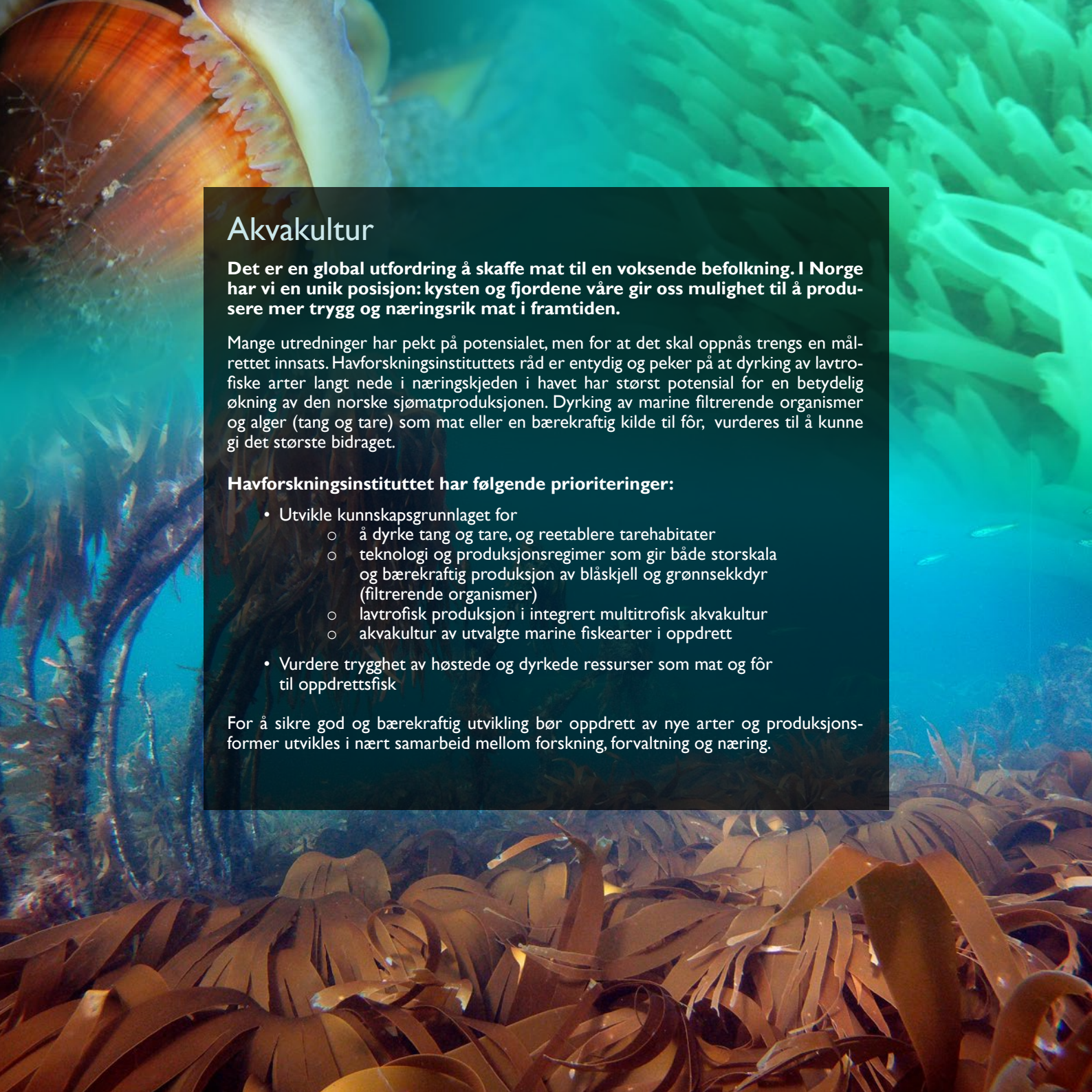




# Framtidens mat kommer fra kyst og fjord





The background of the slide is an underwater photograph. In the upper left, a scallop is visible, showing its characteristic eye and mantle edge. The rest of the image is filled with various types of seaweed and kelp, with long, thin blades and some thicker, more complex structures. The lighting is a deep blue-green, typical of an underwater environment.

