevannsturbiner kan produseres bærekraftig mat, biomasse og energi i fremtiden (Bellona, 2012). De positive synergieffektene kan dempe klimaendringene og bidra til friskere vannområder, da er det viktig å identifisere og utforske arealene på norsk kontinentalsokkel (Bellona, 2012; *Ocean Forest, 2023*). Storskaladyrking av tare kan binde store mengder CO₂ og i så måte redusere klimaendringene (Bellona, 2012; *Ocean Forest, 2023*).

6.2.4 Tare i laksemerder

Det første globale sjøbaserte anlegget som kombinerer produksjon av laks og tare innenfor det samme oppdrettsanlegget, ble lansert av Folla Alger i februar 2023 (Folla Alger, 2023; SINTEF, 2023b). Anlegget er strukturert etter modell av konvensjonelle lakseoppdrettsanlegg, bestående av 24 bur, men inkluderer tilpassede løsninger for tare dyrking i de sentrale burene, med laks i de ytre nettinggårdene på hver side (SINTEF, 2023b). Dette prosjektet er et samarbeid mellom Folla Alger, Cermaq og SINTEF Ocean (SINTEF, 2023b).

Dette systemet har potensial til å fremme en effektiv sirkulærøkonomi, ettersom tare absorberer næringsstoffer i nærheten av nettinggårdene, som deretter kan omdannes til laksefôr, se figur 19 (SINTEF, 2023c). Dette bidrar også til optimalisert arealutnyttelse, og i tillegg fungerer taren som en karbonopptaker gjennom fotosyntese (S. Andersen et al., 2012). Forskningsleder Silje Forbord i SINTEF Ocean hevder at tareveksten kan forbedres med 50% ved dyrking i nærhet av oppdrettsfisk (SINTEF, 2023b). De involverte partene uttrykker at både fiskeoppdrett og tare dyrking er fremtidsrettede næringer, som kan bidra til det grønne skiftet som en sirkulærøkonomi, gi økt lokal verdiskaping og næringsutvikling (SINTEF, 2023b). Prosjektet vil også undersøke effektene av tare dyrking på vannmiljøet og fiskehelsen i laksemerdene (SINTEF, 2023b). Fiskeridirektoratet har tildelt forsknings- og utviklingskonsesjoner til Folla Alger for gjennomføring av prosjektet, mens SINTEF Ocean har ansvar for forskningsdelen i samarbeid med NTNU og Nord Universitet (SINTEF, 2023b).



Figur 19; IMTA, tare og laks, (SINTEF, 2023b).

6.3 Integrert havbruk med tunikater

De få aktive anleggene med oppdrett av tunikater dyrkes nå som monokultur. Da dette er en næring i vekst, er det svært aktuelt å utvikle bedre og mer lønnsomme metoder for oppdrett (Vold Bjordal et al., 2022). Fredrik Norèn, en erfaren marinbiolog med tunikater som sin spesialisering, fortalte at tunikater kan fungere svært godt med andre arter (IMTA) (pers. komm). En tommelfingerregel er da å kombinere en filterspisende art med en alge (tare), da de utfyller hverandre bedre og ikke konkurrerer om den samme næringen (pers. komm. Norèn). Blåskjell og tunikat vil dermed ikke være en god kombinasjon (pers. komm). Da tunikater har høyere filtreringsrate enn blåskjell, kan potensielt tunikater være mer effektive enn blåskjell til å fjerne organisk materiale fra vannmassene (*Karlsson-Drangsholt et al., 2017*). I Bellona sin miljøkonsekvensanalyse for integrert havbruk i Norge fra 2017 (*Karlsson-Drangsholt et al., 2017*), lyktes de ikke å finne noe vitenskapelig litteratur på bruk av tunikater i IMTA. Dette underbygges av litteratursøket i forbindelse med masteroppgaven.

6.4 Tare dyrking i Norge

Langs store deler av Norges kystlinje eksisterer optimale vekstbetingelser for diverse tarearter (Torrissen et al., 2018). Basert på en innhøsting på 20 millioner tonn tare, er det mulig å ekstrahere om lag 100 000 tonn protein, som utgjør omtrent en tredjedel av den årlige importen av soyaprotein til norsk lakseoppdrett (U. S. Gemini.no, 2020).

Foreløpig har det blitt innvilget omtrent 300 tillatelser til dyrking av tang og tare i Norge, alle innvilget siden 2014 eller senere (*Akvakulturregisteret, u.å.*). Hovedfokuset ligger på produksjon av sukkertare (*Saccharina latissima*), butare (*Alaria esculenta*), fingertare (*Laminaria digitata*), og søl (*Palmaria palmata*) (*Akvakulturregisteret, u.å.*). Til tross for landets omfattende kystlinje og stigende antall tillatelser for kultivering av makroalger, er det fremdeles en lav total produksjon. Aktiviteten foregår hovedsakelig innenfor begrensede områder og har i stor grad vært preget av pilot- og forskningsprosjekter (Stévant et al., 2017). Noen av tare dyrkerne har etablert en

klynge; Norwegian Seaweed Association (*Norwegian Seaweed Association*, u.å.). Her deler de erfaringer og ønsker for en videre vekst av næringen.

Kultivering av makroalger kan implementeres både marint og terrestrisk (Torrissen et al., 2018). I de fleste tilfeller vil reproduksjon og produksjon av setteplanter skje i kar på land (Torrissen et al., 2018). Planter festes naturlig til substrat (tau) før de overføres til havet (Torrissen et al., 2018). I havet foregår kultivering enten i egne anlegg eller som del av integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) (Wang et al., 2012). Monokulturer av makroalger dyrket på strekk er den mest vanlige formen for kultivering i dag (Fernand et al., 2016).

I kultiveringens innledende fase har fokuset vært rettet mot bioenergi, noe som har vist seg å være utfordrende grunnet behovet for stor biomasse (*Akvakulturregisteret*, u.å.). Utfordringer har vært teknologiutvikling og mangel på tilgang til akvakultursteder for utvikling av storskala produksjon (Stévant et al., 2017). Markedsverdien for makroalger til bioenergi har også vært lav (Stévant et al., 2017) (SINTEF, 2009) (SINTEF, 2014).

Økt fokus har blitt rettet mot identifisering av høyverdiprodukter basert på makroalger (SINTEF, 2016), ettersom disse gir høyere markedsverdi og kan dyrkes i noe mindre skala. Primært begrenses dyrkingen av makroalger i Norge av markedsforhold og prissetting (Torrissen et al., 2018). Produksjon av makroalger er for tiden arbeidsintensiv og dermed høye produksjonskostnader (Torrissen et al., 2018). Europa har en mangel på tradisjon for bruk av tang og tare i mat, og prisene for industriell bruk er lave (Torrissen et al., 2018).

Kommersiell produksjon av makroalger vil kreve utvikling av effektive produksjonssystemer og en helhetlig utnyttelse av produktene, samt implementere tiltak som fremmer storskala produksjon med sikte på industriell utnyttelse (Torrissen et al., 2018)

Stortinget fattet den 23.05.2023 en enstemmig beslutning om å inkludere tang og tare i det juridiske domenet til fiskeeksportloven (Fiskeridepartementet, 2023). Lovvedtaket ble ratifisert av Hans Majestet Kongen under statsråd og er satt til å tre i kraft den 1. juli 2023 (Fiskeridepartementet, 2023). Implikasjonene av denne endringen tillater

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) å allokere ressurser til forskning og utvikling innen tang- og tareneringen (Fiskeridepartementet, 2023). Videre gir det denne næringen mulighet til å utnytte tjenestene til Sjømatrådet, som inkluderer internasjonal markedsføring (Fiskeridepartementet, 2023).

6.4.1 Fremtidens tare dyrking

Sintef har etablert en tverrfaglige kunnskapsplattform MACROSEA (SINTEF, 2020). Studier innen produksjonsbiologi og teknologi vil da bidra til å utvikle en klimavennlig og industriell makroalgedyrking.

I dette prosjektet har de gjort systematiske undersøkelser av dyrkingsforhold, begroing og genetikk hos brunalgen sukkertare langs norskekysten (SINTEF, 2020). Rødalgen søl har for første gang i Norge blitt dyrket på nett i sjø. Dette er en svært ettertraktet alge, da den er næringsrik og har blitt brukt som mat over lang tid.

MACROSEA (*Macrosea*, u.å.) har utviklet vekstmodeller av alger som er koblet til 3D hydrodynamiske-økosystemmodeller for å estimere lokalitetsavhengig produksjon. Resultatene indikerer at det kan dyrkes 70 tonn per hektar i kyst og fjordområder, opp mot 140 tonn i gode kystområder (SINTEF, 2020). I Midt-Norge er det potensiale for å dyrke hele 20 millioner tonn (SINTEF, 2020).

6.4.2 Tarens bruksområder

I dag er det først og fremst matproduksjon fra tare som viser seg å være lønnsomt, men denne dynamikken kan endres med fremveksten av ny teknologi for storskala biomasseproduksjon (U. S. Gemini.no, 2020). De kommende tiårene vil etterspørselen etter fôr og store volumer av fornybare råvarer vokse, og forskere ved SINTEF mener at industriell tare dyrking kan utgjøre en del av løsningen (U. S. Gemini.no, 2020).

Tare, omtalt som "havets grønne gull" og "den nye oljen", finner eksepsjonelt gode vekstforhold langs store deler av den norske kysten (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020). Forskere enes om at bruksområdene for tare er svært like dem for soya og olje, i tillegg kan tare bidra til karbonfangst (S. I. M. Gemini.no, 2023). Tare kan hjelpe til med å dekke behovene for mat, fôr, materialer og energi (U. S. Gemini.no, 2020). Den kan brytes ned til grunnleggende komponenter og bygges opp igjen etter behov (U. S. Gemini.no, 2020). Allerede nå produseres materialer til møbler, matemballasje, sugerør, nedbrytbare flasker og klær fra tare (U. S. Gemini.no, 2020).

Fremtidsvisjonen for Norge når det gjelder alger er eksport, og målet er å produsere opptil 20 millioner tonn innen 2050 (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020). Dette kan potensielt tilsvare en verdiskapning på 40 milliarder kroner, samt en reduksjon av 4 millioner tonn CO₂ (S. Andersen et al., 2012; *Tare kan bli milliardindustri*, 2020) (SINTEF, 2023a). Norske farvann er særdeles godt egnet for oppdrett av visse tangarter, både langs kysten og offshore (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020). Et ekstra pluss er tarens klimavennlige egenskaper, ettersom den, lik trær, binder CO₂ (Stévant et al., 2017).

Seniorforsker Jorunn Skjermo ved SINTEF Ocean har de siste årene undersøkt klimaeffekten av algeproduksjon og SINTEF har lansert en konsernsatsing for klimapositive løsninger, der karbonfangst med tare dyrking er ett av temaene som utredes (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020) (*Seaweed Carbon Solutions (JIP)*, 2022). Hypotetisk sett kan et dyrkningsfelt utvikles som kan binde opp hele Norges totale karbonutslipp på 52 millioner tonn årlig (SINTEF, 2023a). Dette innebærer produksjon av tare som aktivt absorberer CO₂, fulgt av deponering av taremassen i havdypet eller omdannelse til biokull (*Seaweed Carbon Solutions (JIP)*, 2022). Imidlertid bør det bemerkes at denne prosessen kan være teknologisk krevende, men dens mulighet for gjennomføring gir et lovende perspektiv for reduksjon av klimagassutslipp (S. I. M. Gemini.no, 2023). Den første utfordringen er at skalering av produksjonen er kostbar den andre er at integrering i karbonmarkedet er komplisert (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020). Tilgang til kapital er også en begrensende faktor, og investorer bør være innstilt på en langsiktig horisont (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020).

Før dette kan realiseres, må det ifølge Skjermo, tas en beslutning om dette er en ønsket retning, og en strategi må utformes (*Tare kan bli milliardindustri*, 2020).

7.0 Regulering og forvaltning i havet

Havforvaltning er underlagt en rekke lover og forvaltningstiltak som regulerer aktivitetene i havet. Her er en oversikt over sentrale lover og reguleringer som er relevante for næringsaktiviteten i havet:

1. FNs havrettskonvensjon: Denne konvensjonen fastsetter statenes rettigheter og plikter vedrørende bruk, utnyttelse og bevaring av havressursene (*De forente nasjoners havrettskonvensjon - Lovdata, u.å.*) (*Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene – Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak, 2020*).
2. Nasjonale forvaltningsplaner: Regjeringen utarbeider forvaltningsplaner for ulike havområder, hvor mål for miljøtilstand, verdiskaping, sameksistens, bevaring og bærekraftig bruk av havet fastsettes (miljødepartementet, 2020) . Disse planene er utformet i samsvar med prinsippene for bærekraftig bruk og bevaring av det marine miljøet fastsatt av FNs havrettskonvesjon (*De forente nasjoners havrettskonvensjon - Lovdata, u.å.*). Sektormyndigheter som Fiskeridirektoratet (*Fiskeridirektoratet | Livet i havet – vårt felles ansvar, u.å.*), Norges vassdrags- og energidirektorat (*NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat, u.å.*), Kystverket (*Startsiden, u.å.*) og Miljødirektoratet (*Miljødirektoratet - Miljødirektoratet, u.å.*) er ansvarlige for å sikre at aktiviteten i havområdet følger tiltakene som er spesifisert i forvaltningsplanene og gjeldende reguleringer.
3. Plan- og bygningsloven: I kystnære områder blir arealbruk forvaltet av kommunale og regionale myndigheter i henhold til denne loven (*Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (plandelen) - Lovdata, u.å.*) (miljødepartementet, 2020). Loven inneholder regler for prosesser som medvirkning, høringer, offentlig ettersyn og konsekvensutredninger (*Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (plandelen) - Lovdata,*

u.å.). Den kommunale og regionale arealplanleggingen skal gjenspeile de nasjonale målsetningene for arealplanlegging som blir fastsatt av regjeringen hvert fjerde år (*Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (plandelen)* - Lovdata, u.å.). I tillegg til plan- og bygningsloven må også andre regler tas hensyn til i arealplanleggingen, for eksempel akvakulturloven (*Lov om akvakultur (akvakulturloven)* - Lovdata, u.å.) og naturmangfoldloven (*Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven)* - Lovdata, u.å.).

Nedenfor er en liste med sentrale lover for næringsaktivitet i havet. Det er viktig å merke seg at listen ikke er uttømmende:

- *Petroleumsloven (Lov om petroleumsvirksomhet [petroleumsloven]* - Lovdata, u.å.): Regulerer petroleumsvirksomheten på norsk sokkel, inkludert leting, tildeling av areal, utbygging, produksjon og avvikling av olje- og gassvirksomhet.
- *Havressursloven (Lov om forvaltning av villlevende marine ressurser (havressurslova)* - Lovdata, u.å.): Regulerer høsting av villlevende marine ressurser og bioprospektering. Gir Nærings- og fiskeridepartementet myndighet til å fastsette nasjonale kvoter for fisk og skalldyr.
- *Havenergiloven (Lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova)* - Lovdata, u.å.): Inkluderer regler for planlegging av produksjon av fornybar energi til havs, konsesjonstillatelser, nedlegging av aktivitet, utførsel og innførsel av elektrisk energi i marine miljøer. Dette regelverket gjelder på Norges kontinentalsokkel og den delen av Norges territorialfarvann som ligger utenfor grunnlinjen. Innad i grunnlinjen og på land, er det energiloven som er anvendelig.

Det er kommunene som setter av areal til havbruk i sine kystzoneplaner (ref. Pkt. 3 om plan og bygningsloven). I kommunene differensieres det sjeldent mellom ulike typer havbruk, hvilket betyr at søknader om tunikatkonsesjoner kan komme i konkurranse med andre konsesjonssøknader, f.eks laksekonsesjoner (Vold Bjordal et al., 2022).

Dagens lovverk for havbruk har ingen spesifikk regulering for integrert havbruk. All havbruksaktivitet omfattes av akvakulturloven (*Lov om akvakultur (akvakulturloven) - Lovdata*, u.å.). Tillatelser for produksjon av laks, ørret og regnbueørret reguleres av Laksetildelingsforskriften (*Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret (laksetildelingsforskriften) - Lovdata*, u.å.), mens andre fiskearter, bløtdyr (tunikater), krepsdyr og pigghuder omfattes av Tildelingsforskriften for andre arter (*Forskrift om tildeling, endring og bortfall av konsesjoner for oppdrett av andre arter enn laks, ørret og regnbueørret - Lovdata*, u.å.). Selv om algedyrking også omfattes av akvakulturloven, finnes det ingen egen tildelingsforskrift for dette formålet. Søknader om dyrking av makroalger behandles separat i Nærings- og Fiskeridepartementet. Tillatelser gis basert på en "skjønnsmessig" vurdering av om algedyrkingen er miljømessig forsvarlig (*Karlsson-Drangsholt et al., 2017*).

Ved oppstart av et integrert havbrukssystem med laks, tunikat og tare må søker gjennomgå tre separate søknadsprosesser (Holm, 2018). I tillegg kreves det en egen dispensasjon fra Fiskeridirektoratet hvis flere arter skal holdes på samme lokalitet (*Flere arter på samme lokalitet*, u.å.), samt at det mangler veiledning fra direktoratet (Holm, 2018). Søknadsprosessen kan dermed oppleves som svært komplisert og uoversiktlig for søker (Holm, 2018). Med tanke på det store potensialet og de mulige miljøfordelene ved overgangen fra dagens monokulturbaserte oppdrett til kommersiell skala integrert havbruk, bør det tilrettelegges for integrert havbruk. Imidlertid er det avgjørende at forvaltningen av integrert havbruk er kunnskapsbasert for å sikre at det skjer innenfor miljøets bæreevne (*Karlsson-Drangsholt et al., 2017*).

Ifølge Hurdalsplattformen (Statsministerens kontor, 2021) har regjeringen formulert følgende målsetninger som er relevante for tunikatnæringen og aktuelle samarbeidsnæringer:

- fremme bærekraft ved å innføre et særskilt program for produksjon av bærekraftig fôr utelukkende basert på norske ressurser, sette faste mål om at all fôr til havbruksindustrien skal være fra bærekraftige kilder innen 2030, og å legge til rette for bruk av karbon (CCU) i fôrproduksjon.
- effektivisere behandlingen av konsesjonssøknader og utvikle et egenartet konsesjonsregime for havbruk med strenge krav til bærekraft og sameksistens blant forskjellige maritime næringer.
- revurdere fordelingen av midler fra Havbruksfondet med mål om å øke kommunenes andel av inntektene fra fondet.
- innføre en ordning der en begrenset andel av fremtidige havbrukstillatelser midlertidig leies ut til sjømatindustrien for å bidra til helårlig industriell aktivitet.
- legge til rette for økt forskningsinnsats og næringsaktivitet knyttet til tang, tare og nye marine ressurser.
- sikre at fremtidige oppdrettstillatelser er tidsbegrensede.
- gjennomgå de eksisterende tillatelsesordningene i havbruksnæringen for å sikre fortsatt mangfold og lokalt eierskap.
- legge til rette for forenklinger, rydding i regelverket, og forbedret samarbeid mellom myndighetene og næringen for å sikre en mer helhetlig forvaltning, bedre bærekraft og forbedret fiskevelferd.
- gjennomgå relevant regelverk for havbruksnæringen, herunder blant annet konsesjonssystemet, tilpassede konsesjonskrav for lukkede anlegg, utviklingskonsesjoner og miljøkrav.
- styrke havbruksrelatert utdanning på fagskole, høgskole, og universitetsnivå i samsvar med næringens behov.

7.1 Marint vern

Den første loven om naturfredning i Norge ble vedtatt i 1910 (*Lov om naturfredning - Lovdata*, u.å.). Den har fått flere endringer, i dag opprettes verneområdene etter naturmangfoldloven som kom i 2009 (Miljødirektoratet, 2022a) (Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) - Lovdata, u.å.).

Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD), ratifisert i 1993, er en global avtale fra UNCED-konferansen i 1992 for bevaring og bærekraftig utnyttelse av natur (FN, 2020). Norge var blant de første av i alt 192 land som sluttet seg til konvensjonen.

Naturen vernes ut fra ulike formål. De viktigste verneformene er naturreservat, landskapsvern, nasjonalpark og marine verneområder (Miljødirektoratet, 2022a). Det er også en egen gruppe for «Annet vern», det er for spesielle og sjeldne verneformer. (Miljødirektoratet, 2022a) Det var seks marine verneområder på til sammen 243 kvadratkilometer ved utgangen av 2018, 3,1% av Norges sjøareal var vernet i 2022 (Miljødirektoratet, 2022a).

Marine verneområder er ofte kategorisert i tråd med Den internasjonale naturvernunionens (IUCN) standarder (*IUCN*, u.å.). Imidlertid observeres det en mangel på overensstemmelse mellom den norske kategoriseringen og IUCN-definerte kategorier (Lindal Jørgensen et al., 2021). Fiskeriaktivitet, et kritisk element i IUCNs retningslinjer (Day et al., 2019), ser ut til å være oversett i eksisterende marine verneområder (Lindal Jørgensen et al., 2021).

I henhold til IUCN's retningslinjer (Day et al., 2019) for klassifisering av marine verneområder, framkommer regulering av fiskeriaktivitet som et kritisk element. For eksempel skal et verneområde kategorisert som "I" være skjermet fra all fiskeriaktivitet og annen ressursuttak (Lindal Jørgensen et al., 2021). De marine nasjonalparkene i Norge er rapportert som kategori "II", hvor IUCNs retningslinjer spesifiserer at uttak (både levende og død materiale) ikke er kompatibelt med kategoriens målsetninger (Lindal Jørgensen et al., 2021). Dette omfatter alle typer fiske, inkludert rekreasjonsfiske, med unntak av godkjent forskning som ikke kan utføres andre steder (Lindal Jørgensen et al., 2021). Det synes som om ingen av de norske

nasjonalparkene som inkluderer marine områder, oppfyller dette kravet (Lindal Jørgensen et al., 2021).

Ifølge retningslinjene skal kommersiell fiskeri eller industriell akvakultur ikke forekomme i noen kategori (I-VI). Dette indikerer at det er nødvendig å vurdere om et verneområde kan rapporteres til CBD hvis det forekommer industrielt fiske eller akvakultur (Lindal Jørgensen et al., 2021). IUCN foreslår bunntåling som et eksempel på industrielt fiske (IUCN, 2021) (Lindal Jørgensen et al., 2021).

Dersom bunntåling betraktes som kommersielt fiske, gir det grunn til å argumentere for at ingen av de norske marine nasjonalparkene (muligens med unntak av Jomfruland nasjonalpark) oppfyller kravene for å rapportere sine sjøområder som marine verneområder til CBD (Lindal Jørgensen et al., 2021). Alle de vedtatte marine verneområdene i Norge er registrert som IUCN-kategori IA, figur 20. (Lindal Jørgensen et al., 2021). Grunnlaget for innmelding av IUCN-kategorier for de vedtatte marine verneområdene er noe uklart, men det er tydelig at det ikke er basert på IUCNs retningslinjer (Day et al., 2019) (Lindal Jørgensen et al., 2021). Kategori IA representerer det strengeste vernet som kan implementeres, figur 20. Generelt har marine verneområder i Norge et relativt svakt vern mot fiskeri. Dersom fiske forekommer innenfor et verneområde, kan området, basert på IUCNs retningslinjer, høyst oppnå kategori IV (Lindal Jørgensen et al., 2021).

Tabell 1. Definisjon, mål, tillatte og ikke tillatte aktiviteter i marine verneområder i IUCB kategorien Ia. Kilde: Day m.fl. 2019.