## Akvakultur

**Det er en global utfordring å skaffe mat til en voksende befolkning. I Norge har vi en unik posisjon: kysten og fjordene våre gir oss mulighet til å produsere mer trygg og næringsrik mat i fremtiden.**

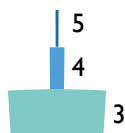
Mange utredninger har pekt på potensialet, men for at det skal oppnås trengs en målrettet innsats. Havforskningsinstituttets råd er entydig og peker på at dyrking av lavtrofiske arter langt nede i næringskjeden i havet har størst potensial for en betydelig økning av den norske sjømatproduksjonen. Dyrking av marine filtrerende organismer og alger (tang og tare) som mat eller en bærekraftig kilde til fôr, vurderes til å kunne gi det største bidraget.

### **Havforskningsinstituttet har følgende prioriteringer:**

- Utvikle kunnskapsgrunnlaget for
  - å dyrke tang og tare, og reetablere tarehabitater
  - teknologi og produksjonsregimer som gir både storskala og bærekraftig produksjon av blåskjell og grønnsekkdyr (filtrerende organismer)
  - lavtrofisk produksjon i integrert multitrofisk akvakultur
  - akvakultur av utvalgte marine fiskearter i oppdrett
- Vurdere trygghet av høstede og dyrkede ressurser som mat og fôr til oppdrettsfisk

For å sikre god og bærekraftig utvikling bør oppdrett av nye arter og produksjonsformer utvikles i nært samarbeid mellom forskning, forvaltning og næring.

Det meste av maten som høstes fra havet er i dag fra høytrofiske nivåer.



Produksjon av plantespisere

Mat fra jordbruk er fra lavtrofiske nivåer.

Produksjon av alger og planter

### Hva er et trofisk nivå?

Et trofisk nivå er posisjonen en organisme innehar i en næringskjede. En næringskjede er rekkefølgen av organismer som spiser hverandre og deles gjerne inn i fire eller fem nivåer. En næringskjede starter på trofisk nivå 1 med primærproduzentene som høster energi fra sola til livsfunksjonene (planter, alger, etc.), plantespisere på nivå 2, kjøttetere på nivå tre eller høyere.

Figuren over viser hvordan naturlig produksjon avtar med økende trofisk nivå. For hvert økende trofisk nivå avtar produksjonen med omtrent 90 %.


Dette er illustrert med størrelsen til arealene, med unntak av det høyeste trofiske nivået (TN=5), som er forstørret for å være synlig.

1

# Marin matproduksjon

Norge er en stor fiskeri- og havbruksnasjon. Årlig tar vi på land ca. 3,5 millioner tonn biomasse – hovedsakelig fisk. Vel 35 % av dette er oppdrettslaks og regnbueørret. Til sammenligning er den samlede kjøttproduksjonen i Norge omlag 10 % av sjømatproduksjonen.

Norge har naturgitte forutsetninger for en betydelig økt sjømatproduksjon. Havforskningsinstituttet har et helhetlig kunnskapsgrunnlag om livet i havet, og bidrar kontinuerlig med kunnskap og ressurser til å skaffe mer mat til verdens økende befolkning.



*Norge tar årlig  
på land 3,5 mill.  
tonn biomasse.  
Vel 35 % av dette  
er oppdrettslaks  
og regnbueørret.*

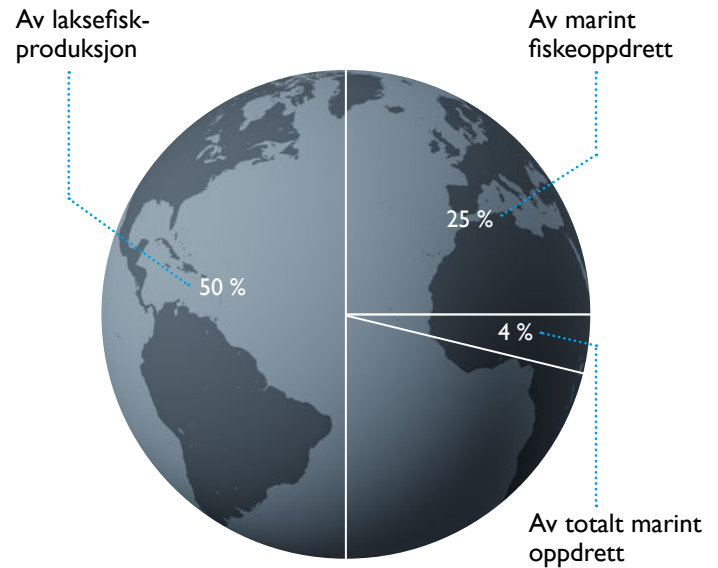




## Akvakultur i Norge

Kystbefolkningen har i løpet av 50 år utviklet lakseoppdrett. I dag produseres det over 1,3 millioner tonn laks og regnbueørret. Dette er om lag halvparten av den globale produksjonen av laksefisk, ca. 25 % av marint fiskeoppdrett, og 4 % av totalt marint oppdrett (inkludert oppdrett i brakkvann). Interessen for å starte oppdrett av andre organismer i Norge har vært og er fortsatt stor. I Fiskeridirektoratets akvakulturregister er det listet tillatelser for kommersielt oppdrett av over 30 arter tang og tare og mer enn 170 forskjellige akvatiske dyr. Produksjonen er imidlertid begrenset, i 2018 ble det produsert ca. 2900 tonn andre marine fiskearter (hovedsakelig kveite), vel 1600 tonn blåskjell og ca. 70 tonn andre skjell og krepsdyr (Kilde: Fiskeridirektoratet).

Oppdrettsfisk får i dag fôr som består av rundt 80 % planteråstoff fra landjorda. Fisken konkurrerer dermed om de samme begrensede ressursene som benyttes til mat for mennesker og fôr til landjordas husdyr. Oppdrett av fisk kan gi økt produksjon av mat fra havet, men fiskeføret må da inneholde råvarer fra marine lavtrofiske ressurser.



Norges globale andeler.