IUCN category	Definition	Primary objective	Permitted activities	Prohibited activities
Ia	<i>Category Ia are strictly protected areas set aside to protect biodiversity and also possibly geological/ geomorphological features, where human visitation, use and impacts are strictly controlled and limited to ensure protection of the conservation values. Such protected areas can serve as indispensable reference areas for scientific research and monitoring.</i>	To conserve regionally, nationally or globally outstanding ecosystems, species (occurrences or aggregations) and/or geodiversity features: these attributes will have been formed mostly or entirely by non-human forces and will be degraded or destroyed when subjected to all but very light human impact.	Scientific research involving collection may be permitted if that collection cannot be conducted elsewhere and if the collection activity is minimised to that which is absolutely necessary to achieve the scientific goals of the study. Extraction to control invasive species is also permitted in some category Ia MPAs.	Removal of species or modification, extraction or collection of resources (e.g. through any form of fishing, harvesting, dredging) is considered to be incompatible with this category. Anchoring, which can damage bottom habitat, should not be permitted. If necessary for research, mooring buoys may be an alternative

Figur 20; Definisjon marine aktiviteter i IUCN-kategori (Day et al., 2019)

7.2 Fremtidig marint vern

På COP15-møtet i desember 2022 ble partene enige om diverse målsetninger for 2030 og 2050. Et av konvensjonens mål er bevaring av 30% av terrestriske og akvatiske områder, som skal realiseres gjennom en kombinasjon av verneområder og andre effektive arealbaserte bevaringstiltak (Danbolt, 2022). I tillegg ønsker konvensjonen å restaurere minst 30% av forringede arealer på land og i vann (Danbolt, 2022).

I 2024 vil regjeringen fremlegge en nasjonal handlingsplan for natur i form av en stortingsmelding, der metoder for å nå disse og andre mål vil bli spesifisert (Miljøstatus, 2022) (miljødepartementet, 2020). Denne nasjonale handlingsplanen er basert på tilrådninger fra Faglig Forum og Overvåkingsgruppen (Gruppen for overvåking av de marine økosystemene). De to gruppene er bredt sammensatt av sentrale etater og institutter innen havforvaltning og havforskning (miljødepartementet, 2023). Miljødirektoratet leder og administrerer arbeidet i Faglig forum, mens Overvåkingsgruppen ledes av Havforskningsinstituttet (miljødepartementet, 2023). Hvert fjerde år utarbeider de et kunnskapsgrunnlag for de norske havområdene, som brukes i regjeringens forvaltningsplaner (miljødepartementet, 2023).

Havforskningsinstituttet mener menneskelige aktiviteter i verneområdene ikke bør komme i konflikt med verneformålet (Skjoldal m.fl. 2004) (Lindal Jørgensen et al., 2021). Dette prinsippet underbygges ofte av forskrifter, men med rom for dispensasjoner (Lindal Jørgensen et al., 2021). Strengere forskrifter er lettere akseptert i mindre områder, mens større områder møter mer motstand (Lindal Jørgensen et al., 2021). I store verneområder er kartlegging av biodiversitet nødvendig for å identifisere verdifulle og sårbare områder for strengere vern (Lindal Jørgensen et al., 2021). Spesielt verdifulle og sårbare områder (SVO) blir kartlagt i forvaltningsplanene for norske havområder og er betydningsfulle for biologisk mangfold og produksjon (Lindal Jørgensen et al., 2021). SVO gir ikke direkte begrensninger for næringsaktivitet, bortsett fra petroleumsaktivitet (Lindal Jørgensen et al., 2021).

Beskyttelse av tilfeldige korallrev gir ikke tilstrekkelig vern for koraller og assosierte arter (Lindal Jørgensen et al., 2021). Korallrev, som er kjent for sin sensitivitet mot forurensning fra akvakultur og utslipp av baryttpartikler, krever en omfattende

beskyttelse mot samlet miljøpåvirkning(Lindal Jørgensen et al., 2021). Formålet med marine verneområder rundt korallrev er å beholde dem urørte for forskning og overvåkning, da kan menneskelig aktivitet i disse områdene redusere deres verdi som urørte referanseområder (Lindal Jørgensen et al., 2021).

Mareano, som er et nasjonalt, tverrfaglig initiativ mellom Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket, ble etablert i 2005 med formål om å utvide forståelsen av havet og dets bunnforhold ved å utføre detaljerte kartlegginger av havbunnens landskap, miljø og ressurser (*Mareano*, 2023). Denne økte kunnskapen er ment å fungere som et verktøy for å fremme bærekraftig forvaltning og økonomisk utvikling (*Mareano*, 2023). Via Mareano genereres detaljert informasjon om dybde, bunnforhold, biologisk mangfold, naturtyper og sedimentering, noe som igjen legger grunnlaget for nøyaktige marine kart og bidrar til økt innsikt i havets innhold (*Mareano*, 2023). Det er essensielt å erkjenne at disse er "snapshot" observasjoner, og således er begrenset til et bestemt tidspunkt (*Mareano*, 2023). Denne kunnskapen kan deretter bli benyttet av Havforskningsinstituttet i deres utarbeidelse av forslag til Klima- og miljødepartementet om hvilke spesifikt verdifulle og sårbare områder (SVO) som bør beskyttes (*Mareano*, 2023) (Lindal Jørgensen et al., 2021).

8.0 Teorikapittel

Dette kapittel tar for seg de teoretiske rammeverkene som ligger til grunn for forskningen. Målet er å etablere et solid fundament for forståelsen av de komplekse problemstillingene undersøkt i oppgaven, samt å belyse bakgrunnen for valgte metoder i analysen. Først presenteres overordnede teorier og konsepter sentrale for det aktuelle forskningsfeltet. Deretter følger en dypere utforskning av mer spesifikke teorier og modeller relevante for de spesifikke forskningsspørsmålene og hypotesene. Videre diskuteres kritiske perspektiver på disse teoriene, inkludert deres styrker og svakheter, samt hvordan de bidrar til forståelsen av problemstillingen. Avslutningsvis sammenstilles teoriene til et samlet rammeverk for videre analyse og diskusjon i kapittel 10.

8.1 Porters diamant

Porters diamant er en teoretisk ramme utviklet av Michael Porter, en anerkjent økonom og professor (Vikøren, 2023). Teorien forsøker å forklare hvorfor enkelte land har en konkurransefordel i visse bransjer, den ble presentert i Porters bok "The Competitive Advantage of Nations" fra 1990 (Porter, 1990). Denne konkurransedyktige fordelingen er basert på fire faktorer, som utgjør "diamanten". Her er en oppsummering av hver faktor:

1. **Faktorforhold:** Dette referer til de nasjonale ressursene som er tilgjengelig for en industri. Dette inkluderer både naturressurser, arbeidskraft, kapital, infrastruktur og teknologisk kompetanse. Hvis en nasjon har en fordelaktig kombinasjon av disse faktorene, kan det gi konkurransefordeler til industrien. Norge har et komparativt fortrinn innen akvakultur, skogbruk og oljeutvinning. Det skilles mellom to grupper faktorforhold; basisfaktor og spesialiserte faktorer. For bransjer lengst bak i verdikjeden er det basisfaktorene som har størst betydning for konkurranseevnen. For de bransjene som ligger lenger fremme i verdikjeden, er det de spesialiserte, kunnskapsbaserte innsatsfaktorene som er mest avgjørende for konkurranseevnen. Teknologi, markedskunnskap og kompetanse er blant de spesialiserte faktorene.
2. **Etterspørselsforhold:** Dette refererer til størrelsen, veksten og karakteristikkene til den nasjonale etterspørselen etter industrien. Et sterkt og dynamisk hjemmemarked kan stimulere innovasjon og skape incentiver for bedrifter til å forbedre konkurransedyktighet og kvalitet. Tradisjonelt har dette vært etterspørselsvolum og sammensetning, men dette kan også være kunder som stiller strenge krav til sine leverandører. Det er de krevende kundene som kan stimulere til innovasjon og økt kvalitet. Dette kan også knyttes til nye internasjonale krav.
3. **Relaterte og støttende industrier:** Dette innebærer eksistensen av andre næringer og støttespillere som er nødvendige for å støtte og forsterke konkurransedyktigheten til hovedindustrien. Tilstedeværelse av konkurransedyktige leverandører, relaterte industrier og klynger kan skape et miljø som fremmer innovasjon og effektivitet. Tette klynger med

bredde, dybde og dynamikk kan stimulere til kunnskapsutvikling som deles mellom bedriftene. Ifølge Reve og Hagesæther (Reve, 2018) indikerer forskningen at bedrifter som opererer i klynger oppnår en høyere grad av innovasjon og verdiskaping sammenlignet med bedrifter som ikke er en del av slike klynger. Dette skyldes at klyngene muliggjør samling av teknologisk og kommersiell kunnskap.

4. **Bedriftsstrategi, struktur og konkurranse:** Dette refererer til den lokale bedriftskulturen, konkurransesituasjonen og organisasjonskulturen innenfor industrien. Effektivitet og innovasjon oppnås gjennom sunn konkurranse, og konkurransedyktige bedrifter bidrar til å heve nivået for hele industrien.

Konkurranse og faktorforholdene kan påvirkes av myndighetene, og tilfeldigheter kan påvirke utviklingen av etterspørselsforhold og relaterte næringer. Dermed må det legges inn to eksterne forhold som kan påvirke de andre komponentene i diamanten; myndigheter og tilfeldigheter.

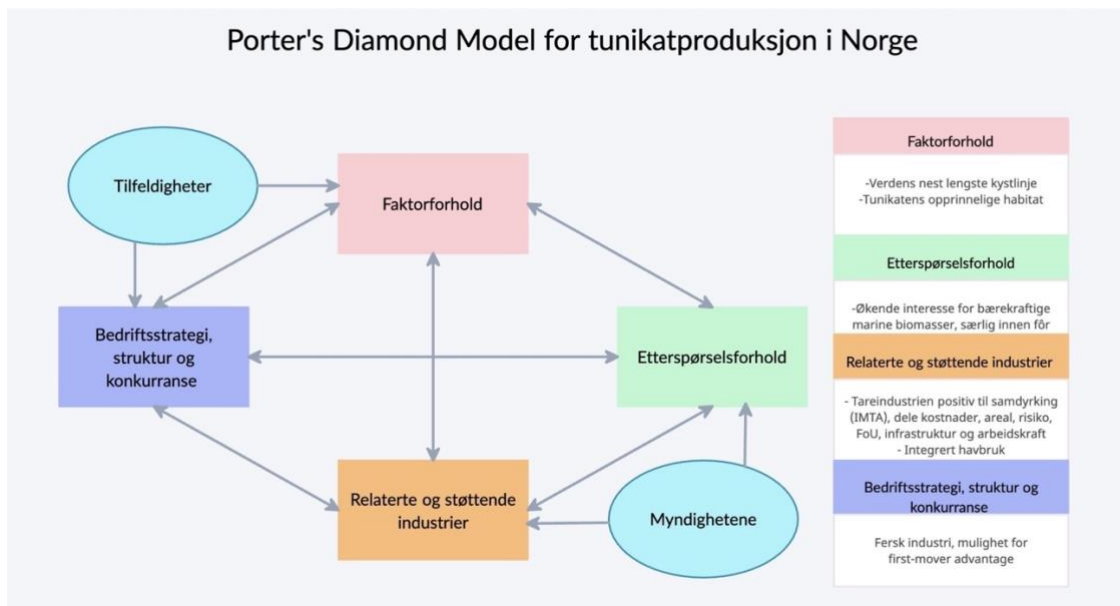
Myndigheter: gjennom reguleringer, insentiver, skatt og subsidier kan myndighetene i stor grad påvirke utviklingen av konkurransedyktig industri. Ved å legge vekt på infrastruktur, forskning og utdanning, kan det etableres en konkurransedyktig industri i Norge. Dette kan også stimuleres av organisasjoner som ikke er knyttet til myndighetene (NGO).

Tilfeldigheter: dette er også ofte benevnt som sjokk/sjansse. Det kan være krig, terrorhandlinger, naturkatastrofer, pandemi, teknologisk utvikling og andre hendelser utenfor bedriftens kontroll. Bedriftens evne til fleksibilitet og rask omstilling kan være avgjørende for bedriftens fremtid.

Porters diamant analyserer det kontinuerlige samspillet mellom disse markedsforholdene på et makronivå og er egnet til å kartlegge virksomhetens strategiske posisjon i et langtidsperspektiv (Porter, 1990).

“Paradoxically, the enduring competitive advantages in a global economy lie increasingly in local things – knowledge, relationships, and motivation that distant rivals cannot match” - Michael Porter (Porter, 1998)

8.1.1 Porters diamant for tunikatproduksjon i Norge



Figur 21; Porters diamant for tunikatproduksjon i Norge.

1. **Faktorforhold:** Norge har en av verdens lengste kystlinjer (Statsministerens kontor, 2021). Tunikaten er en art som har sitt opphav fra Skandinavia, samt at Norge har kapital til å utvikle den nødvendige teknologien for å kunne skape spesialiserte industrier for både dyrking og foredling. Dette er nødvendig for bransjen, da dette er blant barrierene tunikatindustrien står ovenfor (Vold Bjordal et al., 2022).

2. **Etterspørselsforhold:** Det er økende etterspørsel etter bærekraftige råvarer som kan erstatte råvarer med stort klimaavtrykk. Det er grunn til å anta at det i tiden fremover vil komme strengere krav til bærekraftige innsatsfaktorer innen flere sektorer. Tunikater kan blant annet benyttes som fôr, næringsmiddel, biologiske renseanlegg, biogass og innen biofarmasøytika (Vold Bjordal et al., 2022). Da tunikaten har flere bruksområder, kan tunikatprodusentene fokusere på utvikling av produkter og tjenester som generere høyest verdiskaping (NHO, 2023b; Prosess21, 2020).
3. **Relaterte og støttende industrier:** Tarenæringen kan være en god samarbeidsnæring for tunikatindustrien. Næringen har mange av de samme utfordringene, da det er en relativt ny havbruksnæring hvor det er nødvendig med teknologiske forbedringer rundt høsting og prosessering. Det er allerede etablert en klynge for tareoppdrettere i Norge (*Norwegian Seaweed Association*, u.å.). Da 30% av havarealene skal vernes innen 2030 (*COP15*, 2022), kan det bli svært aktuelt med samarbeid på tvers av flere havbruksnæringer. IMTA er en av mulighetene, hvor både fiskeoppdrett og dyrking av tare og tunikat kan få gode synergier fra hverandre (*Karlsson-Drangsholt et al.*, 2017). Næringene kan også potensielt oppstå som marine næringsparker bestående av havvind, offshore fiskeoppdrett, flytende solcellepaneler og tidligere oljeplattformer (Menon Economics og SINTEF Ocean, 2020c).
4. **Bedriftsstrategi, struktur og konkurranse:** Da tunikatdyrking er en relativt fersk industri, kan den som etablerer seg oppnå First-Advantage Move (FMA) (Lieberman & Montgomery, 1998). Dette er en teori innen markedsføringsstrategi som beskriver fordelene ved å være først ute i markedet. Hovedmålet med å være førstemann på markedet er å skape barrierer for konkurrentene og få markedet til å utvikle seg rundt ens eget produkt. Dette er spesielt viktig i situasjoner der det er risiko for at verdifull informasjon sprer seg eller når patentenes levetid er begrenset. Å være en pioner gir en strategisk fordel som sikrer tidlig posisjonering

og muligheten til å etablere seg som markedsleder. Hvilke konkurrenter tunikatnæringen vil møte, kommer an på hvilke økosystemtjenester hver enkelt tunikatprodusent ønsker å levere. Det finnes andre arter som kan ta opp næringssalter fra havet og skape en biomasse med flere bruksområder. Blant annet blåskjell.

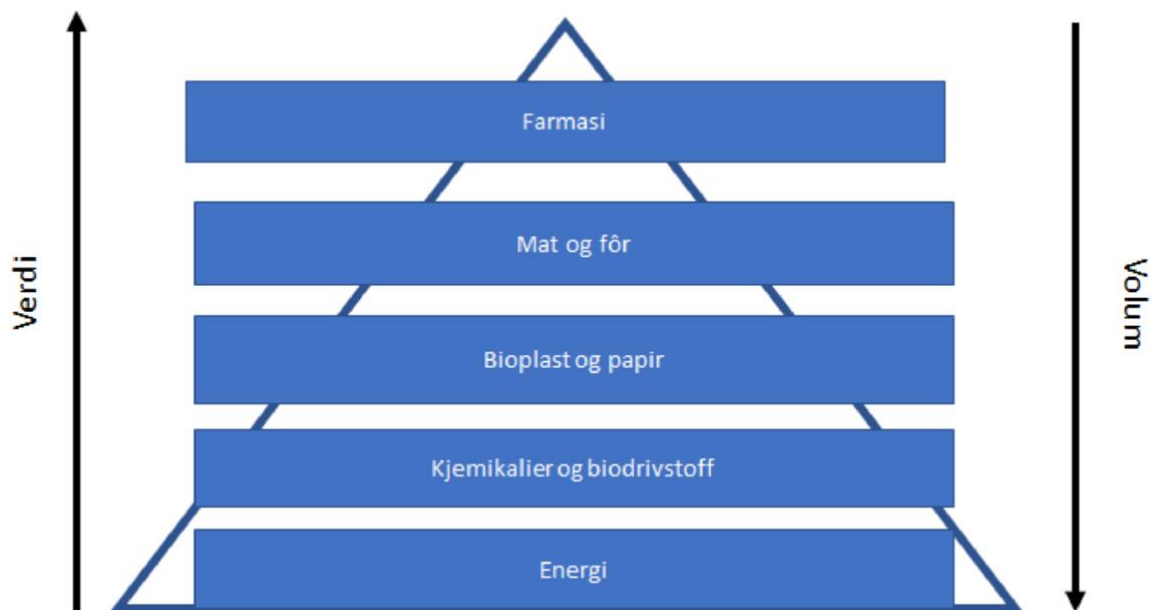
Myndigheter: Det er en svært tid- og ressurskrevende prosess å søke om konsesjon innen akvakulturnæringen, særlig komplisert er det ved søknad om konsesjon for integrert havbruk (Holm, 2018). Det er også behov for teknologisk utvikling i denne bransjen, dette kan myndigheten legge til rette for gjennom subsidier til FoU. Det kan blant annet søkes om støtte fra Innovasjon Norge (Innovasjon Norge, 2023) og Forskningsrådet (Forskningsrådet, 2023). EU tilbyr støtte til utvikling av bærekraftige næringer for å fremme en blågrønn økonomi (*Horizon Europe*, 2023), samt bistår aktivt med å etablere klynger (*Bluepartnership*, 2023). Etablering av klynger kan fremme innovasjon, innen prosessindustrien er Eyde-klyngen et godt eksempel på dette (*Eyde-klyngen*, 2023). Gjennom reguleringer og krav, kan nye bærekraftige næringer få et komparativt fortrinn. Varer og tjenester med høyt klimaavtrykk/lite bærekraftige, kan bli avgiftsbelagt eller forbys. Dette kan gi et skifte i etterspørselen etter bærekraftige varer og tjenester, hvilket kan skape grønn økonomisk vekst. Tilgang på kapital, god infrastruktur, markedsadgang og et skatte- og avgiftssystem som er forutsigbart og gjør det mulig å drive lønnsomt er nødvendige forutsetninger for tunikatnæringen.

Tilfeldigheter: Det kan oppstå naturkatastrofer eller ekstremvær som kan skade tunikatanleggene, sykdomsutbrudd som forårsaker massedød i anleggene, klimaendringer, andre varer eller tjenester som kan levere den samme eller bedre økosystemfunksjonene som tunikatene. Det kan også være andre scenarioer som oppstår hvor det blir en endring i etterspørselen etter tunikater. Krig, terror og klimaendringer kan føre til en uventet etterspørsel for en råvare som kan erstattes av annen innsatsfaktor som plutselig ikke er mulig å få tak i lenger. Handelsavtaler kan stå svakt hvis avlinger uteblir. Da kan biomassen fra tunikater prosesseres til ønsket produkt, hvis næringen er rask omstillbar.

8.2 Biobasert verdipyramide

Biobaserte verdipyramider viser hvordan biologiske ressurser kan utnyttes på forskjellige måter, og hvordan verdiskapingen øker når man går oppover i pyramiden (Lewandowski, 2018) (Stegmann et al., 2020). Ved å utnytte biologiske ressurser på en bærekraftig og effektiv måte kan biobaserte økonomier bidra til å redusere avhengigheten av fossile ressurser og fremme en mer bærekraftig og miljøvennlig utvikling. En sirkulær bioøkonomisk verdikjede skiller seg fra en konvensjonell verdikjede ved at avfall betraktes som restråstoff som kan bidra til videre verdiskaping, vanligvis på lavere nivåer i verdikjeden som vist i figur 22 (Stegmann et al., 2020). Ved å følge et kaskadeprinsipp, der ressursene utnyttes fra høy kvalitet til stadig lavere kvalitetskrav, kan bedrifter oppnå høy grad av ressurseffektivitet ved å utnytte energi, vann og materialer. Kaskadeprinsippet bør ikke hindre etableringen av bioøkonomisk aktivitet med lavere verdiskaping. Tvert imot er det viktig å sikre økt vekst og stimulans i produksjonen av biomasseressurser. Det er markedet som i siste instans vil avgjøre den mest lønnsomme anvendelsen av biomasseressursene, og denne dynamikken vil endre seg over tid. Prinsippet fungerer derfor som en beskrivelse av hvordan man kan strebe mot teknologier som sikrer optimal ressursutnyttelse, gjenvinning og, i sin helhet, en mer bærekraftig utvikling (NHO, 2023a). For tiden domineres volumet av produksjonen av energi, kjemikalier og biodrivstoff (NHO, 2023). Det er nødvendig å endre denne situasjonen for å øke produksjonen i de øvre delene av verdikjeden, der produktene med høyest verdi befinner seg. Det finnes betydelige muligheter innenfor alternative fôrråvarer for havbruksnæringen (O. Andersen et al., 2017; Vold Bjordal et al., 2022.).

En fremtidsrettet forretningsmodell består av å generere verdier fra alle biprodukter. Til tross for at dette kan være utfordrende i dagens kontekst, vil det føre til betydelig verdiskaping i fremtiden, spesielt med tanke på Europas satsing på den sirkulære økonomi (Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy, 2015).



Figur 22; Biobasert verdipyramide (NHO, 2023).

Verdipyramiden er en sentral konseptualisering innenfor bioøkonomien. Boksene i pyramiden bør betraktes som eksempler som illustrerer prinsippet, heller enn som absolutte kategorier. For eksempel kan kjemikalier til tider ha høyere prioritet enn fôr og mat i visse situasjoner. Det viktige poenget er at biomassen må benyttes der den kan generere maksimal verdi (NHO, 2023). Ved å ta utgangspunkt i denne modellen, vil det å produsere biogass av tunkater gi lav verdiskaping, ref. Kap.3.4. Da kan det være hensiktsmessig å bruke biomassen til produksjon av andre produkter som gir høyere verdiskaping. Det kan vurderes om det kan produseres biogass av restråstoffet fra tunkatdyrkingen, eventuelt av avlinger med for lav kvalitet til sitt opprinnelige formål.

8.3 SWOT-analyse

En SWOT-analyse er et strategisk verktøy som brukes til å evaluere de interne styrkene (Strengths) og svakhetene (Weaknesses) til en organisasjon, sammen med de eksterne mulighetene (Opportunities) og truslene (Threats) den står overfor (Hill, 2012).

Her er en utdypet forklaring på hver del av SWOT-analysen:

Styrker (Strengths): Dette refererer til de positive egenskapene og ressursene til organisasjonen. Det kan inkludere fordeler som godt omdømme, et sterkt merkevarenavn, dyktige ansatte, patenter, høy kvalitet på produkter/tjenester, effektive produksjonsprosesser, eller sterke finansielle ressurser. Identifisering av styrkene hjelper organisasjonen med å forstå hva den gjør bra og kan bruke til å oppnå konkurransefortrinn.

Svakhet (Weaknesses): Dette refererer til de interne begrensningene og ulempene til organisasjonen. Det kan inkludere aspekter som mangel på ressurser, dårlig ledelse, høye kostnader, begrenset produktutvalg, eller svak markedsføring. Ved å identifisere svakhetene kan organisasjonen fokusere på å forbedre eller minimere dem for å oppnå bedre resultater.