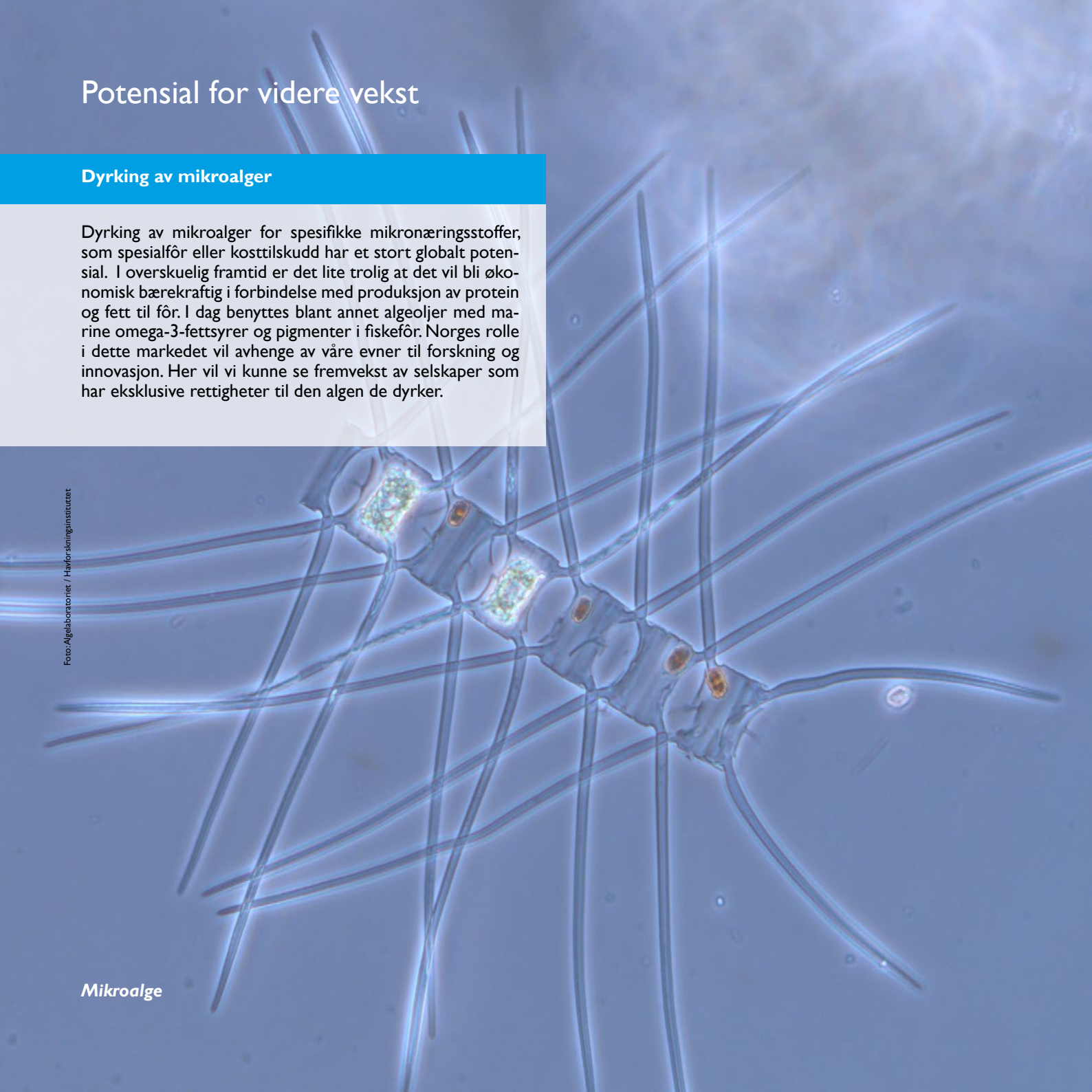
# Potensial for videre vekst

## Dyrking av mikroalger

Dyrking av mikroalger for spesifikke mikronæringsstoffer, som spesialfôr eller kosttilskudd har et stort globalt potensial. I overskuelig framtid er det lite trolig at det vil bli økonomisk bærekraftig i forbindelse med produksjon av protein og fett til fôr. I dag benyttes blant annet algeoljer med marine omega-3-fettsyrer og pigmenter i fiskefôr. Norges rolle i dette markedet vil avhenge av våre evner til forskning og innovasjon. Her vil vi kunne se fremvekst av selskaper som har eksklusive rettigheter til den algen de dyrker.

Foto: Algebioritorier / Havforskningsinstituttet

**Mikroalge**







## Tang og tare

Tang og tare er makroalger, og vekstkraften i tang- og tare-skogøkosystemet har potensial for betydelig økt produksjon. Stående biomasse av stortare alene er beregnet til 50–60 millioner tonn våtvekt. Restaurering av tidligere habitater for tare kan gjøres gjennom kalking eller reintroduksjon av naturlige fiender til kråkeboller. Reetablering av tidligere habitater og påfølgende høsting er på kort sikt trolig eneste økonomisk bærekraftige metode for dyrking til industriell produksjon av bioenergi eller alginater.

Dyrking av tang og tare som mat og fôr krever mer kunnskap. Det er viktig å utvikle effektive kultiveringsmetoder slik som tekniske løsninger knyttet til anlegg, utsetting og høsting. Monokulturer av makroalger i industriell skala er arealkrevende og vil være avhengig av tilgang til tilstrekkelige arealer. Tang og tare har utfordringer knyttet til trygg mat og fôr, og en må være oppmerksom på innhold av jod og noen tungmetaller. Forsøk har vist at tang og tare også kan benyttes som substrat i produksjon av insekter, som i sin tur benyttes som fôr til oppdrettsfisk.



## Dyrking av marine filterfødere

Svevende partikler utgjør den største biomassen i havet. Partiklene er for det meste plantep plankton og nedbrutte rester av døde planter og dyr. Partiklene utgjør føden til marine filterfødere, som beiter fra det klart største matfatet i havet. Filterfødere har derfor et stort potensial i bidrag til global mat- og biomasseproduksjon.

I Norge har vi lang erfaring med dyrking av blåskjell, og faktorer som begrenser produksjonen er kjente. For å øke sjømatproduksjonen vil fokus på «flaskehals» i produksjonen og satsing på nye filtrerende arter som grønnsekkdyr være effektive tiltak for å øke sjømatproduksjonen, enten direkte som mat eller indirekte som fôr til fisk. Flaskehalsene er primært knyttet til effektive produksjonssystemer og optimale produksjonsforhold. Det finnes også tilgjengelig og utprøvd teknologi for å øke produksjonen av føde for filtrerende organismer (kontrollert oppstrømning av næringssalter i fjorder). Blåskjell som dyrkes i områder med kontrollert oppstrømning har resultert i vesentlig høyere matinnhold (24–95 %) enn i kontrollområder. Arealbehov for dyrkingsanlegg for blåskjell i fjorder med kontrollert oppstrømning er mindre enn det halve sammenlignet med naturlig kapasitet.

Også stillehavsøsters, flatøsters og stort kamskjell er vurdert for dyrking. Stillehavsøsters er potensielt en ny ressurs gjennom høsting av bestander og oppbevaring i mottaksanlegg for sikring av kvalitet før de selges. Juridiske forhold knyttet til dyrking og omsetning, mattrygghet, kunnskap om spredning av bestandene er de største utfordringene for å få til bærekraftige næringer.



Foto: Tore Strømmeier

**Blåskjell**



## Integrert multitrofisk akvakultur

I integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) blir avfall fra arter som fôres, utnyttet til produksjon av arter på et lavere nivå i næringskjeden. I Norge er det i første rekke tare som har vist et potensial for å resirkulere løste næringssalter fra fiskeoppdrett.

Organisk avfall fra fiskeoppdrettsanlegg som synker mot bunn kan utnyttes av bunndyr, og produksjon av børstemark under oppdrettsanlegg kan være 50 ganger høyere enn naturlig produksjon. Høsting av børstemark kan redusere virkningen av avfall fra fiskeoppdrett på bunnmiljøet. De største begrensningene er knyttet til dagens regelverk og tekniske løsninger for høsting.



## Fisk

I tillegg til laks og regnbueørret er kveite, torsk, røye, flekksteinbit, stør, piggvar, rognkjeks og berggylte etablert eller under etablering som oppdrettsarter i Norge. Av de marine fiskeartene har vi god kunnskap om stamfiskhold, yngelproduksjon og matfiskoppdrett for kveite og torsk. For torsk er det allerede et godt etablert avlsprogram. Havforskningsinstituttet har prioritert forskning på disse to artene, men også andre marine fiskearter kan ha potensial som oppdrettsarter som bør utredes.

Rensefisk som rognkjeks og leppefisk er nøkkelarter for håndtering av luseproblemene i lakseoppdrett. Utvikling av oppdrettsteknologi for disse artene drives fram av lakseoppdretterne. Det er imidlertid et behov for mer kunnskap med hensyn til bærekraft og dyrevelferd.

Oppdrett av fisk vil først i vesentlig grad gi økt netto matproduksjon dersom føret er basert på lavtrofiske marine råstoffer, eventuelt i kombinasjon med forråvarer basert på matavfall, også kalt sirkulær økonomi.