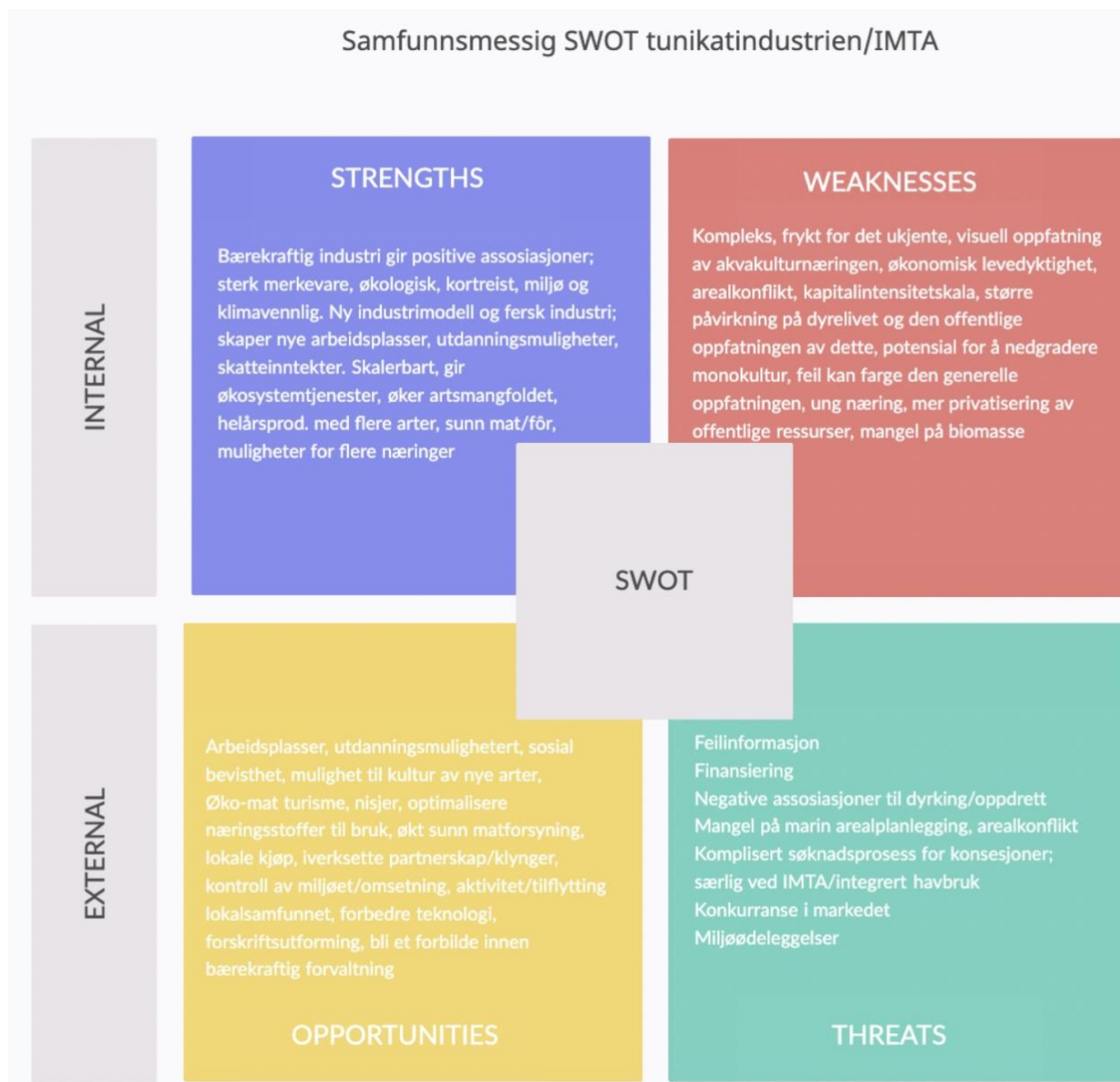
Muligheter (Opportunities): Dette refererer til eksterne forhold eller situasjoner som kan være gunstige for organisasjonen. Det kan inkludere trender i markedet, ny teknologi, endringer i lovgivningen, nye markedssegmenter eller økt etterspørsel etter bestemte produkter/tjenester. Ved å identifisere mulighetene kan organisasjonen utnytte dem for å skape vekst og suksess.

Trusler (Threats): Dette refererer til eksterne faktorer som kan ha en negativ innvirkning på organisasjonens ytelse. Det kan inkludere konkurrerende virksomheter, endringer i markedsforhold, økonomiske nedgangstider, nye reguleringskrav eller raske teknologiske endringer. Ved å identifisere truslene kan organisasjonen ta nødvendige tiltak for å forberede seg på dem eller til og med omgjøre dem til muligheter.

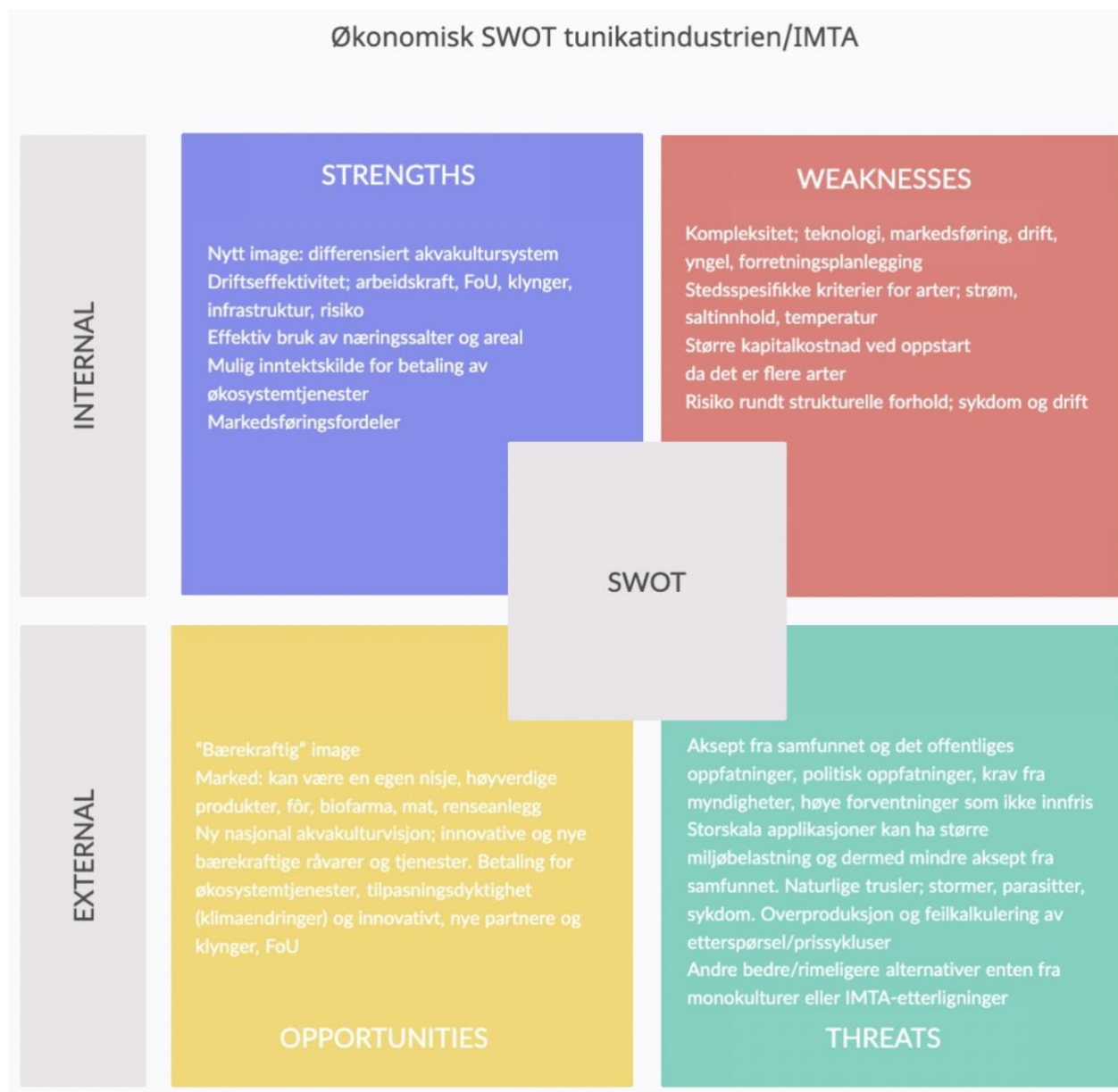
SWOT-analysen brukes som et verktøy for strategisk planlegging og beslutningstaking (Hill, 2012). Den hjelper organisasjoner med å identifisere deres interne styrker og svakheter i forhold til de eksterne mulighetene og truslene. Ved å forstå sin nåværende situasjon kan organisasjonen utvikle strategier for å maksimere sine styrker, minimere sine svakheter, utnytte mulighetene og møte truslene for å oppnå sine overordnede mål (G. G. Bell & Rochford, 2016; Falcone et al., 2020).

8.3.1 SWOT-analyse for tunikatproduksjon i Norge

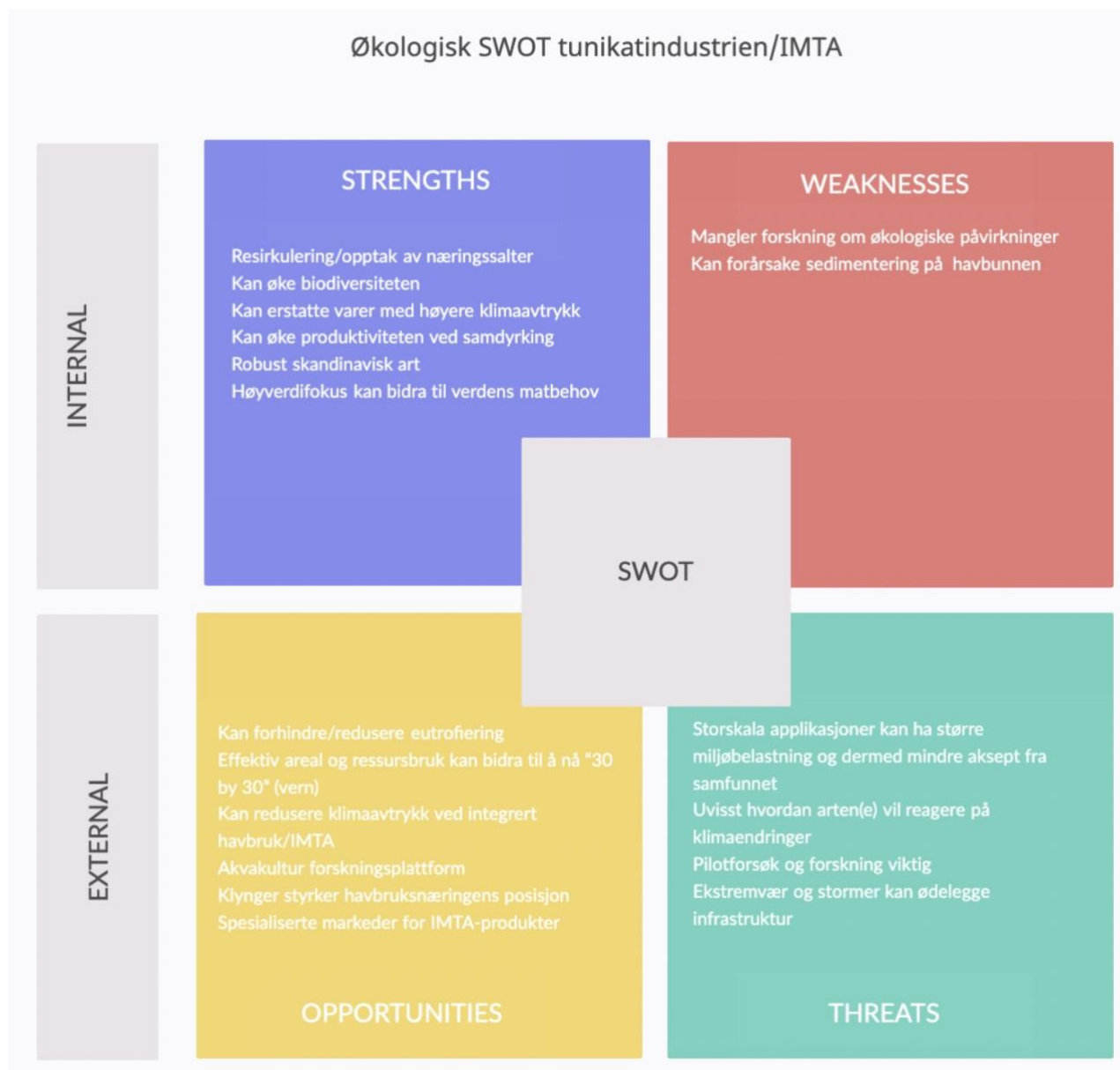
Da det var ønskelig å få et best mulig overblikk over hvilke muligheter og utfordringer tunikatindustrien står ovenfor, ble SWOT-analysen delt i tre kategorier; økonomiske, økologiske og samfunnsmessig. Dette følger bærekraftbegrepet (FN, 2021b) og den tredelte bunnlinja (Gjølberg, 2010). Kategoriseringen bidrar dermed til en bedre oversikt over en kompleks situasjon (Leonczec, 2013)



Figur 23; SWOT samfunnsmessig tunikater



Figur 24; SWOT økonomisk tunikater



Figur 25; SWOT økologisk tunikater

8.4 PESTEL

En PESTEL-analyse er en strategisk situasjonsanalyse som tar hensyn til de overordnede faktorene i et markedssystem som er viktige i nåværende tidspunkt eller forventes å bli viktige i fremtiden (Aguilar, 1967). Denne analysen grupperer disse faktorene i forskjellige perspektiver for å gi en helhetlig oversikt over virksomhetens makroomgivelser som forventes å påvirke næringens posisjon, potensial og retning i fremtiden. Målet med en PESTEL-analyse i en strategisk sammenheng er å identifisere hvordan sentrale forhold i det eksterne miljøet vil endre seg og påvirke virksomhetens posisjon, vekst og retning fremover (Roos et al., 2022). Ved å avdekke disse faktorene kan organisasjonen tilpasse seg og posisjonere seg best mulig i forhold til fremtidige muligheter og trusler. I praksis brukes resultatene fra PESTEL-analysen til å forutsi fremtidige trender, slik at organisasjonen kan forberede seg på å utnytte disse mulighetene til sin fordel og unngå eller håndtere trusler på en hensiktsmessig måte. På denne måten kan organisasjonen ta strategiske beslutninger i dag som tar hensyn til de kommende endringene og gir en konkurransefordel.

PESTEL er et akronym og står for Political, Economic, Sociocultural, Technological, Environmental og Legal. Denne analysen tar hensyn til følgende seks faktorer:

P: Politiske faktorer: Dette omfatter politiske forhold, lover, reguleringer og politisk stabilitet som kan påvirke organisasjonen. For eksempel kan endringer i skattelover eller handelsavtaler ha en betydelig innvirkning på virksomheten.

E: Økonomiske faktorer: Disse faktorene inkluderer økonomisk vekst, rentenivåer, inflasjon, arbeidsledighet og andre økonomiske indikatorer. Økonomiske forhold påvirker etterspørselen, kostnadsnivåer, tilgang til kapital og generell forretningsytelse.

S: Sosiale faktorer: Dette refererer til demografiske trender, kulturelle aspekter, livsstilsvalg, forbrukertrender og holdninger i samfunnet. Endringer i befolkningssammensetning, forbrukervaner eller sosiale verdier kan ha implikasjoner for produkter, markedsføring og omdømme.

T: Teknologiske faktorer: Teknologisk utvikling og innovasjon påvirker en rekke bransjer og organisasjoner. Dette inkluderer fremskritt innen informasjonsteknologi,

automatisering, digitalisering og tilgangen til nye teknologier. Teknologiske faktorer kan påvirke konkurranseevnen, kostnader og forretningsmodeller.

E: Miljømessige faktorer: Dette refererer til faktorer knyttet til miljøpåvirkning og bærekraft. Det inkluderer klimaendringer, miljøpolitikk, energiforbruk, avfallshåndtering og fornybar energi. Organisasjoner må være oppmerksomme på miljømessige trender og tilpasse seg bærekraftige praksiser.

L: Juridiske faktorer: Dette omfatter lover, forskrifter og juridiske rammer som påvirker virksomheten. Det kan inkludere arbeidsrett, forbrukerbeskyttelse, konkurranselovgivning, immaterielle rettigheter og andre juridiske spørsmål. Organisasjoner må overholde disse lovene og forstå juridiske begrensninger og muligheter.

Ved å analysere disse PESTEL-faktorene kan organisasjoner få innsikt i de eksterne faktorene som kan påvirke deres forretningsmiljø (Aguilar, 1967). Dette gir dem muligheten til å tilpasse seg, utnytte muligheter og håndtere trusler i markedet (Roos et al., 2022).

8.4.1 PESTEL-analyse for tunikatproduksjon i Norge

P: Politiske faktorer: refererer til de politiske kreftene, prosesser og beslutninger som kan påvirke en bransje eller organisasjon. Dette inkluderer politiske stabilitet, politiske prioriteringer, politiske partier og deres ideologier, politiske reguleringer og politikkendringer. Politiske faktorer kan påvirke næringslivet gjennom endringer i skatteregler, subsidier, handelspolitikk, miljøpolitikk, arbeidsmarkedsreguleringer og lignende. Eksempler på politiske faktorer som kan påvirke havbruksnæringen kan være nasjonale eller internasjonale handelsavtaler, politisk støtte eller motstand mot oppdrettsvirksomhet, og politikk for vern av miljøet.

Norge har forpliktet seg til å verne 30 % av havarealene innen 2030 (Danbolt, 2022). Hvordan dette implementeres politisk, kan ha stor påvirkning på havbruksnæringen.

Definisjon av vern og hvorvidt det kan drives næring i vernede områder er blant de sentrale spørsmålene, samt tilrettelegging for integrert havbruk og IMTA for å optimalisere arealbruken (Leonczec, 2013). Tunikatindustrien kan trenge noe politisk velvilje i form av støtte til FoU, samt reguleringer så den ikke blir utkonkurrert av en mer kapital og innflytelsesrik fiskeoppdrettsindustri. Det kan være noen utfordringer ved at reguleringer av områder avsatt til havbruk gjøres på kommunenivå, da det er varierende grad av tilrettelegging for lavtrofisk havbruk (Vold Bjordal et al., 2022). En forenkling av selve søknadsprosessen for konsesjoner, samt veiledning, er etterspurt fra flere aktører (Karlsson-Drangsholt et al., 2017) og er satt på agendaen av Regjeringen gjennom Hurdalsplattformen .

Regjeringens planer inkluderer følgende tiltak (Hurdalsplattformen, 2021):

- Stimulere til innovasjon, nye produksjonsformer og bærekraftige løsninger gjennom en aktiv og teknologinøytral næringspolitikk.
- Fremme økt bærekraft gjennom et eget program for produksjon av bærekraftig fôr basert på norske ressurser. Målet er at alt fôr til havbruksnæringen skal komme fra bærekraftige kilder innen 2030. Regjeringen vil også legge til rette for bruk av karbonfangst og -lagring (CCU) i fôrproduksjonen.
- Utvikle et eget konsesjonsregime for oppdrett til havs med strenge krav til bærekraft og samarbeid mellom ulike havnæringer.
- Gjennomgå fordelingen av midler fra Havbruksfondet og øke kommunenes andel av inntektene fra fondet.
- Utforske en ordning der en begrenset andel av fremtidige havbrukstillatelser i en periode leies ut til sjømatindustrien for å støtte helårsindustrien.
- Fremme økt forskning og næringsaktivitet knyttet til tang, tare og nye marine ressurser.
- Innføre tidsbegrensede tillatelser for fremtidig oppdrett.

- Gjeninnføre eierskapsbegrensninger og krav om lærlinger, videreforedling og forskning og utvikling for de største aktørene innen havbruk.
- Gjennomgå tillatelsesordninger i havbruksnæringen for å sikre fortsatt mangfold og lokalt eierskap.
- Forenkle regelverket, rydde opp og forbedre samarbeidet mellom myndigheter og næringen for å sikre helhetlig forvaltning, økt bærekraft og bedre fiskevelferd.
- Gjennomgå relevant regelverk for havbruksnæringen, inkludert konsesjonssystemet, tilpassede krav til lukkede anlegg og utviklingskonsesjoner, samt miljøkrav.
- Styrke utdanning innen havbruk i tråd med næringens behov på fagskole-, høyskole- og universitetsnivå.

E: Økonomiske faktorer: Det er behov for betydelig FoU-innsats og teknologiutvikling for å oppnå en mer effektiv produksjonsprosess som kan være lønnsom på lang sikt. Produksjonen er for øyeblikket preget av et lavt teknologinivå, noe som resulterer i høye produksjonskostnader. Dette gjelder særlig for innhøsting, utvikle en effektiv måte å skille tunikatens betanddel fra hverandre, samt presse ut vannet fra den så raskt som mulig etter innhøsting (*Bergentz, 2017 ; Hackl et al., 2017.*). For å øke lønnsomheten kan det være nødvendig å fokusere på produktutvikling av ulike komponenter og implementere en prising av økosystemtjenester. Det er også en utfordring knyttet til manglende verdsetting eller prising av økosystemtjenester både i frittstående oppdrettsanlegg og anlegg for integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) (Vold Bjordal et al., 2022). For å håndtere dette, bør det utføres grundige undersøkelser av ulike finansieringsmodeller som kan stimulere til produksjon av økosystemtjenester, for eksempel opptak av nitrogen og fosfor, fra lavtrofisk akvakultur (Lindahl et al., 2005; *Filippelli et al., 2022*). Ved å finne effektive måter å finansiere og belønne slike tjenester, kan det oppnås økt lønnsomhet og bærekraft i næringen. Norge er blant verdens mest velstående land med hensyn til økonomiske ressurser. I europeisk

sammenheng har Norge en BNP per innbygger som er betydelig høyere enn gjennomsnittet i EU når det justeres for prisnivåforskjeller (SSB, u.å.). Dette betyr at resultatene tar hensyn til ulikheter i prisnivået mellom landene. Det er lav arbeidsledighet, men SSB forventer at denne vil øke noe (SSB, u.å.) Norge er med i EØS, og vil dermed være med på EU sine målsetninger for en grønn vekststrategi (*Green Deal*, 2020) og overgang til sirkulærøkonomi (EØS-notatbasen, 2020). For tunikatindustrien er dette ekstra relevant, da tunikater tar opp næringssalter og kan føre disse tilbake til næringskjeden, både gjennom IMTA og som et biologisk renseanlegg (Forurensningsforskriften, 2007). Valutasituasjonen for den norske krona våren 2023 er at den er svak. Det betyr at næringer som eksporterer sine varer og tjenester, får styrket sin konkurranseevne. Renta er på vei opp til et «normalt» nivå, da den har vært kunstig lav lenge for å stimulere til økonomisk vekst og forbruk. Dette gjør så det blir en noe større kapitalkostnad for foretaket. Det er et høyt lønnsnivå i Norge, men for spesialisert arbeidskraft er det lave lønnskostnader i forhold til mange andre land. Energikostnadene har økt betraktelig etter krigen i Ukraina, dette er relevant for tunikatindustrien da fartøy for innhøsting, samt prosessering/tørking av tunikatene er energikrevende. Etterspørsel etter tunikater er den viktigste faktoren for næringens økonomi.