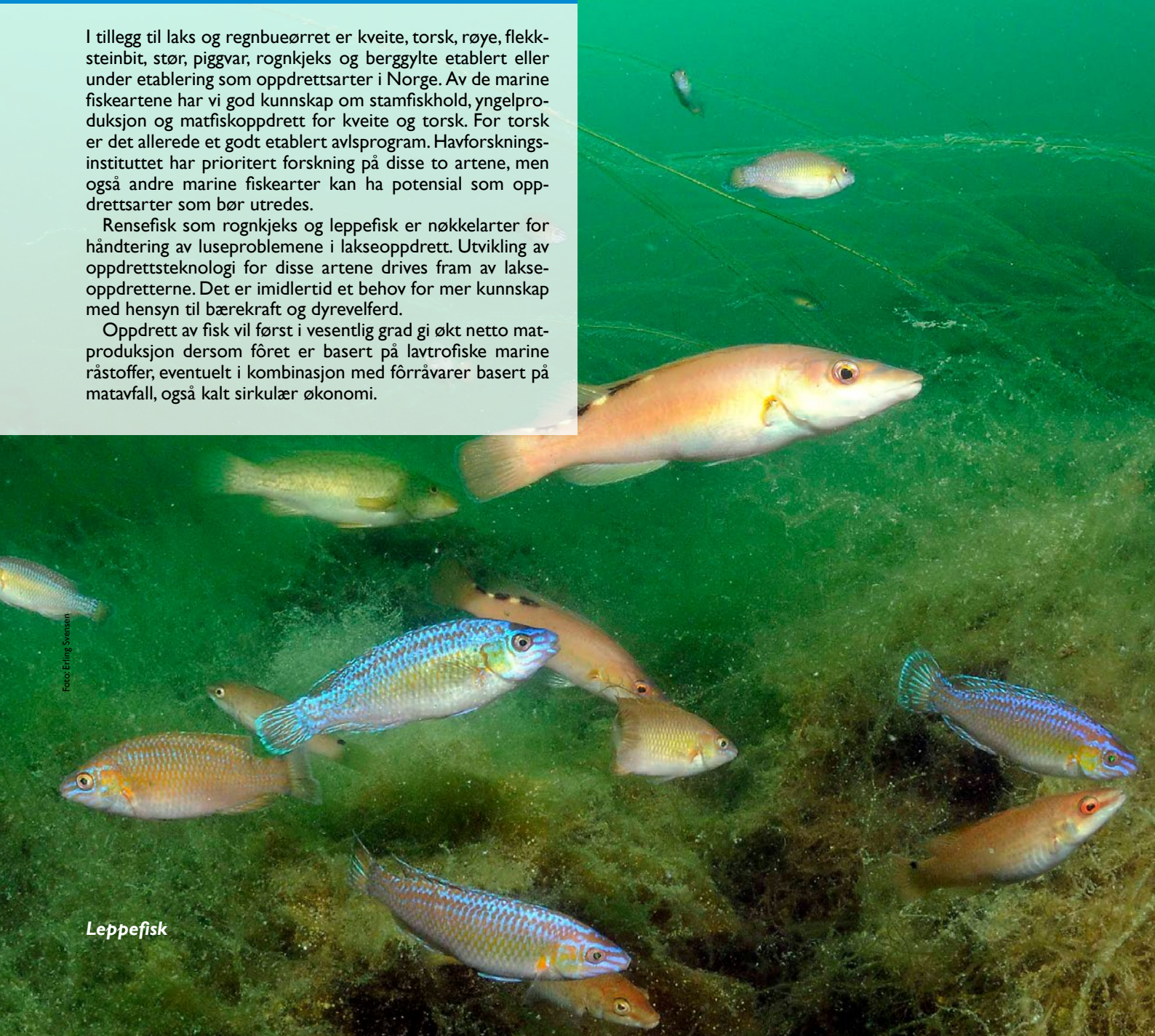


Photo: Erling Svendsen

Leppefisk



## Forsøk med oppdrett av kveite

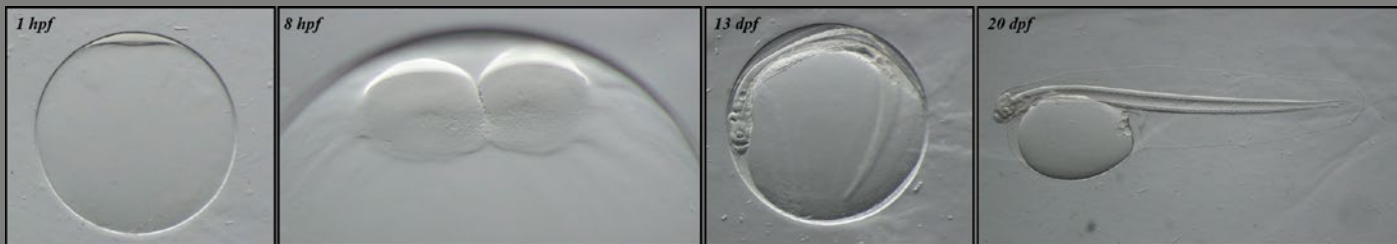


Foto: Prescilla Perrichon

Foto: Havforskningsinstituttet

Stryking av stamkveite.  
Hver hunnkveite gyter 6 til 10  
porsjoner med egg i løpet av en  
gytesesong. Dette tilsvarer fra  
noen hundre tusen til et par  
millioner egg per fisk.



Tidlig utvikling i kveite. Fra befruktning til klekking går det ca 14 dager ved 6°C, og fra klekking til larven har brukt opp plommesekken og kan fange byttedyr går ca 70 dager ved 6°C.

Kveitelarver med tarmen full av byttedyr. Når larvene begynner å spise er de avhengig av små byttedyr. Her er de føret med en saltvannskreps, Artemia.



Foto: Terje van der Meer



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes  
NO-5817 Bergen

Tlf: +47 55 23 85 00  
post@imr.no

**www.hi.no**

Innholdet er delvis bygd på utredningen «Framtidsrettet matproduksjon i kyst og fjord – En vurdering av muligheter for økt sjømatproduksjon i Norge» (Rapport fra Havforskningen nr. 23-2018) og er et ledd i Havforskningsinstituttets bidrag til råd om å løse FNs bærekraftsmål 2 og 3, som omhandler nok og helsemessig riktig mat, og bærekraftsmål 13 og 14, som omhandler klima og havets rolle.

### FOTO FORSIDE

Mikroalge, Algelaboratoriet / Havforskningsinstituttet  
Tareskog, Havforskningsinstituttet  
Blåskjell på fat, Eivind Senneset  
Østers og tang, Øystein Paulsen  
Blåskjell, Tore Strohmeier

### FOTO SIDE 2

Grønnsekiddyr og blåskjell, Tore Strohmeier  
Tareskog, Havforskningsinstituttet