S: Sosiale faktorer: Det er et økende fokus på helse, sunnhet og bærekraft i dagens samfunn. På tross av at nordmenn har en høy grad av tillitt til forskning (Bjerknes, 2020), så stoler vi betraktelig mindre på klimaforskning enn andre land i EU (Grønning, 2022). Det er litt usikkert hvorfor nordmenn skiller seg såpass ut, men det kan ha en sammenheng med velstanden fra oljeindustrien kombinert med foreløpig lav påvirkning av klimaendringene. En av forskerne sier : « – Men tilliten til forskning blir lavere når konklusjonen av forskningen er at man må ofre noe» (Grønning, 2022). Studiet viser at nordmenn er lite villige til å ofre eller gjøre endringer, da vi har et nasjonalt selvbilde som en «god nasjon» (Grønning, 2022). Dette potensielt forskjønnede selvbilde står i kontrast til hvordan Norge blir oppfattet av andre land. Det kan oppfattes som noe selvmotsigende å profitere voldsomt på olje og samtidig smykke seg med bærekraftbegreper. Det kan utad tolkes som grønnvasking. Krigen i Ukraina har medført høye inntekter for Norge, da energiprisene ble svært høye som

følge av handelsboikott av gass fra Russland. I det verdensomspennende magasinet «The Economist» blir Norge omtalt som en krigsprofitør, da Norges inntekt har økt fra 50 milliarder til 200 milliarder dollar i året (Riaz, 2022; The Economist, 2022). Nyhetsmagasinet er anerkjent som en betydelig aktør innen internasjonal politikk og økonomi og har etablert sin egen analyseavdeling. Med en ukentlig utgave på 1,6 millioner eksemplarer, er det en bred leserbase som inkluderer mange ledere og sentrale aktører innen disse områdene. Magasinet er kjent for sin dybde og omfattende dekning, og betraktes som en autoritativ kilde for informasjon og perspektiver på viktige spørsmål som påvirker samfunnet (Riaz, 2022). Diplomater frykter for Norges omdømme og dermed også for det politiske klimaet for å gjøre gode avtaler med samarbeidslandene (Berg Hermann, 2022; Melgård, 2022). Ved en svekkelse av omdømme, kan det bli noe mer utfordrende å selge norske varer og tjenester til konsumenter utenfor Norge. Et idealisert selvbilde blant nordmenn, kan gjøre det ekstra utfordrende å få disse til å endre sine vaner og preferanser. Da er det viktig med solide markedsundersøkelser i forkant. Dette gjelder spesielt der tunikat skal benyttes som næringsmiddel.

T: Teknologiske faktorer: Det er behov for å utvikle en effektiv måte å skille tunikaten bestanddeler fra hverandre, så kappen med cellulose separeres fra den proteinrike innmaten (Gjøsund et al., 2020). Det er også behov for å redusere tid og energibruk ved innhøsting og for å fjerne vannet fra tunikatene (Vold Bjordal et al., 2022). Ved å presse ut så mye vann som mulig på fartøyet under innhøstingsprosessen, vil man kunne transportere mer tunikatbiomasse på kortere tid (Hackl et al., 2017). Hvis tunikatene skal omdannes til tunikatmel, bør det utvikles en energibesparende og effektiv teknologi for vaporiseringen (fordamping) (Vold Bjordal et al., 2022). Tarenæringen står ovenfor de samme utfordringene som tunikatnæringen på disse områdene, de kan ha stor nytte av å samarbeide om å utvikle gode løsninger i fellesskap (Karlsson-Drangsholt et al., 2017). Det er en vekstmodell under utvikling (DEB), det kan gi industrien et mer nøyaktig estimat på produksjonskapasiteten for et gitt økosystem (Rosland et al., 2011). Ocean Forest (Bellona, 2012), Algeco (ALGECO, 2023) og OLAMUR (Astad Lorentzen, 2022) er prosjekter det kan være nyttig å følge med på, samt storskaladriften til Kina og deres teknologiutvikling

(Guerrero & Sample, 2022); Torrissen et al., 2018). Kina og Norge har hatt et havforskningssamarbeid i over 40 år, og kineserne er eksperter på IMTA (Lorentzen, 2021). Det skal etableres et nytt nasjonalt kunnskapssenter, Norsk havteknologisenter, med fokus på den grønne omstillingen av havnæringene (Norsk havteknologisenter, 2023). Senteret vil inneholde verdensledende utdannings- og forskningsmiljøer, moderne laboratorier og tett samarbeid med næringslivet (Norsk havteknologisenter, 2023). Kjernen i senteret vil være det anerkjente fagmiljøet ved NTNU og SINTEF Ocean. Dette miljøet har tidligere spilt en viktig rolle i utviklingen av Norge som skipsnasjon og oljeeventyret. Nå vil de samme ekspertene jobbe med ny teknologi som kan bidra til den grønne omstillingen av havnæringene, som for eksempel havovervåkning, bærekraftig matproduksjon, fornybar energi og klimavennlige skip. NTNU vil være eier og operatør av senteret på vegne av staten, mens SINTEF Ocean vil være en viktig leietaker. Senteret vil fungere som en nasjonal forskningsinfrastruktur og vil derfor også være tilgjengelig for andre norske forskningsinstitusjoner og næringslivet (Norsk havteknologisenter, 2023). Fjordlab er en forskningsinfrastruktur i Trondheimsfjorden, Hitra, Frøya og Ålesund, og er en del av det nye havteknologiske senteret (*OceanLab, SINTEF, NTNU, 2023*). Fjordlab bygger på eksisterende laboratorier som AUR-Lab, OceanLab Observatory, Sintef ACE og det nasjonale testområdet for autonome fartøy. Fjordlab er finansiert av Norges Forskningsråd gjennom prosjektet OceanLab (Forskningsrådet, 2021). Her forskes det på undervannsroboter, undervannsinstallasjoner, autonome skip, skipsoperasjoner, akvakultur, havobservasjon og datainnsamling (*OceanLab, SINTEF, NTNU, 2023*). Laben er viktig for fullskalatesting og testing av sensorer for havovervåkning og beredskap for offshore infrastruktur (Forskningsrådet, 2021). Da en av utfordringene for tunikatbransjen er effektivisering, kan undervannsroboter være en del av løsningen rundt innhøsting og vedlikehold.

E: Miljømessige faktorer: Regjeringen har uttrykt et ønske om å utvide forskningen på marine ressurser og utvikling gjennom sin havbruksstrategi (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Det er fokus på å bygge opp kunnskap om næringsstoffinnholdet i nye og fremmede arter, samtidig som man fortsetter å prioritere oppfølgingen av makroalger og andre biomarine ressurser. Målet er å etablere

forutsigbare rammer for næringsproduksjon og markedsadgang (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Mareano er et tverrfaglig nasjonalt prosjekt som involverer Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket (Om Mareano, u.å.). Etableringen av Mareano fant sted i 2005 med det formål å øke kunnskapen om havet og bunnforholdene. Prosjektet oppnår dette ved å kartlegge havbunnens landskap, miljø og ressurser. Denne innsamlede kunnskapen fungerer som et verktøy for bærekraftig forvaltning og næringsutvikling. Mareano bidrar til å danne grundige marine kart ved å inkludere dybde, bunnforhold, biologisk mangfold, naturtyper og sedimentering, og gir dermed en bedre forståelse av havets innhold (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Havforskningsinstituttet benytter denne kunnskapen til å utarbeide forslag til Klima- og miljødepartementet om hvilke områder som bør vernes som særlig verdifulle og sårbare (SVO) (Mareano, 2023). Miljødirektoratet har et overvåkingsprogram kalt ØKOKYST som har som formål å overvåke økosystemene i norske kyst- og fjordområder (Miljødirektoratet, 2021). Dette programmet samler inn data som brukes både nasjonalt og internasjonalt, og det foreligger årlige rapporter som rapporterer om funnene og resultatene fra overvåkingen (Overvåking av økosystem i kystområder (ØKOKYST) - Miljødirektoratet, u.å.). Funnene fra denne type forskning kan bidra til å kartlegge optimale lokasjoner for tunikatdyrking, samt potensialet for samdyrking og integrert havbruk. Da Norge har forpliktet seg til å verne 30 % av havarealene innen 2030 (Danbolt, 2022; UNEP, 2022), kan det være svært viktig å avklare hvilke områder som skal vernes og hvordan dette vernet skal defineres, samt hvorvidt næring og vern kan kombineres.

L: Juridiske faktorer: omfatter lover, forskrifter, rettslige rammer og rettsavgjørelser som kan påvirke en bransje eller organisasjon. Dette kan inkludere lover og reguleringer knyttet til arbeidsrett, kontraktsrett, konkurranserett, miljøvern, mattrygghet, produktansvar og immaterielle rettigheter. Juridiske faktorer kan påvirke havbruksnæringen gjennom lover og reguleringer knyttet til oppdrettstillatelser, miljøkrav, dyrevelferd, helse- og sikkerhetsstandarder, og eksport- og importrestriksjoner. Eksempler på juridiske faktorer som kan påvirke

havbruksnæringen kan være endringer i oppdrettslovgivning, krav til sertifisering og standarder, og tildeling av konsesjoner og rettigheter til havområder.

- Lovgivning og regulering: Dette omfatter lover, forskrifter og retningslinjer som styrer havbruksnæringen, for eksempel lover knyttet til fiskeoppdrett, miljøvern, dyrevelferd, mattrygghet og arealbruk. Endringer i disse lovene kan påvirke produksjonsmetoder, tillatelser og krav til samsvar. Mattilsynet bør avklare om tunikater fra IMTA kan brukes i fôr, da det er forbud mot å fôre produksjonsdyr med tarminnhold fra andre dyr i følge merke- og omsetningsforskriften (Jf. forordn. 767/2009 art. 6 og vedlegg III) (*Forskrift om merking og omsetning av fôrvarer - Forordning (EU) nr. 767/2009 - Lovdata, u.å.; Vold Bjordal et al., 2022.*).
- Sertifisering og standarder: Krav til sertifisering og standarder for havbruksnæringen, som for eksempel GlobalGAP (GlobalG.A.P, 2023) eller ASC-sertifisering (ASC, 2023), kan påvirke produksjonen og markedstilgangen. Endringer i sertifiseringskrav eller oppdatering av standarder kan kreve tilpasninger i produksjonspraksis og påvirke konkurranseevnen.
- Rettigheter og konsesjoner: Regelverk knyttet til tildeling av konsesjoner og rettigheter til havområder kan påvirke tilgangen til oppdrettslokaliteter og begrense vekstpotensialet for selskaper i næringen. Endringer i konsesjonssystemet eller fordelingen av rettigheter kan påvirke markedsaktørene.
- Handelsavtaler og tollsatser: Internasjonale handelsavtaler og tollsatser kan påvirke eksport og import av havbruksprodukter. Endringer i handelsregimer, kvoter eller tollsatser kan ha betydelige konsekvenser for handelen og konkurransesituasjonen for havbruksnæringen.
- Konkurrans- og antitrustlover: Lover og regler som håndterer konkurranserettslige forhold, f.eks. fusjoner og oppkjøp, monopolbegrensning og prisdiskriminering, kan påvirke konkurranseforholdene og strategiene til havbruksbedrifter.

- Arbeidsmiljølover og arbeidsrettigheter: Lover og reguleringer knyttet til arbeidsmiljø og arbeidstakerrettigheter kan påvirke arbeidsforholdene og ansattes rettigheter i havbruksnæringen, som for eksempel arbeidstid, sikkerhet, lønn og vern mot diskriminering.

De mest relevante lovene for havforvaltning omtales i kapittel 7.0 «Regulering og forvaltning i havet».

8.4.2 PESTEL + SWOT = sant

En vanlig praksis er å kombinere PESTEL-analysen med SWOT-analysen, og dette kan gi en effektiv tilnærming for å få et raskt og informativt bilde av virksomhetens interne styrker og svakheter, samt de eksterne mulighetene og truslene som ligger innenfor de seks makrofaktorene som analyseres (Anton, 2015).

Denne kombinasjonen av analyseverktøy kan gi en god analyse av virksomhetens omgivelser og de eksterne arbeidsbetingelsene den opererer under. Ved å bruke både PESTEL- og SWOT-analysene kan man få en helhetlig forståelse av hvordan de eksterne forholdene påvirker virksomheten og hvordan interne faktorer kan utnyttes eller håndteres i forhold til de eksterne mulighetene og truslene.

Samlet sett kan denne tilnærmingen gi et solid grunnlag for strategisk beslutningstaking ved å identifisere virksomhetens konkurransefortrinn, potensielle risikoer og muligheter i markedet. I denne oppgaven vil dette bli en del av kapittel 10.0 «Diskusjon».

8.5 Rammeverk for økosystemtjenester

Et rammeverk for økosystemtjenester er en konseptuell tilnærming som brukes til å analysere og evaluere de ulike tjenestene som økosystemer leverer til mennesker (NOU 2013: 10). Det gir en strukturert måte å identifisere, kvantifisere og vurdere økosystemtjenester på, samt å forstå deres økonomiske, sosiale og miljømessige betydning (Reid et al., 2005).

Et typisk rammeverk for økosystemtjenester inneholder følgende hovedkomponenter:

Klassifisering av økosystemtjenester: Dette innebærer å identifisere og kategorisere ulike typer økosystemtjenester, for eksempel produksjon av mat, vannregulering, klimaregulering, pollinering og rekreasjon.

Beskrivelse av økosystemtjenester: Her fokuseres det på å beskrive hvordan økosystemene leverer hver enkelt tjeneste, hvilke biologiske prosesser og strukturer som er involvert, og hvilke faktorer som påvirker tjenestens kvalitet og kvantitet.

Verdsetting av økosystemtjenester: Dette innebærer å vurdere den økonomiske, sosiale eller kulturelle verdien av økosystemtjenestene. Verdsetting kan gjøres ved hjelp av ulike metoder, for eksempel kostnads-nytte-analyser, prissetting av tjenester (IPBES, 2017), eller bruk av ikke-markedsmessige tilnærminger som kvalitative vurderinger og deltakende prosesser (NOU 2013: 10).

Integrering av økosystemtjenester i beslutningsprosesser: Et sentralt mål med et rammeverk for økosystemtjenester er å integrere kunnskapen om tjenestene i beslutningsprosesser på ulike nivåer, fra lokal til global skala. Dette innebærer å identifisere hvordan endringer i økosystemtjenester kan påvirke ulike interessenter og samfunnssektorer, og bruke denne kunnskapen til å utvikle politikk, forvaltningsstrategier og tiltak for bærekraftig ressursforvaltning (NOU 2013: 10).

Et rammeverk for økosystemtjenester er et nyttig verktøy for å få en helhetlig forståelse av sammenhengen mellom økosystemer og menneskelig velferd, og det kan bidra til å integrere økologisk kunnskap i beslutningsprosesser for å fremme en bærekraftig forvaltning av naturressurser (Reid et al., 2005).

Et rammeverk for klassifisering av økosystemtjenester ble benyttet i kapittel 3.0 «Økosystemtjenester» for tunikater. Økosystemtjenestene ble da delt i fire kategorier: forsyvende, regulerende, støttende og kulturelle (Chen et al., 2019) (Reid et al., 2005; Myhre, 2023). Verdsetting av økosystemtjenester og betalingsvillighet ble beskrevet i kapitlene 3.6-3.6.2.

9.0 Metode og forskningsdesign/Forskningsmetodikk

Valg av undersøkelsesmetode er viktig før innsamling av data. Hva slags data som undersøkelsen skal baseres på, avgjør hvilke metode som skal benyttes. Kvantitative data kjennetegnes ved at de kan tallfestes og er målbare (E. Bell et al., 2022). Spørreskjema kan sendes til mange respondenter, og forskeren innehar en objektiv tilnærming. Kvantitative data kan settes i en tabell og analyseres ved hjelp av statistiske metoder. Kvalitative data er tekstbaserte og kan gi en grundig analyse som ikke kan måles (E. Bell et al., 2022; Halfpenny, 1979; Kvale & Brinkmann, 2021). Forskeren har en subjektiv tilnærming og er direkte involvert ved innhenting av data (E. Bell et al., 2022; Kallio et al., 2016). Kvalitativ metode er den mest hensiktsmessige metoden for innsamling av data i denne oppgaven, da formålet er å utforske hvordan tunikater kan bidra til det grønne skifte. Dette vil kunne gi dybdekunnskap og en helhetlig forståelse av hvilke muligheter og barrierer som eksisterer for denne næringen i dag. Disse dataene vil da i størst mulig grad være basert på tekst som er lite egnet til å måles eller settes i en tabell. Det er intervjuer som er den mest brukte datainnsamlingsmetoden (Holloway, 2005; Kallio et al., 2016), og innen kvalitativ forskning er det det semistrukturerte formatet som er mest brukt som intervjueteknikk (DiCicco-Bloom & Crabtree, 2006; Kallio et al., 2016). Intervjuguiden ble basert på det anbefalte rammeverket til et studie hvor forskerne valgte 10 metodiske artikler om semistrukturerte intervjuguider, for så å utarbeide et felles rammeverk ut fra studiets resultater (Kallio et al., 2016).

Det anbefalte rammeverket består av fem faser:

1. Identifisere forutsetningene for å bruke semistrukturerte intervjuer
2. Innhenting og bruk av forkunnskap
3. Formulere den foreløpige semistrukturerte intervjuguiden
4. Pilottesting av guiden
5. Presentere den komplette semistrukturerte intervjuguiden

Overført til denne oppgaven:

1. Det anses som hensiktsmessig å bruke semistrukturerte intervjuer, da det var ønskelig å identifisere hvilke muligheter og barrierer som forelå for å besvare forskningsspørsmålene (Kvale & Brinkmann, 2021).
2. Da det var begrenset med kunnskap i litteraturen for å besvare forskningsspørsmålene, kan empirisk kunnskap fra eksperter brukes til å utfylle og utdype den teoretiske bakgrunnen (Kallio et al., 2016; Rabionet, 2011). Dette kan da bidra til innsikt innen områder der det ikke foreligger litteratur på nåværende tidspunkt og hvor det er pågående forskning og utvikling.
3. Intervjuguiden ble sett på som et verktøy for intervjudatainnsamling, med godt formulert og åpne spørsmål i to spørsmålsnivåer: hovedtemaer og oppfølgingsspørsmål (Kallio et al., 2016). Hovedtemaene ble tilpasset Informantens ekspertise, med påfølgende oppfølgingsspørsmål der det kunne være relevant. Oppfølgingsspørsmålene ble noen ganger utformet på forhånd, andre ganger ble de spontant utformet basert på dialogen som utviklet seg under intervjuet. Målet var å få utdypende svar gjennom en løs og ledig dialog, hvor det var rom for uventet data og nye konsepter (Kallio et al., 2016; Kvale & Brinkmann, 2021). Hvis det var ønskelig med mer utfyllende svar, kunne det stilles spørsmål som startet med ord som hvem, hva, hvor, når eller hvordan (Chenail, 2011).

4. Det ble ikke utført en pilottesting av intervjuguiden, da intervju spørsmålene var tilpasset et lite knippe eksperter innen sine fagfelt. Dette gjorde pilottesting utfordrende, da utvalget av eksperter var svært lav. Derimot ble intervjuguiden revidert og tilpasset flere ganger, basert på informasjonen som kom frem under intervjuene.
5. Den komplette semistrukturerte intervjuguiden ble utformet som et resultat av dette rammeverket (Kallio et al., 2016).

9.1 Datainnsamling

Hovedmetodene for innsamling av data ved hjelp av semistrukturerte intervjuer inkluderer samtale ansikt til ansikt, telefon, e-post og videokonferanse (Denzin & Lincoln, 2011). Da mange har vendt seg til å bruke videokonferanse etter ett par år med pandemi, ble de fleste intervjuene gjennomført digitalt gjennom Zoom eller Teams. Dette gav også en større grad av fleksibilitet for både informanten og forskeren av hensyn til både avstand og tid (Denzin & Lincoln, 2011). Informantene var utvalgte eksperter (målrettet prøvetaking/purposive sampling) innen sine felt (Expert opinion technique) og anbefalinger fra disse for hvem andre som kan ha relevant informasjon; snøballeffekten (E. Bell et al., 2022). Informantene (IO) ble kontaktet av forskeren på mail med informasjon om hvilke temaer som forskeren ønsket å belyse. Hvis IO var villig til å delta på et intervju, ble det avtalt et tidspunkt for intervjuet og sendt et samtykkeskjema til IO. Undersøkelsen er vurdert til å være i tråd med personvernreglementet av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (NSD, nsd.no; Sikt, 2023), og gjennomført etter Personvernombudets krav til behandling av personopplysninger (*Personvernombud*, u.å.). Intervjuet startet med en introduksjon av hvem forskeren var og hensikten med undersøkelsen, samt at det ble uttrykt takknemlighet for IO deltagelse. I introduksjonen ble det også tydeliggjort at det ble gjort opptak av samtalen og at det var et semistrukturert intervju hvor IO gjerne kunne komme med egne innspill og temaer IO mente var relevant for undersøkelsen. Videre ble det innhentning av bakgrunnsinformasjon om IO og deres tidligere erfaringer og

eventuelt pågående prosjekter. Deretter ble de aktuelle hovedspørsmålene stilt, for så å ha en dialog rundt disse med relevante oppfølgingsspørsmål. Det ble stilt åpne spørsmål, da dette kan skape en mer utforskende og god dialog hvor IO kan utvide sitt tankerom og dele mer av sin kunnskap. Dette gav IO en bedre forståelse av hva intervjuet handlet om, hvilket kunne gi en mer avslappende stemning og øke selvtilliten til IO. Da semistrukturerte intervjuer er mer fleksible, ble ikke intervjuguiden og rekkefølgen på spørsmålene fulgt slavisk (Halfpenny, 1979). Tilnærmingen i et semistrukturert intervju krever en blanding av strukturerte og åpne spørsmål, hvor intervjuguiden ble ansett mer som en lett veileder for forskeren. Da hovedmålet var å søke kunnskapen til ekspertene, ble ikke alle spørsmålene stilt til IO (Harrel & Bradley, 2009). Under intervjuene noterte forskerne stikkord underveis, hvis IO fortalte om noe som var av ekstra interesse for videre utforskning senere i intervjuet. Det ble også gjort tiltak for å holde en viss struktur på intervjuet og kvalitetssikre intervjuet, inspirert av Patton (Patton, 1990):

- Ett spørsmål om gangen
- Forholde seg nøytral, så IO sine svar ikke blir påvirket av forskerens følelsesmessige reaksjoner eller egne meninger
- Innta en ledende rolle under intervjuet ved å holde seg til spørsmålene som er relevante for undersøkelsen

Intervjuenes varighet var fra 40 til 90 minutter, og de ble transkribert fortløpende. IO navn ble holdt adskilt fra lydfilen og transkripsjonen (*Personvernombud*, u.å.; *Sikt*, 2023).

9.2 Analyse av resultater

Kvalitativ dataanalyse dreier seg hovedsakelig om separering av data i enheter, slik at man får en forståelse av komponentene og hvordan de forholder seg til hverandre (Stake, 1995). Miles og Huberman (Miles & Huberman, 1994) oppsummerte ideen om kvalitativ dataanalyse med følgende ord: «å gjennomgå et sett med feltnotater, transkribert eller syntetisert, for så å dissekere dem hensiktsmessig, mens relasjonene mellom delene holdes intakte». For å prosessere dataen fra de kvalitative intervjuene, er det i dette studiet valgt å følge Creswell sine seks trinn (Creswell & Creswell, 2017). Analysen fulgte dermed disse seks hovedtrinnene:

1. Organisering og forberedelse av data for analyse
2. Lese dataene gjentatte ganger for å få danne en oppfatning av dataene
3. Koding
4. Beskrivelse av innstillingen
5. Kontekstualisere og finne koblinger mellom temaene
6. Tolkning av data

Intervjuene ble gjennomlest flere ganger, hvis det var noen sammenfallende funn ble det opprettet stikkord for disse funnene som ble manuelt kodet med farger (Creswell & Creswell, 2017)(Harley et al., 2022).

I tabellen er informantenes identitet anonymisert med bokstaver (A-F), videre beskrives deres stilling, ekspertise og utdanningsnivå, samt hva som var hensikten med intervjuet. Til slutt er det en referanse til hvilket bakgrunnskapittel informantenes svar kan sees i sammenheng med.

ID	Stilling	Ekspertise	Intervjuets hensikt	Kapittel
A	Seniorrådgiver /leder	Makroalger (tare) og næringsutvikling innen havbruk. Master	Muligheter og barrierer for samdyrking med tunikater, vern av 30% havareal (Cop15)	6.4
B	Seniorrådgiver, prosjektleder og havforsker	Havbruk, makroalger (tare) og marinbiologi. Master	Erfaringene med integrert havbruk og betaling for økosystemtjenester, vern av 30% havareal (Cop15)	6.2.3 6.2.4
C	Senior prosjektleder, renseanlegg, avløpsvann	Prosessutviklingsingeniør, strategiutvikler, Ph.d.	Avløpskrav, åpenhet for biologisk renseanlegg	3.5 4.3
D	Seniorforsker, leder	Rens av avløpsvann med mikroalger. Ph.d.	Barrierer og muligheter med biologisk rensing av avløpsvann	4.3
E	Seniorforsker, havforsker	Hav og økosystem, politisk rådgiver. Ph.d.	Implementering av 30% vern av hav (Cop15), definere vern, politisk rådgivning og oppfølging av råd hos klima og miljødepartementet	7.1 7.2

F	Prosjektleder	Biolog og havforsker. Ph.d.	Erfaringene med integrert havbruk på kryss av næringer	6.2.1
----------	---------------	--------------------------------	--	-------

Figur 26; Tabell over informantenes bakgrunn og kompetanse

9.2.1 Muligheter og barrierer for samdyrking med tunikater

Dette ble drøftet med intervjuobjekt A og B, begge med lang erfaring innen tarebransjen og tett kontakt med tarenettverket.

A: «..Forventet økt etterspørsel av tare gir økt press på areal.. allerede arealkonflikter innen havbruk.. samdyrking i en tidlig fase, tarenæringen er svært interessert i dette.. viktig å komme i gang med et pilotprosjekt for samdyrking.. mange fordeler ved samdyrking.. effektiv arealutnyttelse, dele kostnader og risiko ved infrastruktur, utstyr, fartøy og generell investering, helårsarbeidsplasser: tare og tunikat har ulik sesong for utsetting og innhøsting, felles problemstilling rundt effektivisering av næringene, særlig ved innhøsting og storskalatørrking; FoU, samt støtte til dette, er noe enklere når en næringsklynge samarbeider.. barrierer kan være å finne egnede lokasjoner.. avklare hva som skal vernes.. avklare hvem som har det juridiske ansvaret hvis noe går galt.. finnes ingen forsikringsmulighet for denne bransjen.. mulig det er noen praktiske og reguleringsmessige hindringer som bør belyses..»

B: «..Store politiske mål om å øke havbruksproduksjonen for øke selvforsyning og mer fôrproduksjon legger et veldig press på havarealene.. Regjeringen vil ha 50% norskproduserte fôrråvarer inne 2030.. dette kan ikke produseres på land.. Enorme arealer trengs.. effektivitet og samdyrking viktig.. Blåskjell, makroalger og tunikat er enklest å få til, samt gir mest mulig volum på lite areal.. kan kombineres med

oppdrettsanlegg, men det tar mye plass.. Tare og tunikat bedre arealmessig, men må testes ut..»

9.2.2 Erfaring og refleksjoner med integrert havbruk

Dette ble drøftet med IO B og F. Begge innehar kompetanse på ekspertnivå.

IO B fortalte om et samdyrkingsprosjekt med Lerøy (sjømatprodusent)(*Ocean Forest*, 2023). B:«I dette samdyrkingsprosjektet testet vi laks, blåskjell, tare og børstemark. Børstemarken var under lakseanlegget.. Av hensyn til lakseoppdrettet, ble dette prosjektet endret. Kombinasjonen store fartøy, dårlig vær og påfølgende økt risiko, gjorde logistikk og ivaretagelse av HMS (helse, miljø og sikkerhet) utfordrende.. Blåskjell og tareanleggene ble skadet av fartøyene som skulle brukes til laksemerdene.. Taren ble flyttet så avstanden til merdene ble større, blåskjell måtte dyrkes et annet sted da de ble spist av fuglene i dette området.. hadde konsesjon til å dyrke taren i merdene, men dette anså Lerøy som et vanskelig prosjekt. Det ble vurdert som lite lønnsomt og svært kostbart på et lite areal. Effektiv samdyrking er ikke lett, men kan muliggjøres gjennom gode løsninger.. fiskeriministeren kom tidligere i år med forslag om offshore oppdrettsanlegg.. Her må både det regulatoriske og teknologien på plass, da det er høy dødelighet på disse anleggene.. Hvis man først kan ha laks offshore, kan man ha andre næringer der også... Deriblant tare dyrking kombinert med havvind.. Norge har svært god offshorekompetanse, så det bør være mulig å finne gode løsninger for flere næringer offshore.. Gjenbruk av oljeriggene etter utfasing, vil også være svært interessant. Disse er kostbare å bygge ned. Oljeriggene har en ferdig fast struktur, dermed kan det trekkes liner og dyrke flere arter rett fra plattformen.. Da det er allerede er et raffineri på oljeriggen, kan dette potensielt omgjøres til bioraffineri hvor vannet fjernes før transport til land.. samlokalisering et tema som opptar mange, og stod blant annet på agendaen under den årlige største sjømatkonferansen i Europa; North Atlantic Seafood Forum» (NASF 2023, u.å.)

F: «..Presset på havarealet på den norske sokkelen, særlig i Nordsjøen, er nødt til å øke, da Europa trenger mer energi og mer sjømat.. Europa er ikke selvforsynt.. Det passer Norge bra, og gir Norge et komparativt fortrinn.. Norge og Europa generelt er avhengig av korn fra Ukraina.. Strategisk viktig å utvikle nye næringer når oljen ikke lenger har høy verdi.. Vi er de eneste i Europa som tester storskaladrift av havvindanlegg med integrert havbruk med dyrking av blåskjell og tare.. tre pilotanlegg.. Kina er verdensmestre i oppskalering med gigantiske anlegg for tare og skjell, kombinert med bunnfast havvind da det er grunt i Gulehavet.. Danskene, nederlenderne, belgierne og tyskerne er i ferd med å bunnlegge store arealer til havvind, vi henter inspirasjon fra disse anleggene. De har kommet lengst i marin arealplanlegging. De kan vi lære av.. Hensynta naturvern, skipstrafikk, oljeindustrien, forsvaret. Konkurransforhold og mange nye problemstillinger.. sambruk kan dele presset på to.. Logistikk, transportsystemer.. Ikke all akvakulturteknologi går med flytende eller bunnfast vindkraft. Mest aktuelt med flytende turbiner på norsk sokkel Utsira nord, Trollvind, Hywind tampen. Sørlig Nordsjø 2 er vandringsgående for yngel, de skal unngås i første omgang.. store bunnfaste konstruksjoner mulig der det ikke er for dypt.. Utsira nord og sørlige Nordsjø 2 er valgt da det er relativt lite konflikter med fiskerinæringen der.. Lite konflikt med sjøfugl, men kollisjoner skal kartlegges, mindre jo lenger ut man kommer, hensynta trekkruiter.. Vi har kartlagt SVO (særlig verdifulle og sårbare områder red. Anm.) på norsk sokkel ,med vekt på Nordsjøen: korallrev, svampeområder, yngelområder.. Tare produsert til havs åpner for å verne større deler av tareskogen langs som er viktig for yngel fra mange arter. Når tareskogen blir borte, forsvinner habitatet for yngel og det reduserer fiskebestanden, dette må vektlegges tungt. Tare er et interessant råstoff og produserer flere kjemikalier, miljøvennlig, binder co2, kan fange CO2 og dumpes på dypt vann eller brukes som husdyrfôr og fiskefôr.. Mye yngel ved de kunstige revene ved oljeplattformene, gjenbruk av disse betongunderstellene vil kunne være kostnadsbesparende, med vindmølle på toppen og anlegg rundt.. bølgeenergi og taredyrking skaper en interessant infrastruktur. Kreves politiske inngrep, reguleringer og incentiver.. Norge kan levere mer havvind enn noen annet land i Europa, og være den største leverandøren av sjømat, viktig når oljen fader ut.. For mange menn over 60 som dominerer og de kan ikke se for seg at oljeindustrien nærmer seg en ende. Biodiversiteten ved norske vindparkinstallasjoner kjenner vi ikke til ennå, men tyske og danske studer viser at biomassen og

biodiversiteten øker, da de bunnfaste konstruksjonene slås ned i sandbunnen med stein rundt, gir en klippegrunn; flere habitater enn den ørkenaktige sandbunnen.. Bedre forhold for en del arter; hummer.. Rev-effekt, samme som ved oljeplattformene. Oppvirvling av næringsalter, mer algeproduksjon/plankton ;mer fisk; habitat for yngel å gjemme seg.. Tror mengden fisk som kan fiskes vil være lik, selv om noe områder stenges for fiske.. tilførsel av yngel fra de stengte områdene. Kan ikke tråle mellom vindmøller, tunge konstruksjoner, dyre ledninger, forankring. Lavtrofisk er enklere å få til i disse områdene, men iskast fra møllene kan være kraftig vinterstid.. Oppdrettsanlegg ved siden av i stedet, dra nytte av logistikken, transportsystemet og strømforsyningen fra anlegget. Må ha et vist område fritt utenfor en større vindfarm, unngå å ta ut så mye vind at møllene skygger for hverandre. Finne optimal utnyttelsesgrad, større og større møller, særlig på havet. Høyere møller, mer stabil blir vinden, blåser mer høyere opp. Bedre med en stor enn flere små. Finnes ikke data om biodiversitet ved flytende havvind, dette vil innhentes fra Hywind tampen. Samarbeider med Kina, de ser også på næringsalter, Østersjøen og sørlige delen av Nordsjøen, sterkt eutrofiert fra jordbruksavrenning.. Tunikater kjenner jeg ikke til, men det er veldig interessant, vil veldig gjerne høre om det og filtreringsegenskapene.. Dyrker nå havsalat på anlegget i Østersjøen utenfor Estland, IMTA med blåskjell og regnbueørret. IMTA gir økt produksjon av både blåskjell og fisk. Blåskjell brukes til både konsum og fôr.»

9.2.3 Biologisk renseanlegg

Dette ble drøftet med IO B, C og D. B har vært med på flere havbruksprosjekter og jobbet i en stor miljøstiftelse. C og D har mange års erfaring innen renseanleggsbransjen, med hver sin spesialisering. De jobber ved en av Norges største renseanlegg.

B: «Flere renseanlegg er svært innovative og løsningsorientert.. vi planla et prosjekt Oslofjorden tarepark med Veas som partner.. IVAR i Stavanger bruker fiskeslam og BIR i Bergen har et prosjekt med alger og insekter.. Fremoverlent og positiv bransje..

Ragn-Sells datterselskap EasyMining utvinner fosfor fra fiskeslam og avløpslam.. Skeptisk til å erstatte renseanlegg med biologisk renseanlegg, men en kombinasjon er bra.. bør være en nullvisjon for utslipp.. Bør komme noe fra EU snart som vektlegger gjenbruk av næringsstoffer.. Target 7 i COP15 EU green deal er å redusere tap av næringsstoffer innen 2030.. Norge importerer mye fosfor og mye av dette renner ut i havet.. Hvis det kommer noen krav og konsekvenser for å ikke følge de, så kan det bidra til å få fart på den lavtrofiske dyrkingen og satsing på renseanlegg, samt krav til å samle opp fiskeslam»

C: «..Svært positiv til å vurdere filtrerende organismer som et supplement til renseanlegget.. har tidligere vært i dialog med Ocean Forest (Lerøy Seafood group) angående et prosjekt med sukkertare.. det er svært kostnads- og energikrevende med nitrogenrensing. Det gjør det interessant å vurdere nye løsninger for nitrogenopptak.. Ledelsen ved renseanlegget syns kravet om 70% nitrogenfjerning er for lavt, da renseanleggets målsetting er 80%.. Dette baseres både på at ledelsen ønsker å ta et større samfunnsansvar, samt at kravet i EUs avløpsdirektiv er på 80% nitrogenfjerning..»

Informant D er en av lederne for et forskningsprosjekt med mikroalger og ville dele noen foreløpige erfaringer.

D: « ..valgt ut 50 trådalger, de forsøker å finne den optimale kombinasjonen i polykulturer, samt lys og temperatur.. Noen av utfordringene med dette prosjektet, er overførbarheten til storskaladrift, da det vil være energikrevende og oppta store landareal.. Det er også knyttet usikkerhet til hva biomassen kan brukes til, da den kan inneholde tungmetaller som det ikke er ønskelig å ta inn i næringskjeden igjen.. Biokull er i så fall det tryggeste alternativet..»

9.2.4 Vern etter COP15, «30by30»

Vern ble særlig drøftet med informant E, da E har en viktig posisjon i forhold til havforvaltning og gir anbefalinger til klima- og miljødepartementet. Informant B og F bidro også med gode innspill.

E: « ..innad er det mye diskusjon rundt dette med definisjon av vern og hvor mye dette blir vektlagt.. det var i Norges interesse at hvert enkelt land selv kunne definere hva de anser som vern og graderingen av dette under cop15, og at Norge var pådriver for denne vage definisjonen.. Historisk sett har Norge tatt svært lite hensyn til natur og miljø, hvis det er mulig å kapitalisere på en naturgitt gode veier ofte dette tyngst.. det er mer kulturvern enn vern av natur og biodiversitet.. Konsekvensanalyser som tar med andre faktorer enn kun inntjeningspotensialet er mangelvare.. Det er mange eksempler på dette, også fra nyere tid. Det gjelder alt fra rovdyrforvaltning, vindparker på land og potensielt vei gjennom Lågen-deltaet.. Her kan det også trekkes paralleller til naturreservatene og gradering av disse, hvor den private eiendomsretten står sterkt.. Utrydningstruede rovdyr er ikke trygge selv i et naturreservat. Dette gjør så de som kommer med tilrådninger til Klima- og miljødepartementet ønsker å være ekstra tydelige på hvilke konsekvenser som kan komme når natur må vike for kapital.. Det skal ikke være rom for å fraskrive seg ansvar ved å påberope seg uvitenhet og mangel på informasjon.. Det er viktig at tilrådninger faktisk følges hvis en nasjon ønsker å anse seg som et foregangsland innen bærekraftig marin forvaltning. Noe annet kan bli sett på som dobbeltmoralistisk og grønnvasking..»

B: «..tror det kan være åpent for vern samtidig som det bedrives næring i det samme området.. Det er endel diskusjoner om dette innen fiskeri og havbruksnæringen allerede, da enkelte mener 30 % er vernet som følge av fiskerireguleringer, som forbud mot bunntål.. Hva som hvert enkelt land definerer som vern, skal være klart til neste COP.. Det er i dag flere nasjonalparker med industrivirksomhet.. Kanskje næring og vern kan kombineres, hvis det som vernes ikke blir påvirket av næringen.. Hvis dyphavskorallrev skal vernes i et gitt område, så kan man kanskje dyrke tare og tunikat over, såfremt det ikke påvirker dyphavskorallrevet, men bunntåling vil skade.. Antagelig må vi finne slike kompromisser, ellers er det ikke nok plass.. Mareano

kartlegger havområder til Havforskningsinstituttet.. avdekker verdifulle områder, SVO, som bør vernes.. tareskogen er viktig for biodiversiteten og leverer mange økosystemtjenester..»

F: «..mange uavklarte spørsmål rundt vern.. Hvilke områder vil Norge verne? hva er viktig er verne? hva skal vi tillate mye på? hvilke områder tillater vi alt mye på? Vi tillater allerede veldig store inngrep på veldig store deler av vår sokkel.. Bunntåling er et stort naturinngrep , større inngrep enn flytende vindmøller og fleste andre akvaanlegg, særlig lukkede anlegg. Særlig mye mer enn tare dyrking..»

9.2.5 Betaling for økosystemtjenester

A: «..betaling for økosystemtjenestene hadde vært et godt virkemiddel for å stimulere grønne næringer.. lavtrofisk kan rense områder med for mye næringssalter.. forhindre eutrofiering.. mikroalger har blitt brukt for å rense sigevann fra kommunale deponi, dette fungerte bra.. Lavtrofiske arter gjør en økosystemtjeneste, kanskje man kan kapitalisere på denne tjenesten i tillegg til råvaren som produseres?.. Håper det kan utarbeides en god modell for økosystemtjenester.. Danmark dyrker blåskjell for å ta opp nitrogen, hvem betaler dette?..»

B: «.. Hørt at danske svinebønder kan øke sin produksjon hvis de reduserer nitrogenutslipp gjennom å dyrke blåskjell, en slags kvote ved utslipp av nitrogen.. har ikke funnet detaljene rundt dette..»

F: «.. I Danmark får du kvoter for næringssalter hvis du dyrker blåskjell..»

9.3 Andre datakilder

Utover litteratur og kvalitative intervjuer, ble det også foretatt noen telefonsamtaler og e-postkorrespondanse for å supplere med data. Dette var særlig interessant rundt funnene ved nitrogenkvoter for de danske blåskjellene, da dette kom opp blant flere av informantene. Da det ikke fremkom noe data om dette under litteratursøk, ble det en undersøkelsesprosess hvor flere forskere og organisasjoner ble kontaktet. En dansk professor innen miljø og ressursøkonomi, Mette Termansen, avkreftet av dette var praksis, men det var publisert forskning hvor det var estimert hva jordbrukerne alternativt kan betale for utslipp av næringsalter (Filippelli et al., 2022). Dette ble også avkreftet av en med en sentral stilling i det Danske Hedeselskabet og Blå Biomasse AS, Klaus Astrup Nielsen (Hedeselskabet, 2023). Det foreligger ingen betaling for blåskjellenes økosystemtjeneste med opptak av fosfor og nitrogen i Danmark.

I tillegg til forskningen som viser at tunikater er egnet som fiskefôr, kan tunikater benyttes som fôr til dyr på land. Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU) har en avdeling hvor de forsker på nye fôrråvarer; «Foods of Norway» (*FoodsofNorway*, 2017). Professor Margrethe Øverland uttalte at tunikater også kan benyttes som en fôrråvareressurs for blant annet smågris og kyllinger. Dette er særlig aktuelt for unge dyr, da tunikater er en høyverdig proteinkilde med marine oljer. Det kan åpne for flere bruksområder for tunikaten, sier Øverland (pers. komm.).

9.4 Kvalitetsvurdering

Integriteten i forskning krever en evaluering av kvaliteten på forskningsdesignet og datainnsamlingen (Yin, 2018). Dette kapitlet gir en grundig vurdering av dataene innhentet gjennom semi-strukturerte intervjuer i denne masteroppgaven. Gjennom denne prosessen undersøkes studiens reliabilitet og validitet, det er viktige aspekter for å etablere kvaliteten på empirisk forskning (Grønmo, 2016) (Kvale & Brinkmann, 2021).

Reliabilitet henviser til om forskningen kan reproduseres under samme forhold, mens validitet vurderer i hvilken grad forskningsmetodene faktisk måler det de er ment å måle (Grønmo, 2016) (Kvale & Brinkmann, 2021).

Grønmo (Grønmo, 2016) identifiserer fem nøkkelkriterier for å vurdere datakvaliteten:

1. Autentisitet av informasjon: Informasjonen som er samlet inn må være en troverdig representasjon av virkeligheten, bestemt ved bruk av logiske argumenter og kriterier. I denne studien tyder enhetligheten i informantenes svar på en troverdig og autentisk refleksjon.
2. Vitenskapelig integritet i datainnsamlingen: Dataene skal samles inn basert på vitenskapelige prinsipper for å legge til rette for systematisk drøfting. Dette oppnås ved bruk av klart språk og presise begreper, og ved å knytte dataene til det teoretiske rammeverket (Grønmo, 2016). Dette kriteriet ble ivaretatt, da samtlige var eksperter og hadde god kjennskap til de faglige terminologiene.
3. Valg av utvalg og analyse nivå: Studiens kvalitet avhenger av at utvalget og analysenivåene samsvarer med problemstillingen. Den teoretiske generaliseringsmetoden som benyttes i denne studien tillater et lite utvalg av informanter, da det er både begrenset tilgang på ekspertise og tid (Grønmo, 2016) (Tjora, 2021) .
4. Systematisk utvelging av informasjonstyper: Informasjonstypene skal stemme overens med problemstillingen, og studien skal dimensjoneres i henhold til det teoretiske rammeverket (Grønmo, 2016). I denne studien ble informanter intervjuet digitalt, hvilket samtlige var godt kjent med.
5. Følge forskningsdesignet på en forsvarlig måte: Et godt konstruert og nøye fulgt forskningsdesign minimerer problemer under datainnsamlingen og begrenser forskerens innvirkning på datamaterialet (Grønmo 2016). I dette arbeidet ble det brukt en semistrukturert intervjuguide, som ikke forstyrret datainnsamlingen (Yin, 2018).

En slik kvalitetsvurdering gir verdifull innsikt i robustheten til forskningsdesignet og datainnsamlingen, og hvorvidt de har produsert valide og pålitelige resultater.

Forståelsen fra denne vurderingen er avgjørende når funnene fra de semi-strukturerte intervjuene skal tolkes, og konklusjoner relatert til problemstillingen skal trekkes. Videre tillater denne kvalitetsvurderingen identifisering av potensielle begrensninger i studien og vurdering av deres innvirkning på resultatene.

Ingen forskningsstudier er uten feil, og alle forskningsmetoder har sine styrker og svakheter. Derfor er en åpen og ærlig vurdering av studiens kvalitet, som den presentert i dette kapitlet, et sentralt element i alle vitenskapelige avhandlinger.

9.4.1 Validitet

Validitet er et begrep som brukes til å vurdere hvor godt en studie, en test eller en måling måler eller representerer det fenomenet eller konseptet den er ment å undersøke (Kvale & Brinkmann, 2021). Det handler om å vurdere om de dataene som samles inn, gir en korrekt og pålitelig beskrivelse eller forklaring på det som skal studeres (Grønmo, 2016). Validitet er et viktig aspekt innen forskning og vitenskapelig metode for å sikre at resultatene og konklusjonene er gyldige og generaliserbare til den virkelige verden (Kvale & Brinkmann, 2021).

Validitet i en oppgave handler om hvorvidt de innsamlede dataene er relevante for problemstillingen i studien. Selv om høy reliabilitet ikke nødvendigvis betyr høy validitet, er det viktig å sikre både reliabilitet og validitet i forskningen (Grønmo, 2016). Ifølge Yin (Yin, 2018) er det tre typer validitet eller "tester" som kan styrke en studie og de innsamlede dataene: konstruert validitet, intern validitet og ekstern validitet.

Konstruert validitet, den første testen, fokuserer på å styrke studien gjennom oppbyggingen av den. Yin (Yin, 2018) beskriver to mulige taktikker for å oppnå en sterk konstruert validitet i studien. Den første taktikken er å bruke flere kilder for å undersøke problemstillingen. Når flere kilder peker i samme retning, reduseres risikoen for at forskerens subjektive holdninger påvirker studien. Den andre taktikken er å presentere studiens funn for de informantene som ble brukt (Yin, 2018). Informantene kan bekrefte eller avkrefte funnene og konklusjonene fra studien (Yin, 2018).

Den andre typen validitet som kan teste styrken til en studie er intern validitet. Yin (Yin, 2018) peker på fire spørsmål som skal fokusere på analysen for å teste intern validitet: Er de oppdagede mønstrene sammenhengende? Kan logiske resonnementer enkelt bygges? Blir motsigelser diskutert og avkreftet? Og kan resultatet forklares utelukkende basert på teorier og data? Disse fire spørsmålene bør være sentrale i diskusjons- og analyseavsnittet av studien (Yin, 2018).

Intern validitet ble ivaretatt gjennom hele studien. Informantene ble stilt åpne spørsmål og fikk snakke fritt uten avbrytelser fra intervjueren, så lenge de holdt seg til temaet. Siden det ikke var tradisjonelle observasjoner, men digitale dybdeintervjuer, var intervjuerens rolle en naturlig del av undersøkelsesopplegget. Under intervjuene løsnet dialogen opp, og intervjuene ble mindre formelle og korrekte. Informantene ble mer avslappet og det utviklet seg til en mer naturlig samtale med mer utfyllende og reflekterte svar. Dette gav også rom for innspill fra informantene med aktuelle vinklinger og ny informasjon.

Den siste testen for å sjekke validiteten i en studie er ekstern validitet. Ekstern validitet handler om hvorvidt man kan generalisere resultatene utenfor studien (Yin, 2018). Her spiller problemstillingen en viktig rolle for riktig generalisering og dermed for å gi oppgaven ekstern validitet (Yin, 2018). I enkeltstående intervju anbefales det å bruke teoretisk generalisering for å oppnå høy grad av ekstern validitet. Ekstern validitet oppnås derfor når man har en veldefinert problemstilling som beskriver det man ønsker å utforske, samtidig som man bruker en undersøkelsesmetode som passer godt til problemstillingen (Yin, 2018). I denne studien brukes teoretisk generalisering for å oppnå ekstern validitet. Gjennom dybdeintervjuer med informanter blir teoriene utforsket i forhold til praksis i den virkelige verden. Hvis den teoretiske generaliseringen er logisk og rasjonell, vil det bidra til god ekstern validitet for oppgaven (Yin, 2018).

Det meste av det informantene delte, samsvarte med teoriene og litteraturen. Unntaket var påstanden om nitrogenkvoter gjennom blåskjelloppdrett i Danmark, ref. Kap. 9.2.5 og 9.3.

Det er viktig å merke seg at validitet er en kontinuerlig vurdering, og det er sjelden mulig å oppnå fullstendig validitet i en studie (Grønmo, 2016) (Kvale & Brinkmann, 2021).

9.4.2 Reliabilitet

Reliabilitet, en indikator for konsistens i forskningsresultater, utgjør et kritisk begrep innen vitenskapelig forskning (Creswell & Creswell, 2017). Denne termen illustrerer i hvilken grad identiske studier, utført under identiske betingelser av forskjellige forskere, produserer sammenfallende resultater (Kvale & Brinkmann, 2021) (Denzin & Lincoln, 2011). Det argumenteres for at konsistens ikke alltid er relevant i kvalitativ forskning, ettersom datautviklingen er en interaktiv prosess mellom forskeren og informantene (Thagaard, 2018). Det er ikke mulig for en forsker å få det samme resultatet flere ganger, da dialogen skjer i møtet med mennesker og kan ta uante vendinger (E. Bell et al., 2022). Isteden må reliabiliteten argumenteres for ved å forklare hvordan data er utviklet gjennom forskningsprosessen (Thagaard, 2018) (Yin, 2018). Reliabilitet handler om å overbevise de kritiske leserne om at forskningsprosessen er troverdig og pålitelig (Thagaard, 2018), dette kan gjøres ved å ha en transparent forskningsprosess (Silverman, 2011). Yin (Yin, 2018) støtter dette og mener tydelig dokumentasjon av prosessen som er fulgt i både datainnsamling og bearbeiding er essensiell (Yin, 2018). Dette kan oppnås ved å gi detaljerte beskrivelser av forskningsstrategier og analysemetoder (Silverman, 2011).

I denne undersøkelsen er det benyttet semi-strukturerte kvalitative intervjuer. Med dette formatet kan det være en utfordring å garantere for høy reliabilitet, da både den som intervjuer og informanten har innvirkning på intervjuprosessen. Det gir ingen forsikringer om at en annen forsker ville oppnådd identiske resultater. For å optimere undersøkelsens troverdighet, er intervjuguidens spørsmål nøye konstruert med åpne spørsmål, dette for å unngå ledende spørsmål som potensielt kan påvirke informantens respons. Under intervjuene har det blitt lagt vekt på å skape et åpent og tillitsskapende miljø med mål om at informantene skulle føle seg komfortable nok til å gi ærlige svar, heller enn å respondere med det de antok intervjueren ønsket å høre. Ved å benytte opptak, har man forsøkt å minimere avhengigheten av intervjuerens rekonstruksjon av uttalelser, i forhold til det man ville oppnådd med kun notater. Det er lagt vekt på å gi en grundig beskrivelse av studiens gjennomføring og prosess for å styrke reliabiliteten med gjennomsiktighet.

Imidlertid er det visse begrensninger knyttet til denne studiens reliabilitet. Tidsbegrensninger har medført at kun én person har utført intervjuene, transkriberingen og analysen av materialet. Flere forskere ville potensielt ha forbedret studiens reliabilitet.

10.0 Diskusjon

I dette kapittelet vurderes empiri, teori og skribentens vurderinger. Det er interessant å se om den informasjonen som foreligger i litteraturen, sammenfaller med funnene fra kvalitative metode. Informasjonen og funnene vil så bli vurdert mot teorien som er benyttet. Dette vil danne grunnlaget for diskusjonen og konklusjonen, med hensyn til besvarelse av forskningsspørsmålene.

Vern: Naturavtalen fra COP15 og Havpanelet kan sette natur og biodiversitet på dagsorden, men hvorvidt målene nås er uvisst. Historien viser at måloppnåelsen har vært lav for komplekse avtaler tidligere. En av utfordringene kan være mangel på en overordnet ledelse, samt konsekvenser ved brudd på avtalen. I tillegg er denne type avtaler frivillig, ikke tvungen. Norge har vært en pådriver gjennom havpanelet for å verne 30% av havområdene, og mine informanter uttrykte at definisjonen av vern er uklar og opp til hvert enkelt land. Det kan bety at det åpnes for næringsaktivitet i vernede områder, hvis næringen ikke er i konflikt med det som vernes. En av informantene har gitt tilrådninger til Klima- og miljødepartementet, men hvordan Norge vil definere vern er foreløpig uvisst.

Areal og samdyrking: Norge er tydelige på at det skal satses på marine ressurser. Det betyr en vesentlig økning av marin aktiviteter. Denne aktiviteten baseres på et ønske om nye bærekraftige fôrvarer, næringsmidler, mineraler og energi (havvind). Utover et forhøyet aktivitetsnivå innen havbruksnæringen, er det grunn til å anta at det avsettes større arealer til forsvaret som en følge av krigen i Ukraina. På tross av store

havområder, viser forskningen at det allerede er arealkonflikter. Da Norge skal verne 30% av havarealene innen 2030, er det grunn til å anta at arealkonflikten vil øke i omfang. Dette er svært relevant for tunikatindustrien, da det kan bli stor konkurranse om de samme arealene. Det er nødvendig å utvikle en nasjonal strategi og en handlingsplan for å fremme økt produksjon av lavtrofisk havbruk. Lavtrofisk havbruk bør betraktes som en separat form for havbruk, som kan bidra med økosystemtjenester, uten å konkurrere om plass med oppdrett av mer etablerte og økonomisk lønnsomme arter i dagens havbruksnæring. Effektiv arealbruk kan oppnås ved å etablere marine næringsparker, IMTA og ulike former for integrert havbruk. Etablering av klynger kan være bedriftsøkonomisk lønnsomt og styrke konkurranseposisjonen. Tarenæringen har uttrykt interesse for samdyrking med tunikater, da dette vil gi begge næringene fordeler.

De gjensidige fordelene ved samdyrking av tare og tunikat:

- Effektiv arealutnyttelse
- Dele kostnader ved infrastruktur, utstyr, fartøy og generell investering
- Helårsarbeidsplasser, tare og tunikat har ulik sesong for utsetting og innhøsting.

Felles problemstilling rundt effektivisering av næringene, særlig ved innhøsting og storskalatørking; FoU, samt støtte til dette, er noe enklere når en næringsklynge samarbeider.

Ved overgangen fra fossil til fornybar energi, kan tidligere oljeplattformer vurderes som en base for en ny og grønn næring. Her er det allerede muligheter for raffinering, og et godt fundament for havvind. Kanskje kan det drives offshore fiskeoppdrett kombinert med tunikat og tang (IMTA), samtidig som det lages biogass fra innhøstede biprodukter. Gjenbruk av oljeplattformene vil på den måten bli en del av en grønn sirkulærøkonomi og tas med videre inn i det grønne skiftet og endel av Norges historie. Bærekraftige marine næringsparker kan være en del av løsningen for å nå klimamålene og ivareta biodiversiteten. Her er det bare fantasien som setter grenser for hvilke muligheter som finnes.

Tunikater: Forskningen omtaler tunikaten som en robust art, men det er ikke funnet studier med storskaladyrking av tunikater. Det er også lite informasjon om sykdom og parasitter, økologisk påvirkning og tålegrenser i forhold til klimaendringer. Her er det nødvendig med mer forskning. Det er viktig med teknologiutvikling på alle trinn i produksjonsprosessen, inkludert forbedret høstingseffektivitet og effektiv separering av forskjellige komponenter i tunikatene, slik at de kan utnyttes til ulike formål på en effektiv måte. Tunikatene har flere bruksområder. Det mangler en LCA av tunikater fra norsk oppdrett til fiskefôr, en LCA gir et godt sammenligningsgrunnlag opp mot andre fôrråvarer. Hvis tunikaten skal benyttes som næringsmiddel, kan det være en stor fordel å identifisere målgruppen. Ved å foreta en solid markedsundersøkelse, kan bedriften identifisere hvilke konsumenter de skal rette seg mot og optimalisere både produkt og fortjeneste. Det kan vurderes å lage biogass av biprodukter av tunikater.

Renseanlegg: Tunikaten kan redusere eutrofiering i utsatte områder hvor det er avrenning fra jordbruk, samt potensielt være en del av et renseanlegg. Det er ikke funnet forskning på tunikater som filtrerer avløpsvann. Et biologisk renseanlegg med tunikater kan være et godt supplement til konvensjonelle renseanlegg, men bør ikke erstatte renseanlegg. Sammenlignet med prosjektet ALGECO, kan tunikater bidra med et mer bærekraftig alternativ for næringsopptak av avløpsvann. Tunikater dyrkes rett i havet og opptar ikke landareal utover den infrastrukturen som er nødvendig ved innhøsting. I tillegg kan den bidra til økt biodiversitet i havet, da tunikaten kan være et habitat for andre marine arter. Det er kun nødvendig med energibruk ved innhøsting og prosessering, samt flere høyverdi bruksområder med biomassen fra tunikater fremfor mikroalger. Kravet om nitrogenfjerning vil medføre store kostnader for innbyggerne, da kan det være regningssvarende å vurdere opptak av nitrogen ved hjelp av tunikater. Det er også mulig å se for seg mobile tunikatanlegg, hvor anleggene flyttes til områder med opphopning av næringsalter. På denne måten kan tunikater bidra til bevaring og restaurering av havområder og være en del av biodiversitetsberedskapen.

Betaling for økosystemtjenester: Det er ikke etablert et formelt og omfattende system for betaling for økosystemtjenester (PES) på nasjonalt nivå i Norge. Imidlertid har det vært en økende interesse og diskusjon om konseptet, og det har vært noen begrensede initiativer og pilotprosjekter knyttet til betaling for spesifikke økosystemtjenester. Det var et prosjekt i den svenske skjærgården, Lysekil, hvor en blåskjellprodusent fikk betalt av kommunen for opptak av nitrogen. Dette prosjektet ble avsluttet som følge av manglende kontrollrutiner og feil innrapporteringer. Det var mistanke om betaling for mer nitrogenopptak enn hva som faktisk var reelt. Manglende kontroll og etterfølgelse av betaling for økosystemtjenester kan være, slik skribenten tolker det, en potensiell stor svakhet ved denne type løsninger. Det er viktig å etablere solide avtaler og kontrollmuligheter. Det var flere informanter som fortalte om en lignende avtale i Danmark, hvor svinebønder kunne kompensere for sitt nitrogenutslipp gjennom blåskjelloppdrett. Dette viste seg å ikke stemme, men har etablert seg som et rykte blant norske fagfolk. Informantene uttrykte at betaling for økosystemtjenester ville være et godt virkemiddel for å stimulere vekst av grønne næringer, samt et ønske om en god modell for dette.

Tilrådninger for å stimulere til vekst av den lavtrofiske næringen

- Kartlegge de lavtrofiske artenes økologiske egenskaper og potensiale for bærekraftig oppdrett og samdyrking i Norge.
- Dokumentere økosystemtjenestene som lavtrofisk havbruk kan bidra med. Dette kan blant annet være rensing av vann, karbonlagring, habitat for andre arter, næringsmiddel, fôr, biofarmasøytika, og biogass. Utarbeide en tydelig modell for betaling av økosystemtjenestene.
- Stimulere til FoU av teknologier tilpasset lavtrofisk produksjon.
- Etablere kvalitetsstandarder og sertifiseringssystemer som sikrer etisk produksjon og tillit hos forbrukerne.
- Utføre markedsanalyser for å identifisere markeder og behov, deretter utvikle merkevarer og markedsføringskampanjer

- Utarbeide retningslinjer og reguleringer som legger til rette for lavtrofisk produksjon og samdyrking.
- Etablere økonomiske insentiver og støtteordninger for investeringer i lavtrofisk produksjon, dette kan være gunstige lånevilkår og tilskuddsordninger.
- Fremme samarbeid mellom myndigheter, forskningsinstitusjoner, næringsaktører og interesseorganisasjoner for å utveksle kunnskap, fremme innovasjon og sikre en helhetlig tilnærming til lavtrofisk produksjon. Ved å etablere plattformer for deling av kunnskap og innovasjon, kan det oppstå klynger og felles prosjekter.

11.0 Konklusjon

Norskekysten har gunstige naturgitte forhold som legger til rette for produksjon av tunikater. Etterspørselen etter marine proteiner og fettsyrer forventes å øke i takt med behovet i fremtiden. Tunikater har en næringsmessig verdifull sammensetning og kan spille en viktig rolle i å møte det voksende behovet for marine proteiner og fettsyrer uten å påføre ekstra press på fiskeribestander. Denne formen for produksjon har betydelig potensial når det gjelder marine råvarer i fiskefôr, da det medfører minimal miljøpåvirkning. Tunikatproduksjon vil heller ikke kolliderer med matproduksjon, og kan være et sunt næringsmiddel. Utvinning av produkter fra nanocellulose, samt finansieringsmodeller basert på verdier av økosystemtjenester, kan gi biinntekter som øker lønnsomheten i produksjonen. En forventet økt etterspørsel etter marine næringsstoffer kan øke prisen for tunikatmel på råvaremarkedet, og bidra til å dekke kostnadene med produksjon og prosessering. Ved å løse utfordringene knyttet til produksjon og prosessering, ser det ut til å være et betydelig potensial for å skalere opp produksjonen. Tunikatens flitrerende egenskaper kan bidra til å forhindre eutrofiering da den tar opp næringsalter som fosfor og nitrogen. Dette næringssaltopptaket blir da en sirkulærøkonomi hvor næringssaltene på avveie blir gjenbrukt som en ressurs.

Samdyrking og integrert havbruk er viktig både for å nå målene om 30% havvern innen 2030 og for å styrke konkurranseevnen. Tarenæringen er kompatibel med tunikatnæringen, disse kan samdyrkes både ved fiskeoppdrettsanlegg (IMTA) og som biologiske renseanlegg i områder med høye nivåer av næringsssalter. Begge artene tar opp næringsssalter fra havet, men i forskjellig størrelsesorden og konkurrerer dermed ikke om næringssaltene. I tillegg er det ulik høstesesong, så samdyrking mellom disse artene kan gi gode synergier både for næringene og biodiversiteten. Marine næringsparker kan bestå av fundamenter fra tidligere oljeplattformer med bioraffineri, havvind og offshore fiskeoppdrettsanlegg med dyrking av tunikat og tare. Ved å benytte fundamenter fra tidligere oljeplattformer, ivaretar man både en del av Norges historie og gjenbraker ressursene. Utbygging av overflatens infrastruktur kan også bli en ny turistdestinasjon. Marine næringsparker kan gi ytterligere muligheter for FoU-virksomhet tilknyttet studier av vannsøylen og havbunnen.

Lavtrofisk havbruk bør bli sett på som en selvstendig havbruksform som kan bidra med økosystemtjenester. Da det med stor sannsynlighet vil oppstå konkurranse om konsesjoner som følge av lite arealtilgang, vil lavtrofisk havbruk konkurrere med andre etablerte og økonomisk lønnsomme næringer. Det er viktig å legge til rette for vekst av grønne næringer, så det ikke oppstår regulatoriske barrierer. Mattilsynet må avklare hvorvidt biomassen fra samdyrking med merder kan brukes i fiskefôr. Det bør utarbeides nasjonale retningslinjer for konsesjonsavsetting til lavtrofisk havbruk, forkorte saksbehandlingstiden og forenkle søkeprosessen ved samdyrking/IMTA og integrert havbruk.

Videre forskning: Det er nødvendig med forskning på hvordan storskaladyrking av tunikater påvirker økologien, da det kan oppstå sedimentering på havbunnen som følge av slam. Dette er avhengig av strømforhold og dybde. Det er viktig med pilotanlegg for å tilegne mer kunnskap om samdyrking og optimalisering for tunikater og tare, samt hvilke andre marine næringer de kan skape klynger med. Videre er det behov for LCA, så klimaavtrykket tydeliggjøres og danner et godt sammenligningsgrunnlag for andre lignende produkter og tjenester. Det er lite litteratur om potensielle trusler for tunikaten, i form av risiko for sykdom, parasitter og klimaendringer. Da tunikaten filtrerer alger, kan det potensielt oppstå en konsentrasjon

av algetoksiner. Denne kunnskapen bør på plass før tunikaten benyttes som næringsmiddel og fôr.

12.0 Litteraturliste

2019-Menon-NIVA-rapport.pdf. (u.å.).

Aguilar, F. J. (1967). *Scanning the Business Environment*. Macmillan.

Akvakulturregisteret. (u.å.). Fiskeridirektoratet. Hentet 13. juni 2023, fra

<https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/akvakulturregisteret>

ALGECO. (2023, mars 21). *Cost-effective algae technology*. alg.eco.no. <https://www.alg.eco>

Andersen et al. - Lokale kjelder for proteinfôr til husdyr og fiskeo.pdf. (u.å.). Hentet 13. april

2023, fra [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2018-03/vf-notat%209-](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2018-03/vf-notat%209-2017%20Protos%202.pdf)

[2017%20Protos%202.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2018-03/vf-notat%209-2017%20Protos%202.pdf)

Andersen, I. (2022, juli 12). *A Framework for All Life on Earth*. UNEP.

<http://www.unep.org/news-and-stories/speech/framework-all-life-earth>

Andersen, O., Hønsi, T. G., & Jaastad, G. (2017). Lokale kjelder for proteinfôr til husdyr og fiskeoppdrett på Vestlandet. *Vestlandsforskning, notat nr. 9/2017*, 55.

Andersen, S., Strand, Ø., & Strand, H. K. (2012). Marin karbonfangst og matproduksjon. I 63 s. [Working paper]. Havforskningsinstituttet. <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/116752>

Annales de chimie et de physique. (1824). 27.

Anton, R. (2015, desember 1). *An Integrated Strategy Framework (ISF) for Combining Porter's 5-Forces, Diamond, PESTEL, and SWOT Analysis* [MPRA Paper].

<https://mpa.ub.uni-muenchen.de/72507/>

antroposentrisk—Det Norske Akademis ordbok. (u.å.). Hentet 1. mai 2023, fra

<https://naob.no/ordbok/antroposentrisk>

Artsdatabanken. (u.å.). *Ciona intestinalis*—Artsdatabanken. artsdatabanken.no. Hentet 3. april 2023, fra https://artsdatabanken.no/Taxon/_/107680

Artsdatabanken. (2023). 7EU Eutrofiering. I *Nasjonal kunnskapsbank for naturmangfold*.

<https://www.artsdatabanken.no/Pages/181914/Eutrofiering>

ASC. (2023, juni 6). *Aquaculture Stewardship Council*. Asc-Aqua.Org. <https://asc-aqua.org/>

Assessment, M. E. (Red.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.

Astad Lorentzen, E. (2022, juli 13). *HI skal leie stort EU-prosjekt om å dyrke blåskjel og tare i havvindparker*. hi.no. <https://www.hi.no/hi/nyheter/2022/juli/hi-skal-leie-stort-eu-prosjekt-om-a-dyrke-blaskjel-og-tare-i-havvindparker>

Bell, E., Bryman, A., & Harley, B. (2022). *Business Research Methods* (6. utg.). Oxford University Press.

Bell, G. G., & Rochford, L. (2016). Rediscovering SWOT's integrative nature: A new understanding of an old framework. *The International Journal of Management Education*, 14(3), 310–326. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2016.06.003>

Bellona. (2022a). *BÆREKRAFTIG HAVBRUK 2030*. Bellona.

Bellona. (2012, september 13). *Ocean Forest Project og integrert havbruk*. Bellona.no.

<https://bellona.no/nyheter/havbruk/2012-09-ocean-forest-project-og-integrert-havbruk>
 Bellona. (2022b, mars 30). *Clean Hull Initiative*. Bellona.Org.
<https://bellona.org/projects/clean-hull-initiative>
 Berg Hermann, L. M. (2022, september 11). Veldig vanskelig for Norge å ikke tape omdømme, mener professor. *www.dn.no*. <https://www.dn.no/politikk/energi/strom/krigen-i-ukraina/-veldig-vanskelig-for-norge-a-ikke-tape-omdomme-mener-professor/2-1-1294917>
 Bergentz, E. (2017). *Utilization of Ciona intestinalis as a feed ingredient* [Environmental Engineering, 180 credits, MID SWEDEN UNIVERSITY Ecotechnology and Sustainable Building Engineering]. MID SWEDEN UNIVERSITY Ecotechnology and Sustainable Building Engineering.
 Berrill, N. J. (1947). The Development and Growth of Ciona. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 26(4), 616–625.
<https://doi.org/10.1017/S0025315400013825>
 Berthelsen, K. (2018, februar 27). - Ny marin råvare kan dekke fôringrediens-behovet ni ganger. <https://www.kyst.no/otto-andersen-vestlandsforskning/ny-marin-ravare-kan-dekke-fringrediens-behovet-ni-ganger/160287>
biobaserte-verdikjeder—August-2021_endelig.pdf. (u.å.). Hentet 26. mai 2023, fra https://www.nho.no/contentassets/ca5e977a0e14487fbdc9a8f6cdbc8c27/biobaserte-verdikjeder---august-2021_endelig.pdf
Bioeconomy+Lewandowski.pdf. (u.å.).
 Bjerknes, H. (2020, mars 5). *Nordmenn stoler på forskning—Det medisinske fakultet*. uio.no. <https://www.med.uio.no/forskning/aktuelt/aktuelle-saker/2020/nordmenn-stoler-pa-helseforskning.html>
Bluepartnership. (2023, mai 28). bluepartnership.eu. <https://www.bluepartnership.eu/#about>
 Booth, W. C. (2016). *Craft of Research* (4. utg.). University of Chicago Press.
 Breewood, H., & Garnett, T. (2020). *What is feed-food competition? FCRN Foodsource Building Block*. FCRN. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32463.64161>
 Buck, B., & Langan, R. (2017). Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean: The Untapped Potential for Marine Resources in the Anthropocene. I *Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean: The Untapped Potential for Marine Resources in the Anthropocene*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51159-7>
Bærekraftig-Havbruk-2030.pdf. (u.å.). Hentet 7. juni 2023, fra <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2020/06/B%C3%A6rekraftig-Havbruk-2030.pdf>
 Carver, C., Mallet, A., & Vercaemer, B. (2006). Biological Synopsis of the Solitary Tunicate Ciona Intestinalis. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2746.
 Chen, W., Barton, D., Magnussen, K., Navrud, S., Grimsrud, K., Garnåsjordet, P., Engelién, E., Syverhuset, A. O., Bekkby, T., & Rinde, E. (2019). *Verdier i Oslofjorden: Økonomiske verdier tilknyttet økosystemtjenester fra fjorden og strandsonen (Values of the Oslofjord: economic values of ecosystem services of the fjord and coastal zones)* (s. 139). NIVA.
 Chenail, R. J. (2011). Interviewing the Investigator: Strategies for Addressing Instrumentation and Researcher Bias Concerns in Qualitative Research. *Qualitative Report*, 16(1), 255–262.
 Christensen, T. (2022). *Tangdyrking på line eller nett* [Grafikk]. <https://aktuelt.naturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/1-2022/tang-kan-bidrage-til-groenne-loesninger>
 Ciancio, A., Scippa, S., & Cammarano, M. (2001). Ultrastructure of trophozoites of the gregarine Lankesteria ascidia (Apicomplexa: Eugregarinida) parasitic in the ascidian Ciona intestinalis (Protochordata). *European Journal of Protistology*, 37(3), 327–336.
<https://doi.org/10.1078/0932-4739-00829>
 Ciancio, A., Scippa, S., & Izzo, C. (1999). Ultrastructure of vegetative and sporulation stages

of *Haplosporidium ascidiarum* from the ascidian *Ciona intestinalis* L. *European Journal of Protistology*, 35(2), 175–182. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(99\)80035-2](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(99)80035-2)

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

C-opp Erik Bergentz.pdf. (u.å.).

Danbolt, I. (2022, desember 19). *COP15: Ny naturavtale nådd*. fn.no. <https://www.fn.no/nyheter/cop15-ny-naturavtale-naadd>

Day, J., Dudley, N., Hockings, M., Holmes, G., Laffoley, D., Stolton, S., Wells, S., & Wenzel, L. (2019). *Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas—2nd Edition*.

De forente nasjoners havrettskonvensjon—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/TRAKTATEN/traktat/1982-12-10-1>

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. SAGE.

DiCicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40(4), 314–321. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x>

Dybern, B. I. (1965). The Life Cycle of *Ciona intestinalis* (L.) f. *Typica* in Relation to the Environmental Temperature. *Oikos*, 16(1/2), 109. <https://doi.org/10.2307/3564870>

Døskeland, I. (2013). <https://www.uib.no/aktuelt/36592/med-dette-dyret-kan-du-kj%C3%B8re-milj%C3%B8vennlig-bil>

Ecosystems and human well-being. (u.å.).

Energidepartementet, O. (2020, oktober 7). *30 millioner til kartlegging av havbunnsmineraler* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/oed/pressemeldinger/2020/30-millioner-til-kartlegging-av-havbunnsmineraler/id2769028/>

Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>

EU taxonomy. (u.å.). *EU taxonomy for sustainable activities*. Finance.Ec.Europa.Eu. Hentet 9. juni 2023, fra https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

EUMOFA. (2020). *Blue bioeconomy report* (s. 143). Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/33246>

Closing the loop—An EU action plan for the Circular Economy, nr. COM(2015) 614 final, European Commission (2015). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>

Eyde-klyngen. (2023, juni 14). eydecluster.com. <https://www.eydecluster.com/no/om-eyde-klyngen/>

EØS-notatbasen. (2020, januar 30). *Handlingsplan for sirkulær økonomi* [EOSnotat]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2020/jan/veikart-for-sirkular-okonomi-2019/id2691183/>

Fagrappport integrert havbruk.pdf. (u.å.).

Falcone, P. M., Tani, A., Tartiu, V. E., & Imbriani, C. (2020). Towards a sustainable forest-based bioeconomy in Italy: Findings from a SWOT analysis. *Forest Policy and Economics*, 110, 101910. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.04.014>

FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

Fernand, F., Israel, A., Skjermo, J., Wichard, T., Timmermans, K., & Golberg, A. (2016). Offshore macroalgae biomass for bioenergy production: Environmental aspects, technological

achievements and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.046>

Filippelli, R., Termansen, M., Hasan, S., Hasler, B., Hansen, L., & Smart, J. (2022). Water quality trading markets – Integrating land and marine based measures under a smart market approach. *Ecological Economics*, 200, 107549.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107549>

Finansdepartementet. (2023, mai 8). *Taksonomien for bærekraftig økonomisk aktivitet* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/taksonomien-for-barekraftig-okonomisk-aktivitet/id2924859/>

Fischer, F. T. (2014). *Antroposentrisk etikk—En økofeministisk kritikk av det vestlige samfunn* [Master thesis, uio]. <https://www.duo.uio.no/handle/10852/40073>

Fiskeridepartementet, N. (2021, juli 6). *Havbruksstrategien—Et hav av muligheter* [Plan]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/havbruksstrategien-et-hav-av-muligheter/id2864482/>

Fiskeridepartementet, N. (2023, mai 26). *Tang- og tareneringen innlemmes i fiskeeksportloven* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ny-side4/id2979321/>

Fiskeridirektoratet | Livet i havet – vårt felles ansvar. (u.å.). Fiskeridirektoratet. Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.fiskeridir.no/>

Fjeld, I. E. (2022, mars 18). Slik motarbeider Norge vern av havet. *NRK*.
<https://www.nrk.no/norge/slik-motarbeider-norge-vern-av-havet-1.15891945>

Flere arter på samme lokalitet. (u.å.). Fiskeridirektoratet. Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Kommersielle-tillatelser/Andre-arter/Flere-arter-paa-samme-lokalitet>

FN. (2021a). *Bærekraftig utvikling består av tre dimensjoner: Økonomi, miljø og sosiale forhold.* [FN]. <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling#&gid=1&pid=2>

FN. (2015, desember 12). *Parisavtalen.* fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>

FN. (2020, desember 22). *Konvensjon om biologisk mangfold.* fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/konvensjon-om-biologisk-mangfold>

FN. (2021b, oktober 28). *Bærekraftig utvikling.* fn.no.
<https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>

FN. (2022a, desember 8). *FNs historie.* fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/fns-historie>

FN. (2022b, desember 21). *FNs naturavtale.* fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/fns-naturavtale>

FN. (2023a, mars 21). *Klimaendringer.* <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>

FN. (2023b, april 4). *FNs bærekraftsmål.* fn.no. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

Folla Alger. (2023, juni 13). [follaalger.no](https://www.follaalger.no/). <https://www.follaalger.no/>

FoodsofNorway. (2017, april 20). <https://www.foodsofnorway.net/>

Forskningsrådet. (2021, mars 11). *OceanLab: Selvgående fartøy skal gi innovasjon til sjøs.* forskningsradet.no. <https://www.forskningsradet.no/sok-om-finansiering/midler-fra-forskningsradet/infrastruktur/norsk-veikart-for-forskningsinfrastruktur/prosjektbeskrivelser/under-etableringi-drift/selvgaende-fartoy-skal-gi-innovasjon-til-sjos/>

Forskningsrådet. (2023, mai 28). *Norges forskningsråd.* forskningsradet.
<https://www.forskningsradet.no/>

Forskrift om merking og omsetning av fôrvarer—Forordning (EU) nr. 767/2009—Lovdata.

(u.å.). Hentet 31. mai 2023, fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-04-02-360/KAPITTEL_1-1#KAPITTEL_1-1

Forskrift om tildeling, endring og bortfall av konsesjoner for oppdrett av andre arter enn laks, ørret og regnbueørret—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2004-12-22-1799>

Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret (laksetildelingsforskriften)—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2022-11-07-1929>

Forurensningsforskriften. (2007). *Forskrift om begrensnig av forurensning—Del 4. Avløp* (1691. utg.). Lovdata. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_4#KAPITTEL_4

Fransson, L. (2023, mars 10). - *Er syk og blir verre.* dagbladet.no. <https://www.dagbladet.no/nyheter/er-syk-og-blir-verre/78674322>

Gemini.no, S. I. M. (2023, juni 6). *Fanger CO2 med tare og «låser» den i biokull.* SINTEF. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2023/fanger-co2-med-tare-og-laser-den-i-biokull/>

Gemini.no, U. S. (2020, april 21). – *Tare kan bli en lønnsom brikke i det grønne skiftet.* SINTEF. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-tare-kan-bli-viktig-erstatning-for-olje/>

Gjølborg, M. (2010). Varieties of corporate social responsibility (CSR): CSR meets the “Nordic Model”. *Regulation & Governance*, 4, 203–229. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2010.01080.x>

Gjørund, S. H., Skjermo, J., Forbord, S., Jafarzadeh, S., Sletta, H., Aasen, I. M., Hagemann, A., Chauton, M. S., Aursand, I. G., Evjemo, J. O., Slizyte, R., Standal, I. B., Grimsmo, L., Aursand, M., Josefsen, K. D., & Almås, K. A. (2020). Bærekraftig fôr til norsk laks. *119*. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2758913>

GlobalG.A.P. (2023, juni 6). *Aquaculture.* globalgap.org. https://www.globalgap.org/uk_en/for-producers/globalg.a.p./integrated-farm-assurance-ifa/aquaculture/

Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science (New York, N.Y.)*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>

Gómez-Baggethun, E., Groot, R., Lomas, P., & Montes, C. (2010). The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes. *Ecological Economics*, 69, 1209–1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>

Green Deal. (2020, februar 6). [EOSnotat]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2020/feb/green-deal/id2689681/>

Grimstad, B. a. (2022a, august 8). *Derfor kveles livet i Oslofjorden. Løsningen har vært kjent i flere tiår.* fagbladet.no. <https://fagbladet.no/nyheter/derfor-kveles-livet-i-oslofjorden-losningen-har-vart-kjent-i-flere-tiar-6.107.891848.6cb161bc08>

Grimstad, B. a. (2022b, august 9). *Dette vil det koste å redusere utslippet av nitrogen til havet. Innbyggerne kan få prissjokk.* fagbladet.no. <https://fagbladet.no/nyheter/dette-vil-det-koste-a-reducere-utslippet-av-nitrogen-til-havet-innbyggerne-kan-fa-prissjokk-6.91.892216.648007e771>

Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder* (2. utg.). Fagbokforlaget.

Grønning, T. (2022, juli 3). *EU-studie om klimaforskning: Nordmenn tror minst på klimaendringer.* NRK. https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/eu-studie-om-klimaforskning_-nordmenn-tror-minst-pa-klimaendringer-1.16022374

Guerrero, J.-L., & Sample, J. E. (2022). *Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2020: Tabeller, figurer og kart - Miljødirektoratet* (Forurensninger M-

2174|2021; s. 98). Norsk institutt for vannforskning.
<https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/mars/kildefordelte-tilforsler-av-nitrogen-og-fosfor-til-norske-kystomrader-i-2020-tabeller-figurer-og-kart/>
 Hackl et al. - 2017—*Cultivating Ciona intestinalis to counteract marin.pdf*. (u.å.).
 Hackl, R., Hansson, J., Norén, F., Stenberg, O., & Olshammar, M. (2017). Cultivating *Ciona intestinalis* to counteract marine eutrophication: Environmental assessment of a marine biomass based bioenergy and biofertilizer production system. *Renewable Energy*.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.07.053>
 Halfpenny, P. (1979). *The Analysis of Qualitative Data* (Bd. 27). Sociological Review.
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1111/j.1467-954X.1979.tb00361.x?journalCode=sora>
 Harrel, M. C., & Bradley, M. A. (2009). *Data Collection Methods. Semi-Structured Interviews and Focus Groups*. RAND NATIONAL DEFENSE RESEARCH INST SANTA MONICA CA. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA512853>
 Havforskningsinstituttet. (2021, september 9). *Tareskogforekomster*.
 Havforskningsinstituttet.no. <https://www.hi.no/hi/radgivning/marine-naturverdier-og-tiltak-i-kystsonen/marint-biologisk-mangfold/tareskog>
 Hedeselskabet. (2023, mai 15). *Blå Biomasse – læs om kvælstofreduktion med muslinger her*. hedeselskabet.dk. <https://www.hedeselskabet.dk/blaa-biomasse>
 Hill, S. D. (Red.). (2012). SWOT Analysis. I *Encyclopedia of Management* (7th ed., s. 977–980). Gale; Gale eBooks.
<https://link.gale.com/apps/doc/CX4016600292/GVRL?sid=bookmark-GVRL&xid=a21975f3>
 Holloway, I. (2005). *EBOOK: Qualitative Research in Health Care*. McGraw-Hill Education (UK).
 Holm, J. C. (2018). *Integrert havbruk – perspektiver, muligheter og utfordringer fra et forvaltningsståsted* (Nr. 17/17402; s. 44). Fiskeridirektoratet.
 Horizon Europe. (2023, mai 25). Commission.Europa.Eu/. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
 Hurdalsplattformen. (2021). *Hurdalsplattformen*. regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/hurdalsplattformen/id2877252/Hurdalsplattformen.pdf>. (u.å.). Hentet 15. april 2023, fra
<https://www.regjeringen.no/contentassets/cb0adb6c6fee428caa81bd5b339501b0/no/pdfs/hurdalsplattformen.pdf>
 Ibrahim, G. (2016). *A Coccidian Parasite Inhabiting the GI Tract and Leucocytes of Styela plicata (Lesauer, 1823) and Ciona intestinalis (Linnaeus, 1767) Sampled from the Arabian Gulf (Saudi Arabia)*. 1–14. <https://doi.org/10.5376/ijms.2016.06.0018>
 Ihlebæk, J. H. (2018, februar 4). *Forskerne frykter for vannkvaliteten i Oslofjorden*. nrk.no. <https://www.nrk.no/osloogviken/forskerne-frykter-for-vannkvaliteten-i-oslofjorden-1.13887567>
 IMTA_2017_web.pdf. (u.å.). Hentet 12. mai 2023, fra
https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2017/09/IMTA_2017_web.pdf
 Inaturalist. (2023). <https://inaturalist.ca/taxa/48272-Ciona-intestinalis>
 Indsutry-Insight_Future-Feed-Ingredients_FINAL.pdf. (u.å.). Hentet 11. juni 2023, fra
https://seafoodinnovation.no/wp-content/uploads/2022/10/Indsutry-Insight_Future-Feed-Ingredients_FINAL.pdf
 Innovasjon Norge. (2023, mai 28). *Forside for Innovasjon Norge*. innovasjon norge.
<https://www.innovasjon norge.no/no/>
 Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene – Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak. (2020, juni 12). [Inns]. Stortinget; energi- og miljøkomiteen.

<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2019-2020/inns-201920-382s/?all=true>

IPBES. (2019a). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>

IPBES. (2017, september 20). *Payment for Ecosystem Services*. Ipbes.Net. <https://www.ipbes.net/node/15633>

IPBES. (2019b, mai 17). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services / IPBES secretariat*. Ipbes.Net. <https://ipbes.net/node/35274>

IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. Ipcc.Ch. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

IUCN. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.iucn.org/>

IUCN. (2021, september 30). *Guidance to identify industrial fishing incompatible with protected areas*. Iucncongress2020.Org. <https://www.iucncongress2020.org/motion/066>

Jan, A. (2022). [Foto]. <https://www.uib.no/en/michaelsarscentre/115215/ascidian-facility>

Järnegren, J., Gulliksen, B., Husa, V., Malmstrøm, M., Oug, E., Berg, P. R., Bryn, A., Geange, S. R., Hindar, K., Hole, L. R., Kausrud, K., Kirkendall, L., Nielsen, A., Sandercock, B. K., Thorstad, E., & Velle, G. (2023). Assessment of risk and risk-reducing measures related to the introduction and dispersal of the invasive alien carpet tunicate *Didemnum vexillum* in Norway. *VKM Report*. <https://vkm.no/risikovurderinger/allevurderinger/havnespyvurderingavrisikofornorskbiologiskmangfold.4.322e13f717e917457df98cb3.html>

Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>

Karlsson-Drangsholt, A., van Nes, S., Fieler, R., Hansen, P. K., Chapman, A. S., Stévant, P. F. D., Rebours, C., Siikavuopio, S. I., Mortensen, A., Robertsen, R., Reitan, K. I., Øie, G., Handå, A., Hognes, E. S., Rånes, S. A., Tørud, B., & Lillehaug, A. (2017). Miljøkonsekvensanalyse: Integrert havbruk i Norge. September 2017. 75. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2460204>

Karnaouri, A., Jalvo, B., Moritz, P., Matsakas, L., Rova, U., Höfft, O., Sourkouni, G., Maus-Friedrichs, W., Mathew, A. P., & Christakopoulos, P. (2020). Lytic Polysaccharide Monooxygenase-Assisted Preparation of Oxidized-Cellulose Nanocrystals with a High Carboxyl Content from the Tunic of Marine Invertebrate *Ciona intestinalis*. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(50), 18400–18412. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c05036>

Klima- og miljødepartementet. (2020, august 12). *Dette er klimakvoter* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/klimakvoter/id2076655/>

Klima- og miljødepartementet. (2022, november 3). *Nytt norsk klimamål på minst 55 prosent* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nytt-norsk-klimamal-pa-minst-55-prosent/id2944876/>

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2021). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal.

Landbruks- og matdepartementet. (2021, oktober 12). *Jordvern* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/landbrukseiendommer/innsikt/jordvern/jordvern/id2009556/>

Leonczec, A. (2013). *Tradisjonelt og Integrert Havbruk Dagens miljøutfordringer og morgendagens løsninger*. Bellona.

Lewandowski, I. (2018). *Bioeconomy Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy*. Springer Nature.

Lieberman, M. B., & Montgomery, D. B. (1998). *FIRST-MOVER (DIS)ADVANTAGES: RETROSPECTIVE AND LINK WITH THE RESOURCE-BASED VIEW*.

Lilleholt Kraugerud, R. (2020, oktober 26). *Tunikatmel funker i fôr*. Nofima.no. <https://nofima.no/resultater/nye-ingredienser-ma-funke-i-for/>

Lindahl, O., Hart, R., Hernroth, B., Kollberg, S., Loo, L.-O., Olrog, L., Rehnstam-Holm, A.-S., Svensson, J., Svensson, S., & Syversen, U. (2005). Improving Marine Water Quality by Mussel Farming: A Profitable Solution for Swedish Society. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 34(2), 131–138. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.2.131>

Lindahl, O., & Kollberg, S. (2009). Can the EU agri-environmental aid program be extended into the coastal zone to combat eutrophication? *Hydrobiologia*, 629(1), 59–64. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9771-3>

Lindal Jørgensen, L., Moland, E., Husa, V., Kleiven, A. R., & van der Meeren, G. (2021). *Marint vern* (Nr. 1893–4536; Rapport fra havforskningen 2021-9). Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-9>

Loo, L.-O., & Petersen, J. K. (2013). Miljøkonsekvenser av odling av tarmsjöpungen *Ciona intestinalis*. I *Miljøkonsekvenser av odling av tarmsjöpungen Ciona intestinalis* [Rapport]. Göteborgs universitet Institutionen för biologi och miljövetenskap.

Lorentzen, E. A. (2021, januar 4). *40 år med norsk-kinesisk havforskning* [Hi.no]. Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nyheter/2020/oktober/40-ar-med-norsk-kinesisk-havforskning>

Lov om akvakultur (akvakulturloven)—Lovdata. (u.å.). Hentet 26. mai 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-79>

Lov om fornybar energiproduksjon til havs (havenergilova)—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2010-06-04-21>

Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven)—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2009-06-19-100>

Lov om forvaltning av viltlevande marine ressurser (havressurslova)—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2008-06-06-37>

Lov om naturfredning—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/NLO/lov/1910-07-25-3>

Lov om petroleumsvirksomhet [petroleumsloven]—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1996-11-29-72>

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (plandelen)—Lovdata. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/2008-06-27-71>

Lubchenco, J., & Haugan, P. M. (2023). Transformations for a Sustainable Ocean Economy: A Vision for Protection, Production and Prosperity. I J. Lubchenco & P. M. Haugan (Red.), *The Blue Compendium: From Knowledge to Action for a Sustainable Ocean Economy* (s. 907–915). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16277-0_21

Lundeberg, H., & Leifsdatter Grønlund, A. (2017). *Fra brasiliansk jord til norske middagsbord En rapport om soya i norsk laksefôr*. Framtiden i våre hender og Regnskogfondet.

Lytic Polysaccharide Monooxygenase-Assisted Preparation of Oxidized-Cellulose Nanocrystals with a High Carboxyl Content from the Tunic of Marine Invertebrate Ciona intestinalis. (u.å.).

Macrosea. (u.å.). Macrosea. Hentet 13. juni 2023, fra <https://www.sintef.no/projectweb/macrosea/>

Mareano. (2023, mars 28). [Mareano]. Mareano - samler kunnskap om havet. https://www.mareano.no/om_mareano

Marinbiologene. (2018, desember 20). Den gyldne pungen. *Marinbiologene.no*. <https://marinbiologene.no/luke-20-den-gyldne-pungen/>

Marine Feed. (2023). *Nutrient Removal and compensatory measures – Marine Feed*. <https://marinefeed.com/products-nutrient-removal-and-compensatory-measures/>

Marine Taste. (2023, juni 12). *Marine Taste – The worlds only producer of sea squirt umami*. Marinetaste.Com. <https://marinetaste.com/en/home/>

matdepartementet, L. (2023, februar 10). *Oppdatert jordvernstrategi og forsterket jordvernmål* [Nyhet]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/oppdatert-jordvernstrategi-og-forsterket-jordvernmal/id2962865/>

Mathismoen, O. (2022a, februar 28). Klimapanelet: Redd naturen. Det er svært viktig for klimaet. *aftenposten.no*. <https://www.aftenposten.no/verden/i/x8WRpp/klimapanelet-redd-naturen-det-er-svaert-viktig-for-klimaet>

Mathismoen, O. (2022b, desember 19). *Historisk avtale: 30 prosent av verden skal vernes*. *aftenposten.no*. <https://www.aftenposten.no/verden/i/5B31pW/historisk-naturavtale-vedtatt-i-montreal-30-prosent-av-alt-hav-og-land-skal-bevares>

Meister-Fischer.pdf. (u.å.). Hentet 1. mai 2023, fra <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/40073/Meister-Fischer.pdf?sequence=1>

Melgård, M. (2022, september 7). Pristak på gass ikke et tema da Støre snakket med EU-sjefen. *www.dn.no*. <https://www.dn.no/politikk/jonas-gahr-store/ursula-von-der-leyen/energikrise/pristak-pa-gass-ikke-et-tema-da-store-snakket-med-eu-sjefen/2-1-1292934>

Menon Economics og SINTEF Ocean. (2020a). *Sameksistens og bærekraft i det blå Rapport 1: Status*. Senter for hav og Arktis 2020.

Menon Economics og SINTEF Ocean. (2020b). *Sameksistens og bærekraft i det blå Rapport 2: Fremtiden*. Senter for hav og Arktis 2020.

Menon Economics og SINTEF Ocean. (2020c). *Sameksistens og bærekraft i det blå Rapport 3: Løsninger*. Senter for hav og Arktis 2020.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. SAGE.

miljødepartementet, K. (2020, april 24). *Meld. St. 20 (2019–2020)* [Stortingsmelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20192020/id2699370/>

miljødepartementet, K. (2021a, mars 30). *Helhetlig tiltaksplan for en ren og rik Oslofjord med et aktivt friluftsliv* [Plan]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/helhetlig-tiltaksplan-for-en-ren-og-rik-oslofjord-med-et-aktivt-friluftsliv/id2842258/>

miljødepartementet, K. (2021b, april 9). *Meld. St. 29 (2020–2021)* [Stortingsmelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/nn/dokumenter/meld.-st.-29-20202021/id2843433/>

miljødepartementet, K. (2023, mai 12). *Nytt kunnskapsgrunnlag om miljø og verdiskaping i norske havområder* [Nyhet]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/invitasjon/id2977246/>

Miljødirektoratet. (2020, august 13). *Overgjødsling langs kysten* [Miljøstatus.miljodirektoratet.no]. miljøstatus.miljodirektoratet.no. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/forurensning/overgjodsling/>

Miljødirektoratet. (2021, mai 30). *Overvåkning av økosystem i kystområder (ØKOKYST)*. miljøstatus.miljodirektoratet.no. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/miljoovervaking/overvakingsprogrammer/ferskvann-hav-og-kyst/okokyst/>

Miljødirektoratet. (2022a, mars 18). *Marint vern—Miljødirektoratet*. miljøstatus.miljodirektoratet.no. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vernet-natur/marint-vern/>

Miljødirektoratet. (2022, mai 13). *Behov for krav om nitrogenfjerning for avløpsrensaneanlegg med tilknytning til Oslofjorden* (2019/8479) [Personlig kommunikasjon].

Miljødirektoratet. (2022b, juni 20). *Miljødirektoratet opprettholder nitrogenfjerningskrav*. miljødirektoratet.no. <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2022/juni-2022/miljodirektoratet-oppretholder-nitrogenfjerningskrav/>

Miljødirektoratet. (2023, april 17). *Klima*. miljøstatus.miljodirektoratet.no. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/>

Miljødirektoratet brev. (u.å.).

Miljødirektoratet—Miljødirektoratet. (u.å.). Miljødirektoratet/Norwegian Environment Agency. Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/Miljøstatus>. (2022, april 8). *Vernet natur*. miljøstatus.miljodirektoratet.no. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/naturomrader-pa-land/vernet-natur/>

Millar, R. H. (1952). The annual growth and reproductive cycle in four ascidians. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 31(1), 41–61. <https://doi.org/10.1017/S0025315400003672>

Miller, G. T., & Spoolman, S. (2009). *Essentials of ecology* (5th ed). United States : Brooks/Cole Cengage Learning.

Myhre, T. (2023). Økosystemtjeneste. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/%C3%B8kosystemtjeneste>

NASF 2023. (u.å.). *Program—NASF 2023—Radisson Blu Royal Hotel*. Program. Hentet 19. april 2023, fra <https://possibility.eventsair.com/possibility.eventsair.com>

NCE Seafood Innovation. (2022). *Future ingredients for Norwegian salmon feed* (Industry Insight).

NHO. (2023a). *NHO, mot bioøkonomien*.

NHO. (2023b). *Verdiskaping i biobaserte næringer – Hvordan utløse industrielle satsinger i biobaserte verdikjeder?* Sjømat Norge, Norsk Industri, NHO Mat og Drikke, Treindustrien og NHO.

Niva Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2020: Tabeller, figurer og kart. (u.å.).

Norén, F., Liljebladh, B., & Gunnäs, A. (2020). *Blå fånggrödor – beräkningsmodell för extraktiv odling Slutrapport* (s. 38).

Norén, F., Norén, K., & Magnusson, K. (2012). *Sluttrapport Ekologiska effekter av ascidieodling*. Lysekils kommun.

Norén mfl 2020 Blå fånggrödor – beräkningsmodell för extraktiv odling exkl Apx.pdf. (u.å.).

Norsk havteknologisenter. (2023, januar 19). *Norsk havteknologisenter—NTNU*. ntnu.no. <https://www.ntnu.no/norskhavteknologisenter/om-senteret>

Norwegian Seaweed Association. (u.å.). Hentet 26. mai 2023, fra <https://www.norseaweed.no/>

NOU 2013: 10. (2013). *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*. Miljøverndepartementet.

NOU Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. (u.å.). Hentet 27. april 2023, fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>

NSD. (nsd.no). *Norsk senter for forskningsdata*. NSD.

NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat. (u.å.). Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.nve.no/>

Nyheter, S. V. T., & Jansson, M. (2015, januar 29). Haveri för musselsatsning. *SVT Nyheter*. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/vast/haveri-for-musselsatsning>

Nærings- og fiskeridepartementet. (2021). *Et hav av muligheter – regjeringens havbruksstrategi* (W-0038 B). Nærings- og fiskeridepartementet.

Ocean Forest. (2023, april 19). leroyseafood.no. <https://www.leroyseafood.com/no/barekraft/ocean-forest/>

Ocean GeoLoop. (2023, juni 12). Oceangeoloop.Com. <https://oceangeoloop.com/>

Ocean Panel. (2023, mai 1). *About Ocean Panel* [Oceanpanel.org]. Ocean Panel. <https://oceanpanel.org/about-ocean-panel/>

Ocean TuniCell. (2023). Oeantunicell.Com. <https://oeantunicell.com/>

OceanLab, SINTEF, NTNU. (2023, juni 6). ntnu.no. <https://www.ntnu.edu/oceanlab>

Olerud, K., & Lahn, B. (2023). Klimagassutslipp. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/klimagassutslipp>

Oljedirektoratet. (2022, februar 10). *Havbunnsmineraler*. npd.no. <https://www.npd.no/fakta/havbunnsmineraler/>

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods, 2nd ed* (s. 532). Sage Publications, Inc.

Personvernombud. (u.å.). datatilsynet.no. Hentet 9. mai 2023, fra <https://www.datatilsynet.no/rettigheter-og-plikter/virksomhetenes-plikter/personvernombud/>

Petersen, J., & Riisgard, H. (1992). Filtration capacity of the ascidian *Ciona intestinalis* and its grazing impact in a shallow fjord. *Marine Ecology Progress Series*, 88, 9–17. <https://doi.org/10.3354/meps088009>

Petersen, J., Schou, O., & Thor, P. (1995). Growth and energetics in the ascidian *Ciona intestinalis*. *Marine Ecology Progress Series*, 120, 175–184. <https://doi.org/10.3354/meps120175>

Petersen, M., & Rivedal Ødegaard, H. (2022, desember 5). *Hva om det finnes en naturlig løsning på nitrogen-problemet i Oslofjorden?* <https://www.f-b.no/5-59-2801350>

Planetary boundaries. (2012, september 19). [Text]. Stockholmresilience.Org. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 90211.

Porter, M. E. (1998, november 1). Clusters and the New Economics of Competition. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>

Pronofa. (2021, juni 16). *Surf 'n' turf for kyllinger* [Kommunikasjon.ntb.no]. <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/surf-n-turf-for-kyllinger?publisherId=17847778&releaseId=17910315>

Pronofa. (2023). Pronofa.no. <https://pronofa.no/om-oss/>

Prosess21. (2020). *Biobasert Prosessindustri Prosess21 Ekspertgrupperapport*. Nærings- og fiskeridepartementet (NFD).

Prosjektbanken. (2021). *3D Bioprinting of biomimetic pancreas with tunicate nanocellulose and human pancreatic islets—Prosjektbanken*. Prosjektbanken - Forskningsrådet. <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/project/FORISS/296756>

Rabionet, S. E. (2011). How I learned to design and conduct semi-structured interviews: An ongoing and continuous journey. *Qualitative Report*, 16(2), 563–566.

Rapport+Barekraftig+fôr+til+norsk+laks.+2020.pdf. (u.å.). Hentet 2. juni 2023, fra <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2758913/Rapport+B%C3%A6rekraftig+f%C3%B4r+til+norsk+laks.+2020.pdf?sequence=1>

Rapport-Fra-brasiliansk-jord-til-norske-middagsbord.pdf. (u.å.). Hentet 11. juni 2023, fra <https://d5i6is0eze552.cloudfront.net/documents/Rapport-Fra-brasiliansk-jord-til-norske-middagsbord.pdf?mtime=20170322101844>

Redefining payments for environmental services | Elsevier Enhanced Reader. (u.å.). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.028>

Redefining payments for environmental services | Elsevier Enhanced Reader.pdf. (u.å.). Hentet 27. april 2023, fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800911004046/pdf?isDTMRedir=true&download=true>

Renborg, E., Johannesson, K., & Havenhand, J. (2014). Variable salinity tolerance in ascidian larvae is primarily a plastic response to the parental environment. *Evolutionary Ecology*, 28(3), 561–572. <https://doi.org/10.1007/s10682-013-9687-2>

Reve, T. (2018, februar 1). *Hva næringsklynger er*. BI Business Review. <https://www.bi.no/forskning/business-review/articles/2018/02/hva-naringsklynger-er/>

Riaz, W. (2022, september 15). Norge fremstilles som grådig av anerkjent magasin. *Aftenposten*. <https://www.aftenposten.no/verden/i/9zvA5M/norge-fremstilles-som-graadig-av-ankjent-magasin>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. I., Lambin, E., Lenton, T., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>

Roos, G., von Krogh, G., & Roos, J. (2022). *Strategi—En innføring*. Fagbokforlaget.

Rosland, R., Bacher, C., Strand, Ø., Aure, J., & Strohmeier, T. (2011). Modelling growth variability in longline mussel farms as a function of stocking density and farm design. *Journal of Sea Research*, 66(4), 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2011.04.009>

Råvareløftet-veikart.pdf. (u.å.). Hentet 9. mars 2023, fra <https://network.bellona.org/content/uploads/sites/2/2022/11/R%C3%A5varel%C3%B8ftet-veikart.pdf>

Sameksistens-og-bærekraft_Rapport-1-Status_ENDELIG_200508_063341.pdf. (u.å.). Hentet 12. mars 2023, fra https://www.havarktis.no/files/Sameksistens-og-b%C3%A6rekraft_Rapport-1-Status_ENDELIG_200508_063341.pdf

Sameksistens-og-bærekraft-Rpport-3-Løsninger_endelig.pdf. (u.å.). Hentet 12. mars 2023, fra https://www.havarktis.no/files/Sameksistens-og-b%C3%A6rekraft-Rpport-3-L%C3%B8sninger_endelig.pdf

Samuelsen, T. A., Haustveit, G., & Kousoulaki, K. (2022). The use of tunicate (*Ciona intestinalis*) as a sustainable protein source in fish feed – Effects on the extrusion process, physical pellet quality and microstructure. *1-13*. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115193>

Sanden, A. E. (2008, juli 30). *Blåskjellstrid i Sverige*. nrk.no. <https://www.nrk.no/osloogviken/blaskjellstrid-i-sverige-1.6158368>

Schiewer, U. (2008). *Ecology of Baltic Coastal Waters* (Bd. 197). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73524-3>

Schupp, M. F., Bocci, M., Depellegrin, D., Kafas, A., Kyriazi, Z., Lukic, I., Schultz-Zehden, A., Krause, G., Onyango, V., & Buck, B. H. (2019). Toward a Common Understanding of Ocean Multi-Use. *Frontiers in Marine Science*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00165>

Scippa, S., Ciancio, A., & Vincentiis, M. de. (2000). Observations on an apicomplexan microparasite from the pericardic body of *Ciona intestinalis* L. (Protochordata). *European Journal of Protistology*, 36(1), 85–88. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(00\)80024-3](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(00)80024-3)

Seaweed Carbon Solutions (JIP). (2022, april 26). SINTEF. <https://www.sintef.no/en/projects/2021/seaweed-carbon-solutions-jip/>

Sebramuslinger. (u.å.).

Sikt. (2023, mai 9). sikt.no. <https://sikt.no/>

Silverman, D. (2011). *Interpreting Qualitative Data. A Guide to the Principles of Qualitative Research* (4. utg.). SAGE Publications Inc.

SINTEF. (2009). *Dyrking og anvendelse av tare, med spesiell fokus på bioenergi i nordområdene* (Nr. A092036). SINTEF Ocean / Fiskeri og ny biomarin industri. <https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/1268416/>

- SINTEF. (2016). *Potensialet for storskala dyrking av makroalger i Møre og Romsdal*. SINTEF Ocean / Fiskeri og ny biomarin industri. <https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/1426005/>
- SINTEF. (2023a). *Nye muligheter for verdiskaping i Norge*. SINTEF, NHO.
- SINTEF. (2014). *A new Norwegian bioeconomy based on cultivation and processing of seaweeds: Opportunities and R&D needs*. SINTEF.No. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/1176819/>
- SINTEF. (2020, april 1). *Ny kunnskap om tare dyrking skal bidra til å industrialisere næringen*. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/ny-kunnskap-om-tare-dyrking-skal-bidra-til-a-industrialisere-naringen/>
- SINTEF. (2023b, februar 23). *Tester ut nytt kombinert anlegg for laks og tare*. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2023/sintef-folla-alger-og-cermaq-tester-ut-nytt-kombinert-anlegg-for-laks-og-tare-vil-bidra-til-det-gronne-skiftet/>
- SINTEF. (2023c, mars 20). *Integrert multi-trofisk akvakultur (IMTA)*. [sintef.no. https://www.sintef.no/ekspertise/ocean/integrert-multi-trofisk-akvakultur-imta/](https://www.sintef.no/ekspertise/ocean/integrert-multi-trofisk-akvakultur-imta/)
- Slette, H. T. (2023, januar 18). *Kan havvind og oppdrett kombineres?* <https://blogg.sintef.no/sintefocean-nb/kan-havvind-og-oppdrett-kombineres/>
- Sluttrapport Ekologiske effekter av ascidieodling.pdf*. (u.å.).
- SSB. (u.å.). *Fakta om norsk økonomi—Statistisk sentralbyrå*. SSB.no. Hentet 31. mai 2023, fra <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/faktaside/norsk-okonomi>
- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. SAGE.
- Stanghelle, H. (2019, april 19). *Landsmoder Gro Harlem Brundtland er 80 år*. [aftenposten.no. https://www.aftenposten.no/kultur/kommentar/i/GGxLWx/seierskvinnen-harald-stanghelle](https://www.aftenposten.no/kultur/kommentar/i/GGxLWx/seierskvinnen-harald-stanghelle)
- Startsiden*. (u.å.). Kystverket - tar ansvar for sjøveien. Hentet 14. juni 2023, fra <https://www.kystverket.no/>
- Stegmann, P., Londo, M., & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*, *X*, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
- Stévant, P., Rebours, C., & Chapman, A. (2017). Seaweed aquaculture in Norway: Recent industrial developments and future perspectives. *Aquaculture International*, *25*. <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0120-7>
- Strayer, D., Caraco, N., Cole, J., Findlay, S., & Pace, M. (1999). Transformation of freshwater ecosystems by bivalves: A case study of zebra mussels in the Hudson River. *BioScience*, *49*, 19–27. <https://doi.org/10.2307/1313490>
- Sutherland, K. R., Madin, L. P., & Stocker, R. (2010). Filtration of submicrometer particles by pelagic tunicates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(34), 15129–15134. <https://doi.org/10.1073/pnas.1003599107>
- Sømme, L. S. (2023). Tarmsekkdyr. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/tarmsekkdyr>
- Tacconi, L. (2012). Redefining Payments for Environmental Services. *Ecological Economics*, *73*, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.028>
- Tare kan bli milliardindustri: Havets grønne gull*. (2020, juli 11). [Tu.no. https://www.tu.no/artikler/tare-kan-bli-milliardindustri-havets-gronne-gull/495823](https://www.tu.no/artikler/tare-kan-bli-milliardindustri-havets-gronne-gull/495823)
- Thagaard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- The Economist. (2022, september 8). Norway is profiting embarrassingly from war in Europe. *The Economist*. <https://www.economist.com/europe/2022/09/08/norway-is-profiting-embarrassingly-from-war-in-europe>
- The-use-of-tunicate—Ciona-intestinalis—As-a-sustainable-2022-Animal-Feed-.pdf*. (u.å.).
- Thomas, J.-B., Sinha, R., Strand, Å., Söderqvist, T., Stadmark, J., Franzén, F., Ingmansson, I., Gröndahl, F., Hasselström, L., & Correspondence, J.-B. (2021). Marine biomass for a circular

blue-green bioeconomy? A life cycle perspective on closing nitrogen and phosphorus land-marine loops. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.13177>

Thomas m. Fl. - *Marine biomass for a circular blue-green bioeconom.pdf*. (u.å.).

Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (4. utg.). Gyldendal.

Torrissen et al. - *Framtidsrettet matproduksjon i kyst og fjord.pdf*. (u.å.). Hentet 6. februar 2023, fra https://www.hi.no/resources/23-2018-Framtidsrettet-mat_1408.pdf

Torrissen, O., Norberg, B., Viswanath, K., Strohmeier, T., & Strand, Ø. (2018). *Framtidsrettet matproduksjon i kyst og fjord* (Prosjektrapport Nr. 14927; s. 84). Havforskningsinstituttet; 23–2018.

Tyndall, J. (1873). *Heat, considered as a mode of motion; from the second London ed., rev., with additions embracing the author's latest researches*. New York, Appleton.
<http://archive.org/details/heatconsideredas00tynduoft>

UNEP. (2022, juli 4). *UN Biodiversity Conference (COP 15)*. <http://www.unep.org/un-biodiversity-conference-cop-15>

UNFCCC. (2019, mai 6). *IPBES: Climate Change Is a Key Driver for Species Extinction / UNFCCC*. https://unfccc.int/news/ipbes-climate-change-is-a-key-driver-for-species-extinction?gclid=Cj0KCQiA8aOeBhCWARIsANRFrQGwn6fWDbmGL6JO1shac2BMDDeW15fOMZoSutZydhYHdxXQbM4Jiv90aAhuYEALw_wcB

UNFCCC. (2023, mai 1). *About the secretariat | UNFCCC*. [unfccc.int. https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat](https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat)

Utenriksdepartementet. (2023, mars 21). *2030-agendaen med bærekraftsmålene* [Redaksjonellartikkel]. [Regjeringen.no; regjeringen.no. https://www.regjeringen.no/no/tema/utenrikssaker/utviklingssamarbeid/bkm_agenda2030/id2510974/](https://www.regjeringen.no/no/tema/utenrikssaker/utviklingssamarbeid/bkm_agenda2030/id2510974/)

VEAS. (2023, juni 7). [veas.no. https://www.veas.no/](https://www.veas.no/)

Vestlandsforskning. (u.å.). [Vestforsk.no]. Hentet 11. juni 2023, fra <https://www.vestforsk.no/nn>

Vikøren, B. M. (2023). Michael Porter. I *Store norske leksikon*. https://snl.no/Michael_Porter

Vold Bjordal, M., Båtsvik Risholm, S., & Hauge, J. (2022). *Råvareløftet -Hva skal laksen spise?* (s. 228). Bellona.

Wang, X., Olsen, L., Reitan, K., & Olsen, Y. (2012). Discharge of nutrient wastes from salmon farms: Environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, 2, 267–283. <https://doi.org/10.3354/aei00044>

Water Framework Directive. (2023, mars 28). *Water Framework Directive*. Commission.Europa.Eu. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en

Water quality trading markets Integrating land and marine based measures under a smart market approach. (u.å.).

Wegger, I. K., & Havstam, H. (2022, mars 1). *Dette må du vite om FNs klimapanelers nye rapport*. [fn.no. https://www.fn.no/nyheter/dette-maa-du-vite-om-fns-klimapanelers-nye-rapport](https://www.fn.no/nyheter/dette-maa-du-vite-om-fns-klimapanelers-nye-rapport)

Winther, U., Hognes, E. S., Jafarzadeh, S., & Ziegler, F. (2017). *Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017*.

World Commission on Environment and Development, & Brundtland, G. H. (1987). *Vår felles framtid*. I O. Dahl (Overs.), *Norbok*. Tiden norsk forlag.
https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2007080601018

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Application Design and Methods* (6. utg., Bd. 30). SAGE Publications Inc.

Zhao, Y., & Li, J. (2014). Excellent chemical and material cellulose from tunicates: Diversity in cellulose production yield and chemical and morphological structures from different

tunicate species. *Cellulose*, 21. <https://doi.org/10.1007/s10570-014-0348-6>
Ørstavik, G. (2020, desember 7). *Havpanelets tiltakspakke innleder FNs havforskningstiaar 2021-2030*. fn.no. <https://www.fn.no/nyheter/havpanelets-tiltakspakke-innleder-fns-havforskningstiaar-2021-2030>

Interessekonflikter: Masterskribenten har et internship hos Pronofa parallelt med oppgaveskrivingen. Forfatteren til flere av forskningsartiklene om tunikater er en av deleierne til Pronofa/Marine Taste AB. Endel forskning er bedrifters eiendom, og det er da henvist til bedriftens nettside. Hvorvidt dette er fagfellevurdert er usikkert, da det er grunn til å tro at endel er patentert og forskningen skjult av bedriftsøkonomiske hensyn.

Semistrukturert Intervjuguide

Intro:

Hei!

Takk for at du satte av tid til en samtale med meg. Jeg tar en master på NMBU som bioøkonom og har et internship hos Pronofa i Fredrikstad. Min masteroppgave handler om noen av havets ubenyttede ressurser og hvordan Norge kan få høyest mulig bærekraftig verdiskaping samtidig som minst 30% av havområdene vernes (COP15, Montreal 19.12.22).

Jeg håper det er i orden for deg at jeg tar opp samtalen? Dette vil bli slettet når samtalen er transkribert. Jeg har noen temaer som jeg kommer til å komme innpå, og du er velkommen til å ta opp flere temaer som du tenker er relevant.

Jeg setter også stor pris på om det er andre du anbefaler at jeg tar kontakt med.

Samtale med intervjuobjektet med aktuelle spørsmål

Avslutning:

Takk for en hyggelig samtale med gode innspill.

Det kan være det oppstår nye spørsmål senere som det hadde vært flott å drøfte med deg, jeg håper det er i orden for deg.

Ha en fortsatt fin dag!

Temaer jeg er spesielt interessert i:

IMTA; Fiskemerder, makroalger, tunikater;

Hvordan gis konsesjoner? Hva hvis det er IMTA? Hvordan er søkeprosessen? Hva står i akvakulturloven om samdyrking for lavtrofiske arter? Hvilke barrierer er det i dag for dyrking av lavtrofisk?

Barrierer og muligheter for integrert havbruk/samdyrking? Hva er de største kostnadene og utfordringene med tareoppdrett i dag? Hva tror du er fordeler/ulempene med samdrift? Hva skal til for å få til samdyrking med tunikater?

Politisk: 30 % av hav-arealene skal vernes innen 2030; hvordan skal dette oppnås samtidig som det skal satses på mer marine ressurser? (I dag er ca 3 % av Norges havareal vernet)

Vern: Hvordan defineres vern i Norge? Hva tenker du om Norges havstrategi og målsetningene i Hurdalsplattformen?

Mineralutvinning: Hvordan kan dette gjøres i samme område som annen næring?

Hvilke krav er det for å kunne benytte nye råvarer som fôr og næringsmiddel?

Vannrenseanlegg

LCA for renseanlegg, kostnader utover pris? Karbonavtrykk, biodiversitet. Rensekapasitet (pris pr rensset volum/liter)

Hva er rensekravet? Hvor mye må renses i forhold til lovgivning?

Biologisk rensing

Hva er viktig å ta stilling til hvis tunikater skal fungere som et biologisk renseanlegg?

Tunikater/makroalger/blåskjell; sammenstille deres renskapasitet med et moderne vannrenseanlegg (pris pr rensset volum/liter).

Hvor effektive er tunikater som biologisk renseanlegg av havet og under hvilke levevilkår trives de?

Hvordan er tunikatens renskapasitet i forhold til et moderne renseanlegg?

Hvilke andre arter kan levere den samme tjenesten?

Hvilke arter kan skape høyest verdiskaping sammen? Tunikat og alger; «spiser» de det samme? Ulik tid/sesong? Fordeler og ulemper med samdyrking tare og tunikat?

Biologisk renseanlegg vs. konvensjonelt renseanlegg; substitutt eller supplement? Hvilke risikofaktorer hensyntas?

Oslofjorden

Hvor mye nitrogen og fosfor slippes ut i Oslofjorden? Hvor stammer utslippene fra? Hva er konsekvensen av utslippene? Hvilke nivåer ønskes i fjorden? Hva er grenseverdiene?

Finansiering

Hvor kan nye næringer søke støtte? Hvordan er investeringsviljen innen lavtrofisk havbruk?

Politisk

Hvordan kan biologiske tjenester prissettes? (Ref Lysekil og Ocean forest(Danmark))

Hvordan er det tenkt at tunikaters tjenester pris/verdsettes ved kommersiell drift?

- Forhindre/ redusere eutrofiering; opptak av fosfor og nitrogen
- Øke biodiversitet
- Opptak av karbon (fangst/lagring) CDR (Carbon Dioxide Removal).

Hvordan legges det tilrette for IMTA og bruk av nye marine ressurser? Stikkord: subsidier, moms fritak, grunnrenteskatt og utstedelse av konsesjoner. Kvoter som kan selges? Ala karbon?

Flytende havvind/andre flytende havkonstruksjoner

Sintef Ocean, HI:OLAMUR, ALGECO: Hvilke funn og hypoteser foreligger?



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway